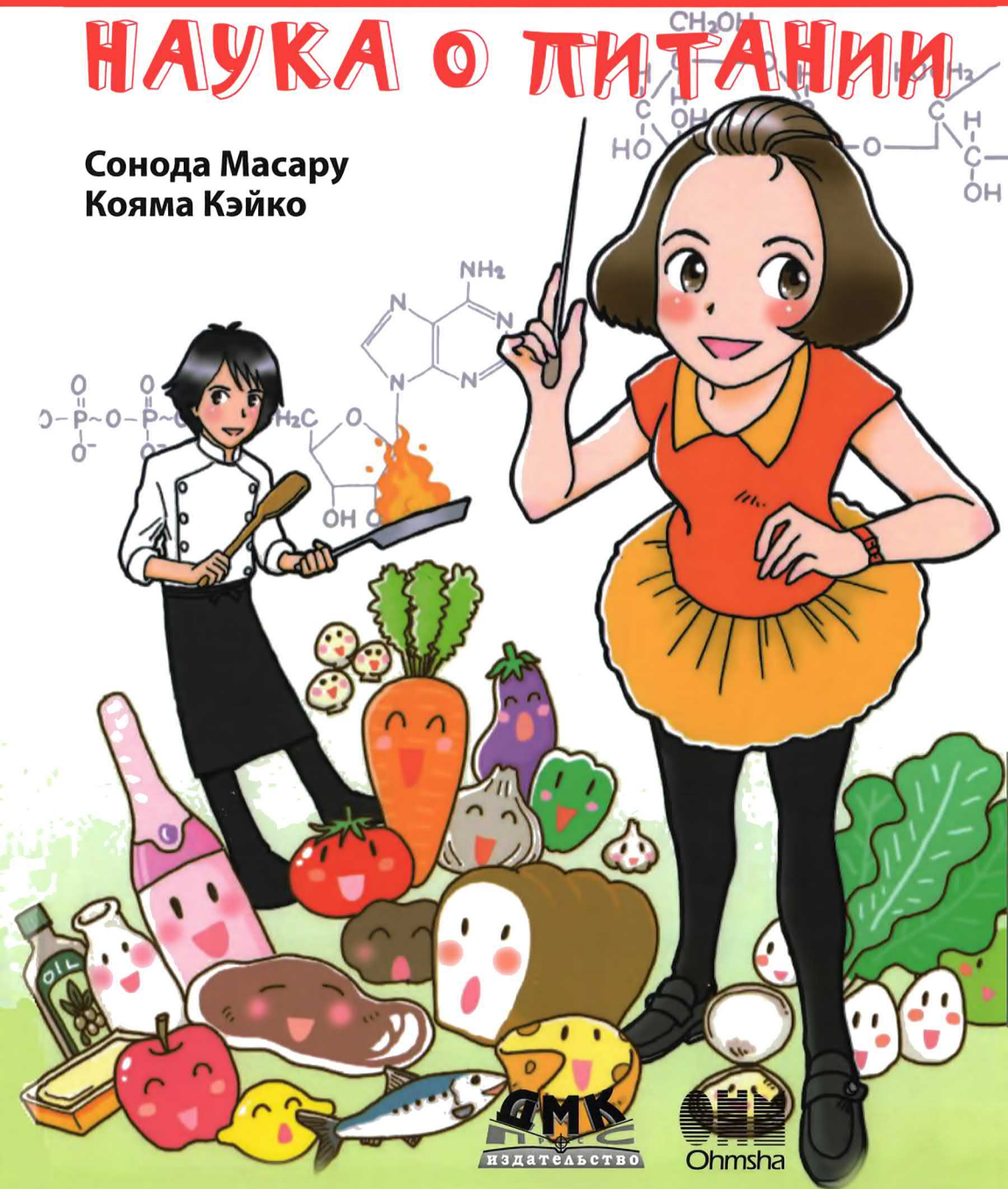


ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ

МАНГА

НАУКА О ПИТАНИИ

Сонода Масару
Кояма Кэйко



Занимательная наука о питании

Манга

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ МАНГА

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ НАУКА О ПИТАНИИ

Сонода Масару
Кояма Кэйко

Перевод
А. Б. Клионского



УДК 613.2
ББК 51.23
С62

Сонода Масару

С62 Занимательная биология. Наука о питании. Манга / Сонода Масару (автор), Кояма Кэйко (худож.); пер. с яп. Клионского А. Б. — М.: ДМК Пресс, 2017. — 218 с. : ил. — (Серия «Образовательная манга»). — Доп. тит. л. яп.

ISBN 978-5-97060-563-9

Студентка кафедры диетологии Амино Рин никак не может усвоить учебную программу, но устраивается на подработку в ресторан, что очень помогает ей в учёбе. Вместе с героиней вы не только примете участие в конкурсе кулинарного искусства, но и узнаете, почему мы должны питаться, усвоите основные понятия науки о питании и научитесь составлять свой сбалансированный рацион.

Базовые знания науки о питании, несомненно, будут способствовать вашему здоровью и активности, а также помогут более критично относиться к различной информации о здоровом питании, которая обрушивается на нас.

УДК 613.2
ББК 51.23

Original Japanese edition
Manga de waku Eiyogaku (The Manga Guide to Nutrition Science)
By Sonoda Masaru (Author), Koyama Keiko (Illustrator) and
B+COM (Producer)
Published by Ohmsha, Ltd.
3-1 Kanda Nishikicho, Chiyodaku, Tokyo, Japan
Russian language edition copyright © 2017 by ДМК Пресс

Все права защищены. Никакая часть этого издания не может быть воспроизведена в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование, ксерокопирование или иные средства копирования или сохранения информации без письменного разрешения издательства.

ISBN 978-4-274-06929-1 (яп.)
ISBN 978-5-97060-563-9 (рус.)

Copyright © 2013 by Sonoda Masaru and B+COM
© Перевод, оформление, издание, ДМК Пресс, 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

Хотя науке о питании посвящено множество книг, начиная вводными курсами и заканчивая научными трудами по метаболизму органических веществ, многие интересующиеся боятся их открывать из-за недостаточности знаний в области неорганической и органической химии, биохимии.

Базовые знания науки о питании, несомненно, будут способствовать вашему здоровью и долголетию, помогут более критично относиться к различной информации о здоровом питании, которая обрушивается на нас, позволят найти ответы на два основополагающих вопроса: "Что и в каких количествах должен есть человек?" и "Почему человеку постоянно нужна пища?"

Правда, попытавшись слишком быстро пройти основы, то есть понять, какие питательные вещества содержатся в продуктах, как происходит метаболизм (изменение) этих веществ в организме, как регулируется этот метаболизм, можно споткнуться о химические формулы и вовсе потерять интерес к предмету.

В данной книге акцент сделан на значении питательных веществ и их метаболизма, и по мере развития сюжета манги вы постепенно освоите основные моменты и важные сведения науки о питании. Главное — полюбить эту науку и как следует усвоить её основы. В процессе чтения вы поймёте смысл, зашифрованный в имени главной героини Амино Рин. Это аминокислоты и минеральное вещество фосфор, по японски называемый "рин", а по английски - phosphorus (P), то есть "светоносный". Он является биологически значимым элементом (биоэлементом), и содержится в организме в большом количестве: 10 г на 1 кг массы взрослого человека. Аминокислоты — органические соединения, жизненно важные для живых организмов, тоже состоят из биоэлементов: углерода (C), водорода (H), кислорода (O) и азота (N), некоторые также содержат серу (S).

Биоэлементы, соединяясь между собой определённым образом, формируют "строительные блоки" человеческого организма, поэтому для поддержания жизни человек должен потреблять в пищу химические соединения, в которых они содержатся.

Героиня манги Амино Рин примет участие в конкурсе кулинарного искусства. Наслаждаясь увлекательным сюжетом, воспринимайте основы науки о питании. Наверное, вам будет интересно расшифровать имена и других персонажей.

Читая мангу, представьте себя на месте Амино Рин, разгадывающей загадки науки о питании. Я убеждён, что по завершении чтения основные моменты этой науки отложатся у вас в голове.

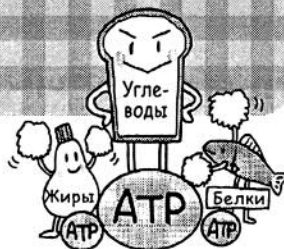
Хотя приводятся также моменты, допускающие различные толкования, основная задача сюжета и объяснений—дать понимание основ.

В заключение я хочу тепло поблагодарить сотрудников Отдела разработок издательства Ohmsha, терпеливо общавшихся со мной во время работы над мангой, коллектив компании B+COM, создавшей захватывающий сценарий, а также художницу г-жу Кояма Кэйко, превратившую сложную науку в увлекательную мангу.

Сентябрь 2013 г.

Сонода Масару

СОДЕРЖАНИЕ



Зачем нужна наука о питании?	X
ПРОЛОГ	1

Глава 1	
ПИЩА И НУТРИЕНТЫ	5

• 1-1 Зачем мы едим?	6
• 1-2 Что такое "питание"?	9
• 1-3 Для любой деятельности нужна энергия	16
• 1-4 Четыре пути использования энергии	17
• 1-5 Мы едим Солнце: "энергетический посредник" глюкоза	18
• Базовые знания по химии	20
• Причина трёхразового питания	22

Глава 2	
МЕХАНИЗМ ВЫРАБОТКИ ЭНЕРГИИ	23

• 2-1 Что такое АТФ?	24
• 2-2 Три этапа производства АТФ	31
• 2-3 Переходы, шаги и прыжки АТФ	38
• 2-4 Путь синтеза АТФ из 3 основных нутриентов	44
• Разобщители, мешающие синтезу АТФ	46

Глава 3	
ПИТАТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕВОДОВ	47

• 3-1 Типы углеводов	48
• 3-2 Переваривание, всасывание и метаболизм углеводов	53
• 3-3 Связи между молекулами углеводов	60
• 3-4 Голод-это сигнал снижения сахара крови	62
• 3-5 Гормоны, регулирующие сахар крови	63
• 3-6 Ещё одно хранилище глюкозы	64
• Головной мозг и эритроциты питаются только глюкозой	66

Глава 4

ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ЖИРОВ 67

- 4-1 Типы жиров..... 68
- 4-2 Переваривание, всасывание и метаболизм жиров 74
- 4-3 Как правильно потреблять жиры? 82
- 4-4 Что такое жирные кислоты? 83
- 4-5 Жирные кислоты - превосходное запасное топливо 89
- 4-6 Клетки могут увеличиваться благодаря холестерину? 91
- 4-7 Носители жиров - липопротеины 92

Глава 5

БЕЛКИ И АМИНОКИСЛОТЫ 95

- 5-1 Аминокислоты - материал белков организма..... 96
- 5-2 Аминокислотный баланс 103
- 5-3 Как образуются белки? 108
- 5-4 Переваривание и всасывание белков 111
- 5-5 Денатурация белка..... 113
- 5-6 Расчёт аминокислотного счёта 114
- 5-7 Белки вызывают пищевую аллергию 116
- 5-8 Ненужные белки выводятся с мочой 117
- Есть коллаген полезно для здоровья? 118

Глава 6

ВЗАИМОСВЯЗЬ ТРЁХ ОСНОВНЫХ НУТРИЕНТОВ 119

- 6-1 Поддерживая сахар крови изо всех сил..... 120
- 6-2 Три пути глюконеогенеза..... 124
- 6-3 Подробные пути глюконеогенеза 132
- 6-4 Почему глюкозу нельзя синтезировать из жирных кислот? 135
- 6-5 Куда девается употреблённая в избытке глюкоза? 136
- Размышляя о глюконеогенезе..... 138

Глава 7

ВИТАМИНЫ И МИНЕРАЛЫ 139

- 7-1 Сходства и различия витаминов и минералов 140
- 7-2 Функции витаминов 143
- 7-3 Функции минералов 147
- 7-4 Роль витаминов 150
- 7-5 Роль минералов 158
- Нейтрализация активного кислорода витаминами Е и С 168

Глава 8

ВОДА И КИСЛОРОД 169

- 8-1 Вода - нутриент, необходимый для любой жизнедеятельности 170
- 8-2 Функции воды 175
- 8-3 Функции кислорода 179
- 8-4 Жизнь эволюционировала, приспосабливаясь к кислороду 181
- 8-5 Кислород - это яд? 183
- 8-6 Сгорание нутриентов и дыхательный коэффициент 184

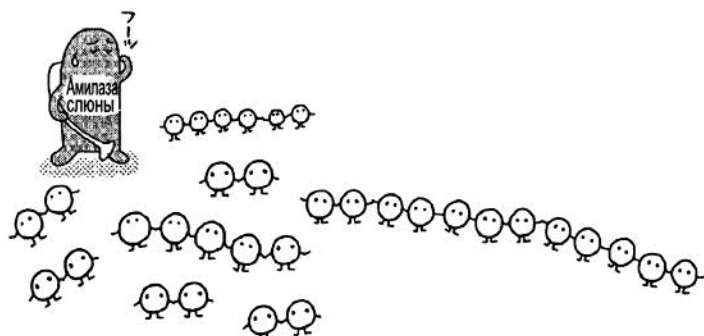
ЭПИЛОГ 186

Приложение

ПИЩА И ЗДОРОВЬЕ 191

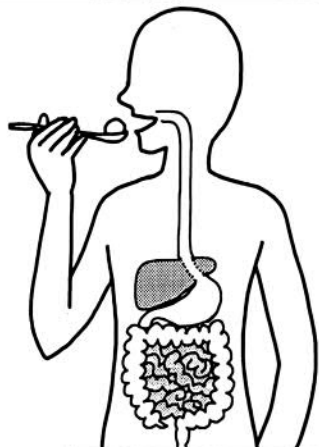
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 197

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ 198



ЗАЧЕМ НУЖНА НАУКА О ПИТАНИИ?

Предмет изучения: какие продукты питания и поддерживают жизнедеятельность человека и как они это делают.

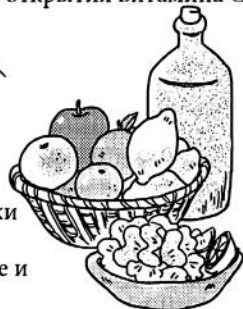


Эти знания способствуют профилактике и лечению заболеваний.

Роль науки о питании в истории человечества

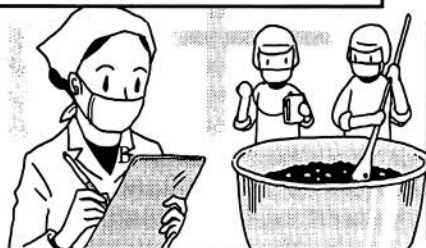


Например, бич пострашнее пиратов для моряков эпохи великих географических открытий (XVI - XVII века) — цинга, перестала быть страшной после открытия витамина С.



По мере прогресса науки о питании жизнь человека стала здоровее и дольше.

В наши дни профессиональные диетологи работают в больницах, домах престарелых, столовых, детских садах и яслях, помогая людям стать здоровее и счастливее.



В наши дни резкого роста болезней цивилизации: ожирения, сахарного диабета и т.п., потребность в знаниях о сбалансированном питании, полезных пищевых привычках растёт, интерес к ним всё увеличивается.

ПРОЛОГ

Девиз университета:
"Воспитание
самостоятельных
женщин, образованных
и благородных"

Женский университет СЕКА

Где-то в Токио

Среди старых кафедр факультета есть
такие, как "Одежда", "Воспитание
детей", "Архитектура"



Но самая популярная
кафедра - "Диетология",
где учатся лучшие
студенты



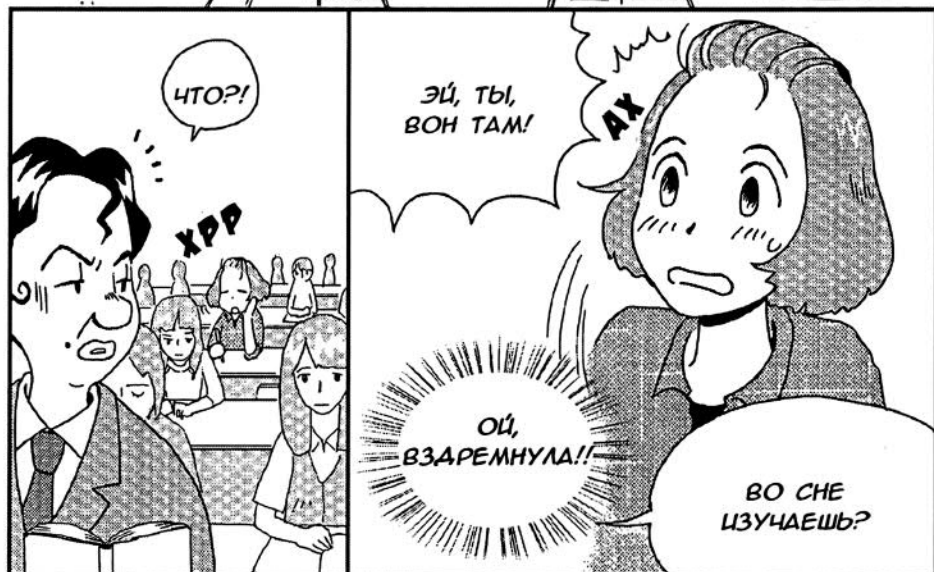
Однажды
в сентябре

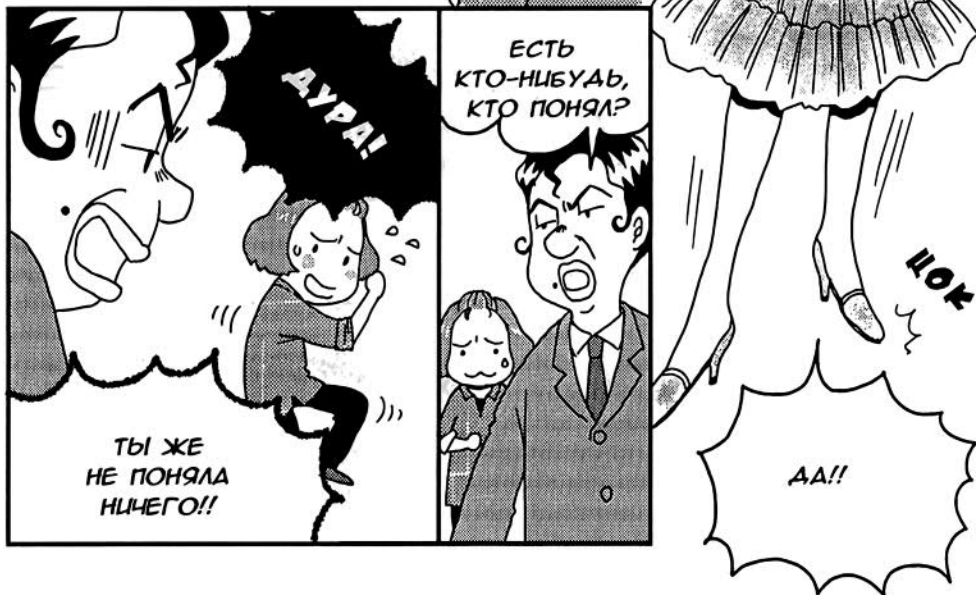
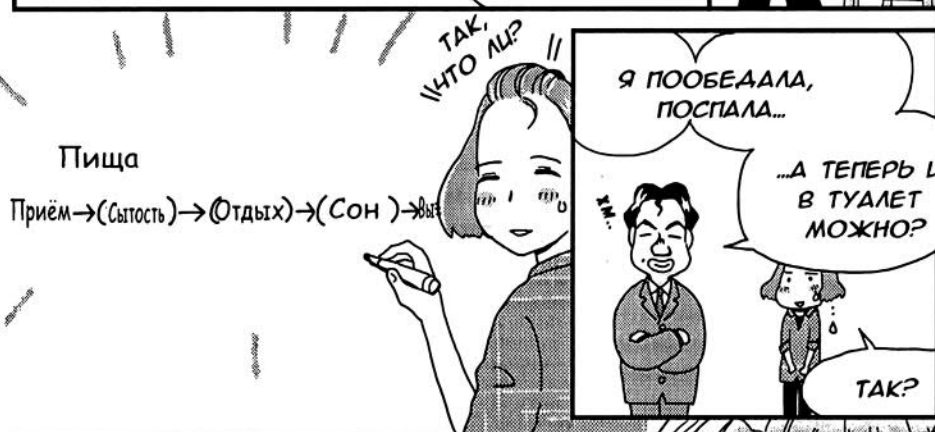
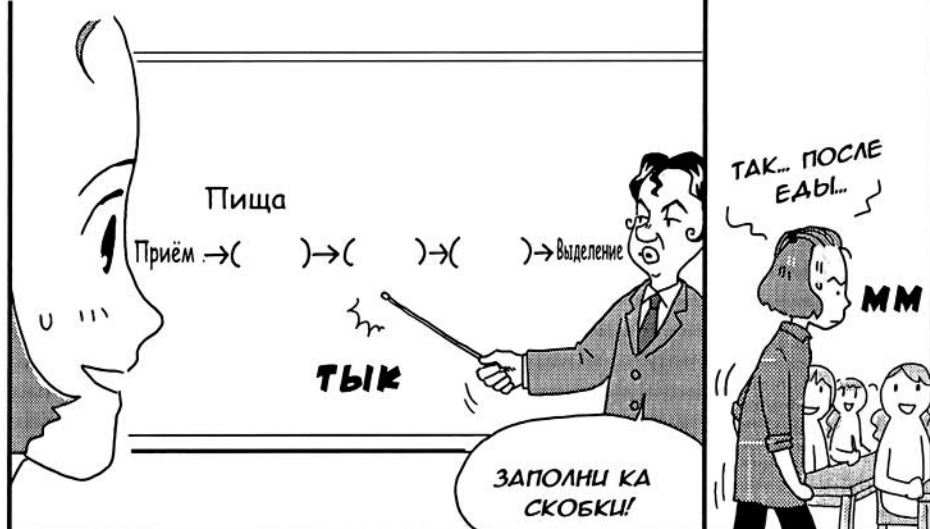
На 4-ой паре "Общая
теория питания"
после перемены

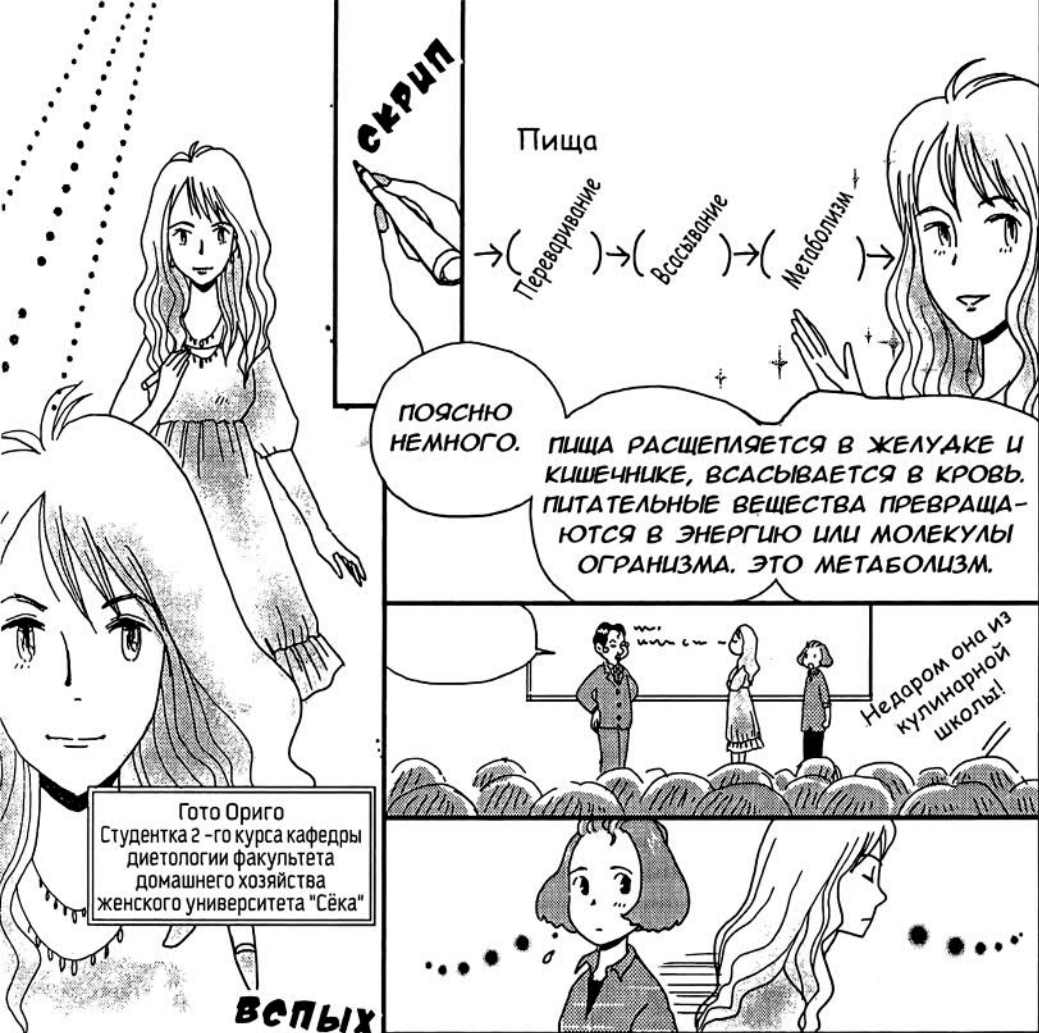


Амино Рин
Студентка 2-го курса кафедры
диетологии факультета
домашнего хозяйства
женского университета "Сёка"











ПИЩА И НУТРИЕНТЫ



Зачем человек питается?

1-1 Зачем мы едим?



АА,
НЕ ПОВЕЗЛО.



НЕ НАДО БЫЛО
СПАТЬ НА УРОКЕ.

Минз Ёсиро
Хозяин и шеф-повар
ресторана "Минз"



ПЕРВЫЙ РАЗ
СО МНОЙ
ТАКОЕ.

ВЧЕРА
ДОПОЗНАНА
ПЫРОГИ ПЕКА



ВОТ!

СЫРНИКИ.

ЦУКАТНЫЙ
ТОРТ,
МАКАРОН.

ТОРТ
ОПЕРА...



СМОТРУ,
УЖЕ УТРО!
И не вышло ничего!

ВОТ И
КЛОНИЛО
В СОН.



ВСЕГО ТО
ВЗАРЕМНУЛА,...

А ПРЕПОД МЕНЯ
ОТМЕТИЛ.
НЕ ВЦАТЬ МНЕ
ЗАЧЁТА!!



ОСНОВНЫХ ЦЕЛЕЙ ПРИЁМА ПИЩИ ТРИ.

С ЦЕЛЯМИ ① И ② ЛУЧШЕ ВСЕГО СПРАВЛЯЮТСЯ ТРИ ОСНОВНЫХ НУТРИЕНТА.

ТРИ ОСНОВНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВА (НУТРИЕНТА) - ЭТО УГЛЕВОДЫ, ЖИРЫ И БЕЛКИ, ТАК?



ЦЕЛЬ ③ ВЫПОЛНЯЮТ ВИТАМИНЫ И МИНЕРАЛЫ. ВМЕСТЕ С НИМИ ОСНОВНЫХ НУТРИЕНТОВ ВСЕГО ПЯТЬ.



ПЯТЬ ОСНОВНЫХ НУТРИЕНТОВ РАБОТАЮТ ВОТ ТАК.

Основные применения пяти нутриентов



ВИТАМИНЫ И МИНЕРАЛЫ ИЛИ ВОВСЕ НЕ ОБРАЗУЮТСЯ ВНУТРИ ОРГАНИЗМА ИЛИ СИНТЕЗИРУЮТСЯ НЕДОСТАТОЧНО, ПОЭТОМУ ИХ ПРИХОДИТСЯ ПОЛУЧАТЬ ИЗ ПИЩИ.



① Выработка энергии



② Формирование мышц, клеток



③ Облегчение ① и ②



КСТАТИ, В ПИЩЕ
СОДЕРЖАТСЯ НЕ
ТОЛЬКО ПИТАТЕЛЬ-
НЫЕ, ...

...НО И
ТАК НАЗЫВАЕМЫЕ
"БАЛЛАСТНЫЕ ВЕЩЕСТВА".
ТИПИЧНЫЙ
ПРЕДСТАВИТЕЛЬ-
КЛЕТЧАТКА
(ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА).

Клетчатка

НАПРИМЕР,
ГОБО
ИЛИ
КОНЬЯКУ?

ОНИ ПРИ
ЗАПОРАХ
ПОМОГАЮТ.



АА.

КРОМЕ КЛЕТЧАТКИ,
К БАЛЛАСТНЫМ
ВЕЩЕСТВАМ,
ОТНОСЯТ ТАКИЕ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
ЭЛЕМЕНТЫ, КАК
ПОЛИФЕНОЛЫ,
СОДЕРЖАЩИЕСЯ
В СОЕВЫХ БОБАХ,
КРАСНОМ ВИНЕ.

НЕЛЬЗЯ ЗАБЫВАТЬ
И ОБ АБСОЛЮТНО
НЕОБХОДИМЫХ НАМ
ДЛЯ ЖИЗНИ ВОДЕ И
КИСЛОРОДЕ.

ОНИ ВЫПОЛНЯЮТ
ОЧЕНЬ ВАЖНЫЕ
ФУНКЦИИ, ХОТЯ К
ПИТАТЕЛЬНЫМ
ВЕЩЕСТВАМ
НЕ ОТНОСЯТСЯ.

Пять основных
нутриентов

Три основных
нутриента

- Углеводы
- Жиры
- Белки
- Витамины
- Минералы

Балластные
вещества

- Клетчатка
- Функциональные
вещества
- Другое
- Вода
- Кислород

ВОТ
КАК!

ТЕПЕРЬ
ВОПРОС.

ЕСТЬ ВЫРАЖЕНИЕ
"ЭТА ПИЩА
ПИТАТЕЛЬНАЯ".

ПОНИМАЕШЬ
ЛИ ТЫ, ЧТО
СМЫСЛ ЭТО-
ГО ПОНЯТИЯ?

УГУ

ВОТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
"ПИТАНИЯ" И
"ПИТАТЕЛЬНЫХ
ВЕЩЕСТВ".

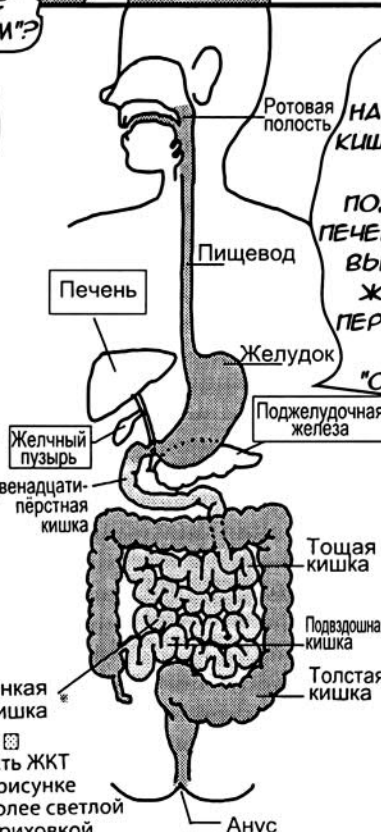
Питание (nutrition)

Здоровая жизнедеятельность с
использованием перевариваемых и
всасываемых веществ пищи.

Питательные вещества (нутриенты)

Вещества, получаемые в результате
переваривания и всасывания пищи.

1-2 Что такое "питание"?

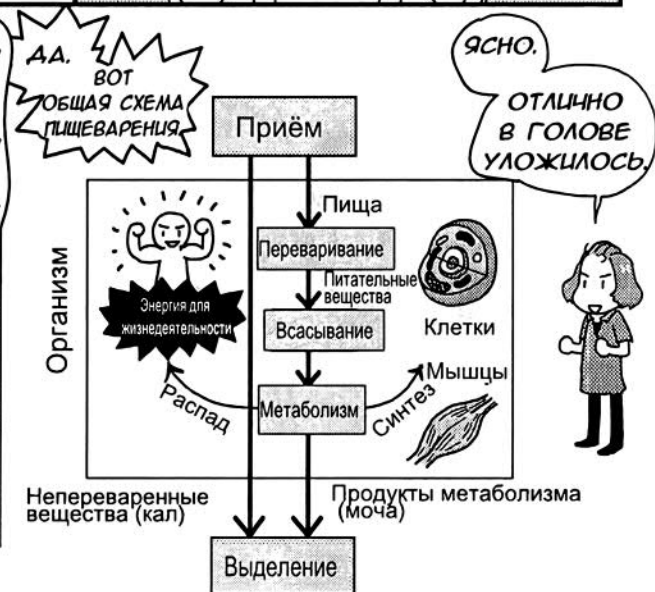


ЭТУ "ТРУБУ" ОБЩЕЙ ДЛИНОЙ 8-10 М НАЗЫВАЮТ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫМ ТРАКТОМ (ЖКТ). ВСЁ ВМЕСТЕ С ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗОЙ, ПЕЧЕНЬЮ И ЖЕЛЧНЫМ ПУЗЫРЁМ, ВЫДЕЛЯЮЩИМИ "СЕКРЕТЫ" - ЖИДКОСТИ, ПОМОГАЮЩИЕ ПЕРЕВАРИВАНИЮ И ВСАСЫВАНИЮ, НАЗЫВАЮТ "ОРГАНАМИ ПИЩЕВАРЕНИЯ".

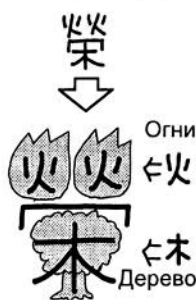


※ : □ Часть ЖКТ на рисунке с более светлой штриховкой называют "тонкой кишкой"





КСТАТИ, О
ПРОИСХОЖДЕНИИ
СЛОВА
"ПИТАНИЕ" (яп. 栄養).
ПЕРВЫЙ ЦЕРОГЛИФ "榮"
ПРОИСХОДИТ ОТ
"ГОРЮЧЕГО
ДЕРЕВА".



* Как считается,
слово
появилось
в VII веке
в Китае в
эпоху Цзинь.

ВТОРОЙ
ЦЕРОГЛИФ "養"
СОДЕРЖИТ
ЭЛЕМЕНТЫ "ОВЦА",
"ЗЕРНО"
И "ЛОЖКА",
ВЫРАЖАЮЩИЕ
"ПИТАНИЕ".



ПИТАНИЕ - ЭТО
ПОДДЕРЖАНИЕ
И УКРЕПЛЕНИЕ
ЗДОРОВЬЯ.



Вот как?!

ДРУГИМИ
СЛОВАМИ, НАУКА
О ПИТАНИИ
ПОМОГАЕТ
СОХРАНИТЬ
ЗДОРОВЬЕ.

И ЭТО
КАСАЕТСЯ
НЕ ТОЛЬКО
НАС САМИХ.

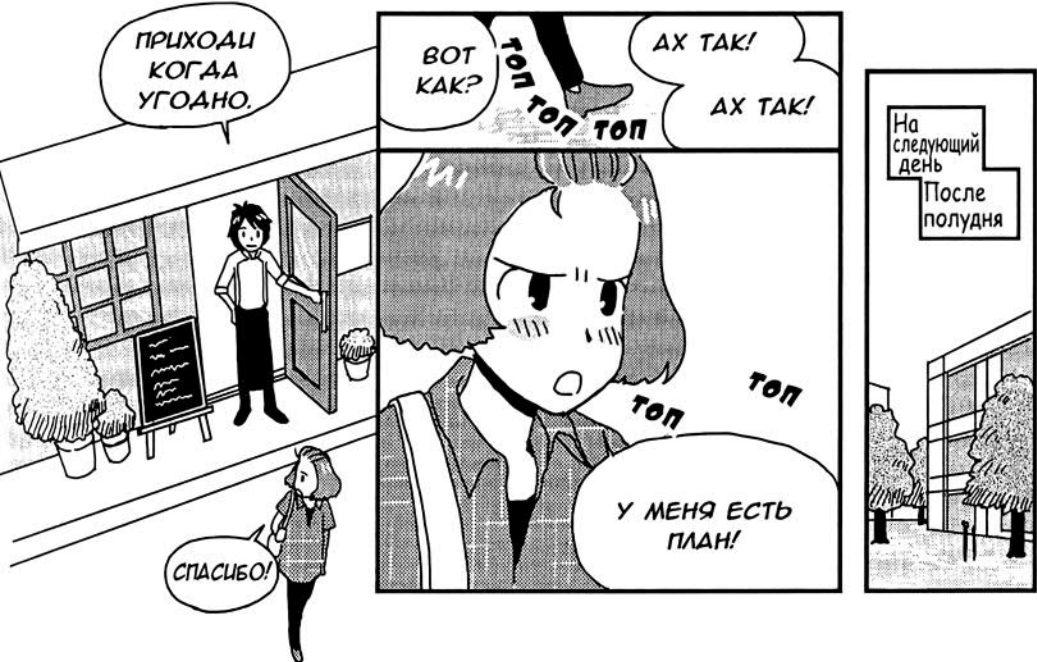
МЫ МОЖЕМ
УКРЕПИТЬ
ЗДОРОВЬЕ
НАШИХ РОДИ-
ТЕЛЕЙ, ДРУЗЕЙ,
ДЕТЕЙ.

НЕ КЛАССНО ЛИ
ЭТО?

ДА!

ХОЧУ
ПРОДОЛЖАТЬ!









Дополнительная информация



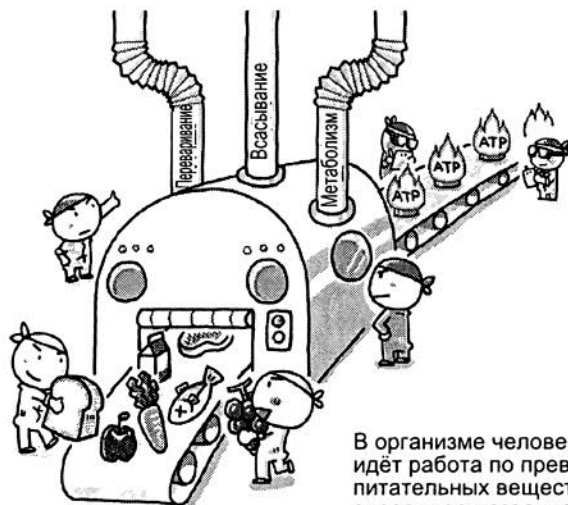
Принимая пищу, мы поддерживаем свою жизнь с помощью её питательных веществ. Давайте здесь поразмышляем над тем, как получаемая из пищи энергия связана с поддержанием жизни, а также над тем, какую пищу продолжал потреблять человек для эффективного получения энергии.

1-3 Для любой деятельности нужна энергия

Наше тело состоит из 60 триллионов клеток. Все вместе они формируют различные ткани: эпителий, покрывающий поверхность нашего тела; мышцы, осуществляющие движения тела и т.д., а также внутренние органы: сердце, печень и др., функционирующие 24 часа в сутки. Все клетки, обновляясь до наступления своей старости, поддерживают нашу жизнь и сохраняют наше здоровье.

Большая часть работы, производимой в организме, выполняется бессознательно. Таких функций бесчисленное множество: "переваривание принятой пищи", "передача в мозг сигналов голода или сытости и соответствующих приказов от нервных клеток мозга во все внутренние органы", "поглощение всосавшихся питательных веществ печенью, мышцами" и т.д. И для выполнения всех функций организма требуется энергия.

Непрерывное производство энергетических молекул



В организме человека непрерывно идёт работа по превращению питательных веществ в источник энергии по названию АТФ.

Мы получаем энергию из пищи. Или, говоря научным языком, превращаем питательные вещества в высокоэнергетические молекулы АТФ (аденозинтрифосфат, англ. сокращение: АТР) путём переваривания, всасывания и метаболизма, а затем, расщепляя эти молекулы, получаем энергию. АТФ, о котором я расскажу в главе 2, необходимо производить на протяжении всей жизни – при невозможности его выработки наступает смерть. Можно сказать, что основная цель приёма пищи – выработка АТФ.

1-4 Четыре пути использования энергии



Другими словами, в организме идёт различная работа с использованием энергии, так?



Хотя в организме выполняется огромное количество различных функций, основных путей использования энергии всего четыре.

Рис.1-1 Пути использования энергии

1. Поддержание температуры тела
2. Сокращения мышц
3. Синтез и расщепление молекул организма
4. Активный транспорт

Во-первых, это поддержание температуры тела. Очевидно, что для поддержания постоянной температуры тела используется энергия.

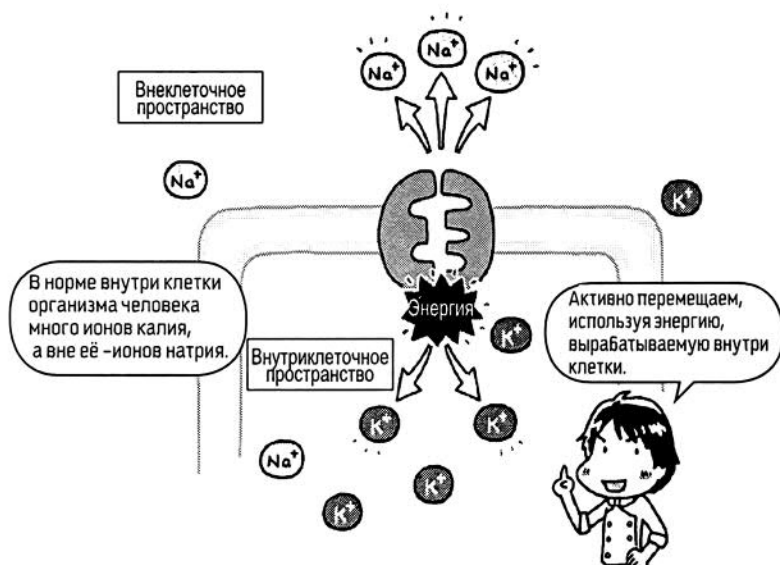
Сокращения мышц – это любые движения: ходьба, бег, броски и тому подобное, движения глаз, носа, рта, рук, пальцев... При любых незначительных движениях расходуется энергия. Это же касается бессознательных движений, таких, как работа нашего насоса – сердца.

Далее, синтез и расщепление молекул организма – это, попросту говоря, составление больших молекул из маленьких, или расщепление больших молекул на более мелкие. Например, из глюкозы – одной из самых маленьких молекул сахаров, собираются "сгустки энергии" – молекулы гликогена, запасаемые в организме, и наоборот, гликоген расщепляется для использования в качестве энергии.

О последнем пути – активном транспорте, ты, возможно, ещё не слышала. Эта функция заключается в регулировке разницы концентраций веществ (молекул, ионов) между внутрисклеточным и внеклеточным пространствами с помощью насосов, находящихся в клеточной оболочке, разделяющей эти пространства и состоящей из молекул липидов. В этой оболочке есть маленькие отверстия, через которые могут свободно проходить молекулы или ионы меньше определённого размера. Так как в обычных условиях молекулы и ионы двигаются из области с высокой концентрацией в область с низкой, их концентрации внутри и вне клетки стремятся сравняться*, однако активный транспорт перемещает их в направлении, которое обратно обычному. Для работы активного транспорта требуется энергия.

※ : Это явление называется "осмосом"

Что такое активный транспорт?



Активный транспорт — это перемещение определённых веществ против естественной разницы концентраций внутри и вне клетки

1-5 Мы едим Солнце: "энергетический посредник" глюкоза

Для получения жизненной энергии легче всего использовать глюкозу, которая относится к моносахаридам – минимальным структурным единицам углеводов. Много глюкозы содержится в фруктах, например, винограде, поэтому её называют ещё "виноградным сахаром". Крахмал образуется в результате соединения большого числа молекул глюкозы. Люди с доисторических времён любили питаться зерном, в котором содержится много крахмала. Они знали, инстинктивно или на основе опыта, что употребление в пищу крахмала – самый эффективный способ поддержания жизни. Крахмал, содержащийся в трёх основных зерновых культурах – рисе, пшенице и кукурузе, а также, например, в ячмене, гречке, пшенице и сегодня употребляется каждый день в составе основных продуктов питания. Сюда относятся также клубни: обычный картофель и батат (сладкий картофель), которые издавна использовались в Европе и Азии для экстренного обеспечения продовольствием в периоды голода.

Зерно, фрукты и другие продукты, содержащие глюкозу, отличаются приятным вкусом. Необходимая для жизни пища становится вкуснее в приготовленном виде, и особенно это касается глюкозосодержащих продуктов.



Мы получаем жизненную энергию из зерна, на знаешь ли ты, что представляет собой эта энергия?



Что? О чём ты?



Хорошо, подсказка. Энергия не появляется из ничего. Любая энергия претерпевает превращения, как, например, свет, тепло. Так что же является источником энергии растений?



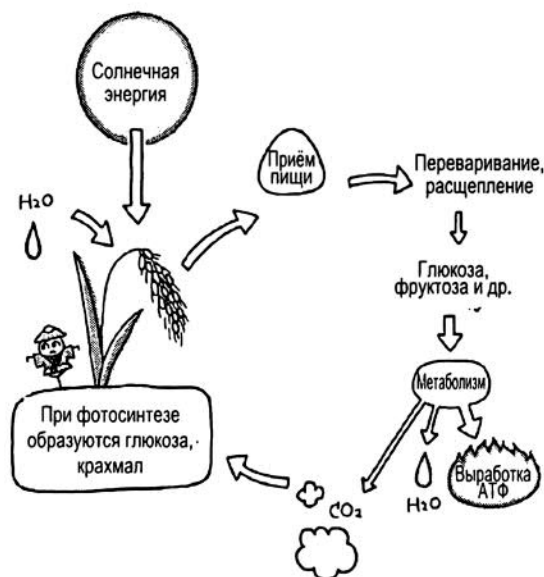
Источником энергии, которую мы получаем из пищи?



Это – солнечный свет.

Поглощая солнечный свет, растения осуществляют фотосинтез, в котором энергия фотонов используется для выработки глюкозы из воды (H_2O) и углекислого газа, а молекула крахмала состоит из десятков тысяч молекул глюкозы, соединённых между собой. Таким образом, крахмал наполнен солнечной энергией. Когда мы едим, например, рис, его крахмал благодаря перевариванию расщепляется на молекулы глюкозы, а метаболизм глюкозы снабжает нас энергией. Вот что имеется ввиду, когда говорят, что мы едим Солнце.

Человек ест Солнце и живёт





Базовые знания по химии

Наука о питании и химия тесно взаимосвязаны. Знания по химии позволят глубже понять происходящие внутри организма реакции переваривания, всасывания, метаболизма. Здесь простыми словами объясняются основы – формулы и реакции, о которых пойдёт речь в дальнейшем, поэтому знающие химию читатели могут пропустить этот параграф.

❖ Молекулярные и структурные формулы

Наше тело и всё вокруг нас состоит из атомов, в основном связанных между собой в молекулы. Молекулы, содержащие атомы разных типов, называют соединениями, а те из них, "скелет" которых образован атомами углерода (C), в большинстве случаев относят к органическим соединениям.

Атомы в молекуле связаны между собой "рукопожатиями" – атомными связями, причём количество "рук", свободных для "рукопожатий", у разных атомов разное: у кислорода их две, у углерода – четыре, у водорода – одна.

Атомная связь может быть как одинарной, так и, например, двойной, когда два атома держат друг друга за обе "руки". Например, связи в молекуле воды (H_2O) – одинарные, диоксида углерода (CO_2) – двойные. Молекулярная формула с помощью химических символов и чисел показывает нам типы и количества атомов, образующих молекулу, а структурная формула позволяет увидеть, как они связаны друг с другом.

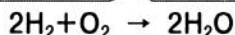
Молекулярные и структурные формулы

	Вода	Диоксид углерода
Молекулярная	H_2O	CO_2
Структурная	$H-O-H$	$O=C=O$

❖ Химические уравнения

В организме протекают разнообразные химические реакции, поддерживающие жизнь. Химические уравнения с помощью химических символов показывают изменения веществ в результате реакции. Например, химическая формула реакции водорода и кислорода выглядит так.

До реакции После реакции



Количества атомов в каждой молекуле выражаются подстрочными индексами, а общие количества атомов каждого типа в левой и правой частях уравнения должны быть одинаковыми. В нашем случае, в реакции участвует 4 атома водорода и 2 атома кислорода.

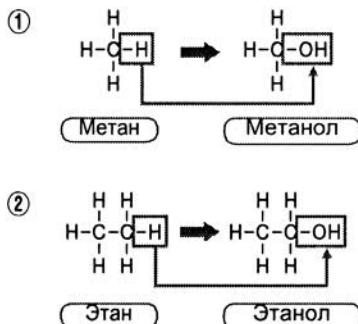
❖ Функциональные и замещающие группы

Известно более 3 млн. органических соединений. Общие структуры в их молекулах, влияющие на свойства: водорастворимость, электропроводность, реакционную способность и т.д., называют функциональными группами, или замещающими группами, если они присоединены к молекуле вместо атомов водорода.

Основные замещающие группы и соответствующие свойства

Группа	Название	Свойства
$-\text{NH}_2$	Аминогруппа	Основные. Хорошая растворимость в воде
$-\text{COOH}$	Карбоксильная группа	Кислотные. Хорошая растворимость в воде
$-\text{OH}$	Гидроксильная группа	Нейтральные. Хорошая растворимость в воде, если мало атомов углерода
$-\text{CHO}$	Альдегидная группа	Легко окисляются – восстановители

В качестве примера изменения свойств при наличии замещающих групп рассмотрим метан и этан.



- ① Рассмотрим метан (CH_4) – основной компонент природного газа. Заменяв в нём один атом водорода (H) на гидроксильную группу ($-\text{OH}$), получим хорошо растворимый в воде метанол (метильный спирт), который используется, например, в качестве топлива для спиртовых горелок.
- ② Этан (C_2H_6), содержащийся в нефтяном или природном газе и используемый в качестве сырья для производства этилена, при замещении атома водорода (H) на гидроксильную группу ($-\text{OH}$) превращается в хорошо растворимый в воде этанол (этиловый спирт), который является основным компонентом алкогольных напитков.

※: В химии хорошую водорастворимость называют "гидрофильностью", а плохую – "гидрофобностью".

Причина трёхразового питания

В настоящее время принято есть 3 раза в сутки, но, например, в Японии, этот обычай укоренился только в конце эпохи Эдо (1603 – 1868 гг.), а до этого нормой считалось двухразовое питание. Считается, что это связано с недостаточным производством крахмалосодержащих продуктов. В конце эпохи Эдо, когда благодаря новым методам земледелия урожаи увеличились, получило распространение трёхразовое питание.

В Японии питание белым рисом привело к распространению болезни бери-бери, от которого умирали сёгуны, их жёны. Считается также, что ей страдал даже император Мейдзи (1852 – 1912 гг.). В то время люди ещё ничего не знали о витаминах.

По причине наличия отлаженных механизмов распределения ролей между нутриентами, несбалансированное питание наносит здоровью вред, ведь каждый нутриент должен присутствовать в организме без нехватки или избытка. При составлении ежедневного рациона желательно основываться на "Нормах питания в Японии"※ и содержании питательных веществ в продуктах.

Потребляемые количества нутриентов очень важны для здоровья.

В случае двухразового питания для восполнения суточных затрат энергии приходится употреблять большие количества пищи за один приём, а трёхразовое питание позволяет избежать этого. Переедание, как известно, вредит здоровью, приводя к "болезням цивилизации": ожирению, сахарному диабету и т.п. В эпоху раннего Эдо исследователь конфуцианства, японский учёный Кайбара Эккэн (1630 – 1714 гг.) написал в "Наставлениях о здоровье", что живот нужно наполнять на восемь десятых". Сам Кайбара дожил до 84 лет в эпоху, когда средняя продолжительность жизни составляла всего 40 лет, поэтому его советы кажутся достаточно убедительными.

Хотя строго научно это не доказано, трёхразовое питание считается предпочтительным ввиду того, что позволяет обеспечивать организм необходимыми количествами питательных веществ, избегая при этом переедания.

※ Дневные нормы потребления калорий, нутриентов в расчёте на среднестатистического японца. (Министерство охраны труда и здоровья Японии)





МЕХАНИЗМ ВЫРАБОТКИ ЭНЕРГИИ



Жить – значит вырабатывать АТФ

2-1 Что такое АТО?

ВЫ ДАВНО
ПРИШЛИ?

ПРОСТИТЕ ЗА
ЗАДЕРЖКУ!

Я БУДУ
ПОМОГАТЬ!

Я
ОПОЗДАЛА?!

ТАК.

АВА ЛАНЧА.
БУДЕТ
СДЕЛАНО.

НУ КАК,
ПОНРАВИЛОСЬ?

И ВСЁ-ТАКИ
ТЕБЕ НУЖЕН
ПОМОШНИК.

СТУК.
СТУК

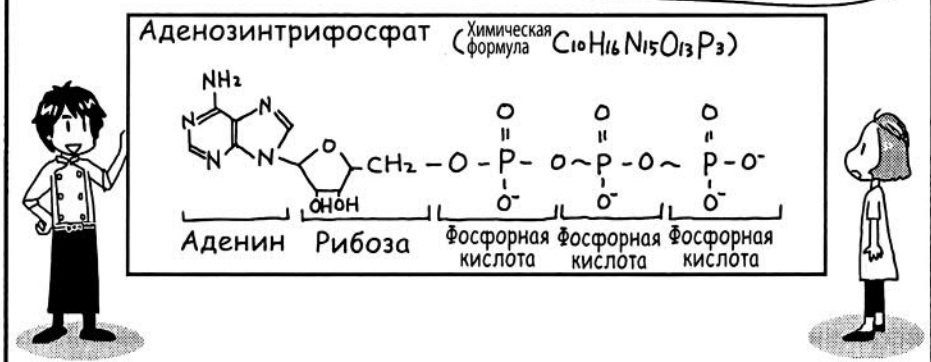
СГОРЯЛИ
ЧТО?!

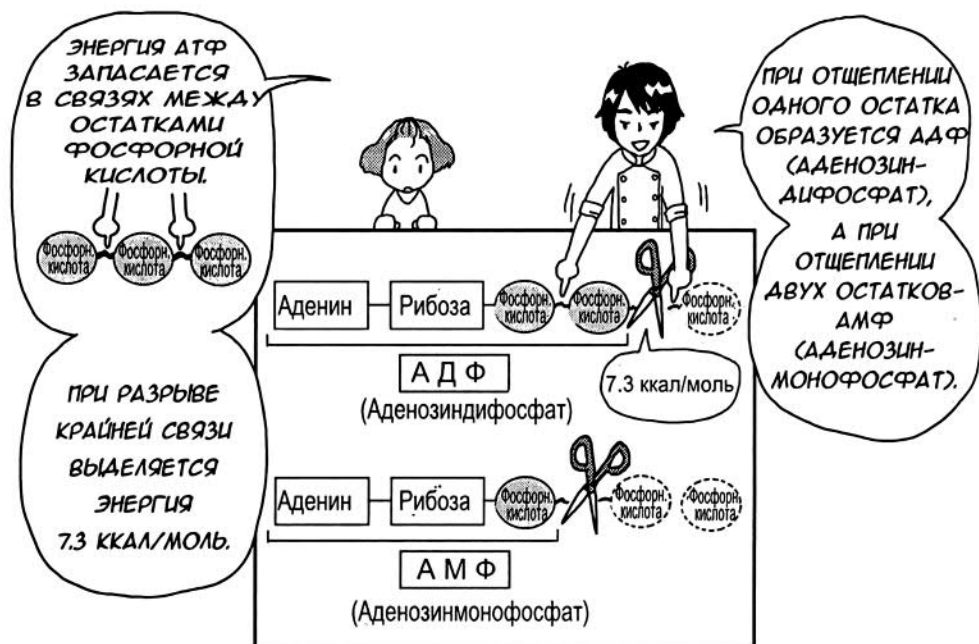
ПОЖАЛУЙСТА.

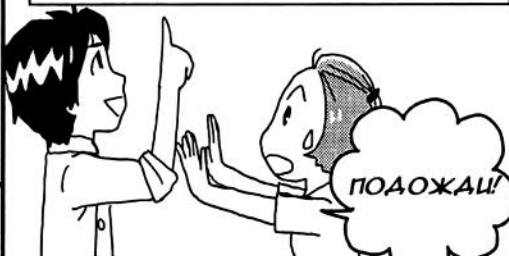
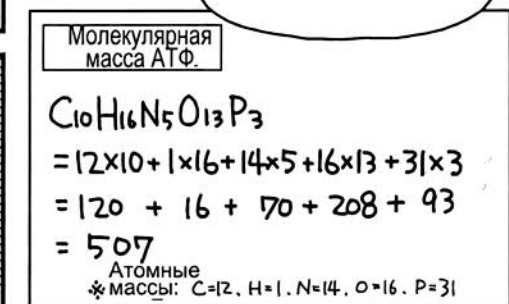
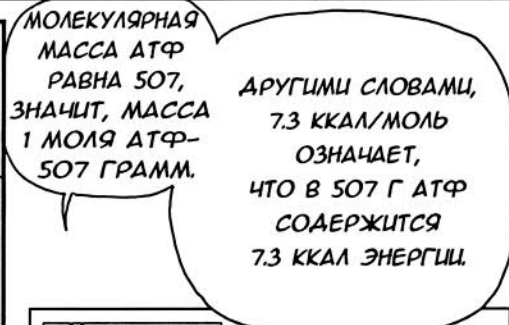
АМИНО! А
МНЕ ЕЩЁ
ПИРОЖКОВ!

ПОЖАЛУЙСТА.









※1 : Сумма атомных масс всех атомов, составляющих молекулу. Например, атомная масса водорода равна 1, а кислорода—16, значит, молекулярная масса воды (H_2O) будет равна $1 \times 2 + 16 = 18$.
 ※2 : 1 моль любого вещества содержит 6.02×10^{23} частиц (число Авогадро).

ВЗРОСЛОЙ ЖЕНЩИНЕ
НУЖНО ГДЕ-ТО
2000 КИЛОКАЛОРИЙ
В ДЕНЬ,
ТАК?



А ЗНАЧИТ...

ПОЛУЧАЕТСЯ,
НУЖНО
ВЫРАБАТЫВАТЬ
140 КГ^{ЖЗ} АТФ!?

$$2\,000 \text{ ккал} \div 7.3 \text{ ккал} \times 507 \text{ г} = 138\,904 \text{ г}$$

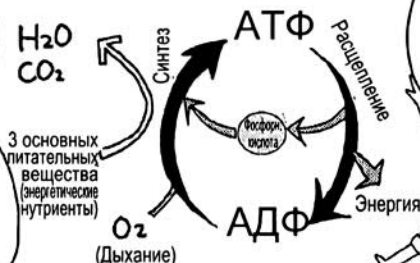


ЖЗ : Без учёта КПД преобразования.

АА.
УДИВИ-
ЛАСЬ?



МЫ
ПОЛУЧАЕМ
ЭНЕРГИЮ
БЛАГОДАРЯ
ПРЕВРАЩЕНИЮ
АТФ В АДФ,
ИЗ КОТОРОЙ
ЗАТЕМ ОПЯТЬ
СИНТЕЗИРУЕТСЯ
АТФ, ДАВАЯ НАМ
ВОЗМОЖНОСТЬ ОПЯТЬ
ПОЛУЧАТЬ ЭНЕРГИЮ.



ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ
ЦИКЛОМ АТФ,
КОТОРЫЙ
ПРОДОЛЖАЕТСЯ
ВСЮ ЖИЗНЬ.



ИСТОЧНИКОМ ЭНЕРГИИ,
НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ
ПОДДЕРЖАНИЯ ЭТОГО
ЦИКЛА, ЯВЛЯЮТСЯ
3 ОСНОВНЫХ НУТРИЕНТА.



ТЕПЕРЬ
ВОПРОС.

КАКОЙ
ИЗ 3 ОСНОВНЫХ
НУТРИЕНТОВ
ЛУЧШЕ ВСЕГО ДЛЯ
СИНТЕЗА АТФ?



НАВЕРНОЕ,
ГЛЮКОЗА
УГЛЕВОДОВ?



АА.

ГЛЮКОЗА ХОРОШО
РАСТВОРЯЕТСЯ
В ВОДЕ, ПОЭТОМУ
УДОБНА ДЛЯ
СИНТЕЗА АТФ.



2-2 Три этапа производства АТФ







Внутренняя
мембрана

3 Электрон-транспортная цепь

Внутренняя
мембрана

Матрикс

пристранило

ОДУТЕНАЯ
МЕМБРАНА

Матрикс

Митохондрия

Атомы водорода

Внутренняя

1 Гликолиз

2 Цикл Кребса

3 Электрон-транспортная цепь

A diagram of a cell with various organelles. A label 'Глюкоза' (Glucose) points to a specific organelle, and a label 'АТФ' (ATP) points to another organelle, likely the mitochondrion.

2 молекулы

• 2 молекулы

A cartoon illustration of a cell membrane, represented by a phospholipid bilayer. Several ATP molecules are shown as small, round, yellowish structures with 'ATP' written on them, clustered together. To the left, a cloud-like bubble contains the chemical formula O_2 . To the right, a cloud-like bubble contains the chemical formula H_2O . The entire scene is set against a background of a cell membrane.

Глюкоза	Пируват	Атомы водорода
$C_6H_{12}O_6$	$\rightarrow 2C_3H_4O_3$	$+ 4H_2$

Пируват + Вода → Диоксид углерода + Атомы водорода

$$2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{CO}_2 + 20\text{H}$$

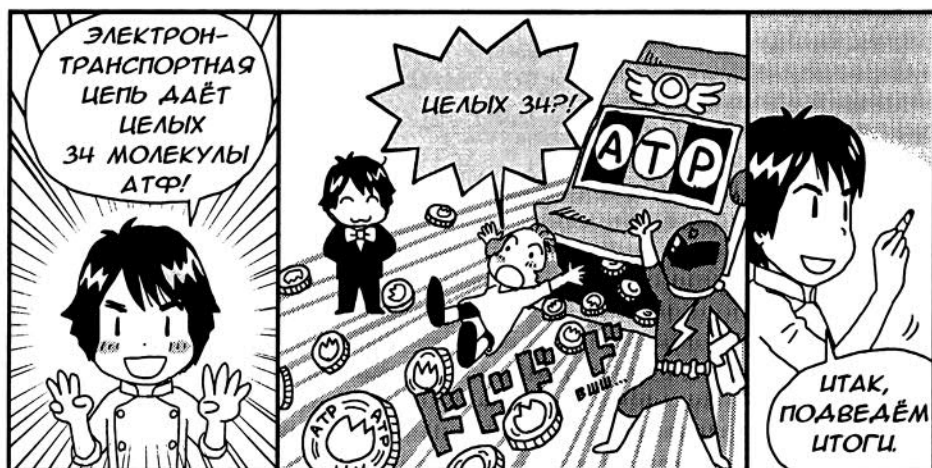
Атомы
водорода Кислород Вода
24 Н + 6 О₂ → 12 Н₂О

ЭЛЕКТРОН-
ТРАНСПОРТНА
ЦЕПЬ-ЛЦДЕР

24 АТОМА
ВОДОРОДА
ИЗ ГЛИКОЛИЗА
И ЦЕПИ КРЕБСА
РЕАГИРУЮТ
С ВЫХЛЕМАЕМЫМ
КИСЛОРОДОМ
С ОБРАЗОВАНИЕМ
ВОДЫ.

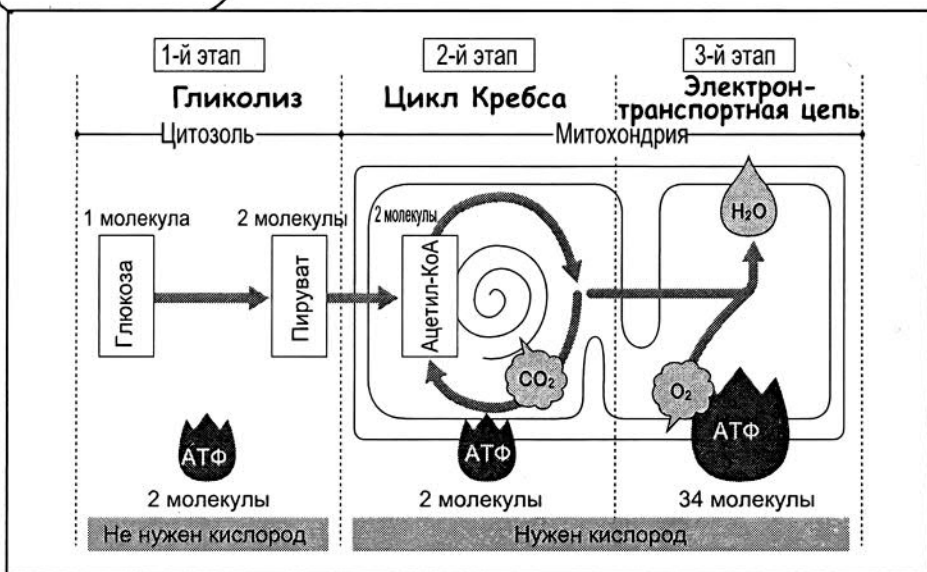
※ :Атом водорода (H) передаётся коферменту в форме иона водорода (H⁺) и электрона (e⁻)

ПРИ ЭТОМ
ОБРАЗУЕТСЯ
МНОГО АТФ



ВОТ ТРИ ЭТАПА
ПРОИЗВОДСТВА
АТФ.

Механизм выработки АТФ



ВОТ ТАКУЮ
СХЕМУ ЗАПОМНИТЬ
СМОЖЕШЬ?

Э ИЗ 1 МОЛЕКУЛЫ
ГЛЮКОЗЫ ПРИ
ГЛИКОЛИЗЕ, Э В ЦИКЛЕ
КРЕБСА, 34 В ЭЛЕКТРОН-
ТРАНСПОРТНОЙ ЦЕПИ.

ИТОГО, 38
МОЛЕКУЛ
АТФ!!



* Гликоген запасается также в мышцах с другими целями (см. Дополнительную информацию 3-6 главы 3)

ПРИ ДЕФИЦИТЕ
ГЛЮКОЗУ ОТЩЕПЛЯЮТ
ОТ ЭТОГО
ПОЛИМЕРА И ПОДАЮТ
В КРОВЬ.



ВОТ И ВСЁ
ПРО АТФ
В ОБЩИХ
ЧЕРТАХ.



КСТАТИ, КОГДА
ТЫ СМОЖЕШЬ
ПРИХОДИТЬ
НА РАБОТУ?

КАК?



У ТЕБЯ ВЕДЬ
ЕЩЁ И ЗАНЯТИЯ
В УНИВЕРСИТЕТЕ...



ВСЁ
НОРМАЛЬНО!

ХОТЬ КАЖАБЫ
ДЕНЬ, ЧТОБЫ
ИЗУЧАТЬ НАУКУ
О ПИТАНИИ!



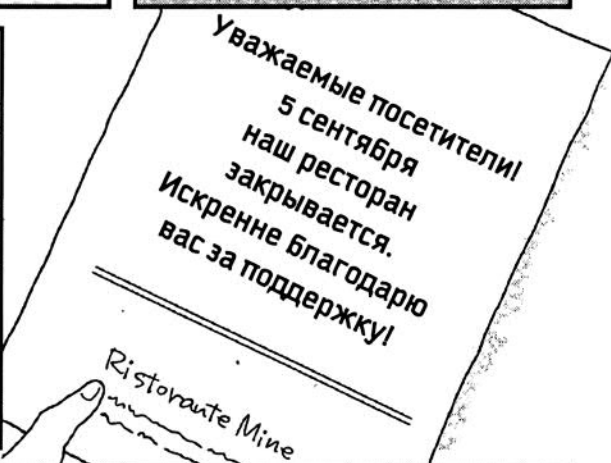
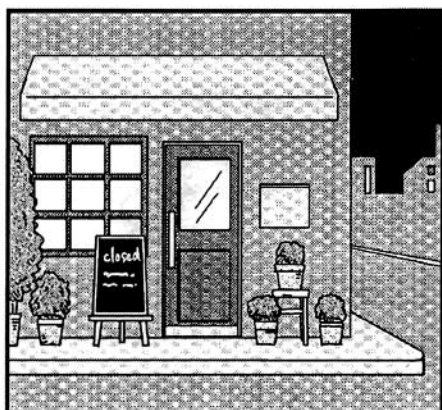
НЕ
НАПРЯГАЙСЯ
СЛИШКОМ.



КАК НАСЧЁТ
КРАТКОСРОЧНОЙ
ПОДАРОБОТКИ НА
2 МЕСЯЦА?

ЗА ЭТО ВРЕМЯ
ТЫ ВПОЛНЕ
СМОЖЕШЬ
УСВОИТЬ
ОСНОВЫ.







Дополнительная информация



В главе 1 я рассказал, что основная цель питания – производство АТФ. Механизм получения человеком энергии из пищи сложен, но удивительно хорошо отлажен. Здесь я немного подробнее опишу каждый из трёх основных этапов энергетического обмена.

2-3 Переходы, шаги и прыжки АТФ

1 Гликолиз

Гликолиз – это расщепление 1 молекулы глюкозы на 2 молекулы пирувата. В отличие от двух последующих этапов, он может проходить и без кислорода. Такие реакции называют "анаэробным метаболизмом"※¹.



Гликолиз я описал в сокращённом виде. На самом деле это – десятиступенчатая реакция, как на рис.2-1.



Ой, что это?!



Успокойся. Пока тебе необязательно запоминать все вещества – достаточно понять процесс по пунктам ①–⑩.



Ясно.

Сначала глюкоза под действием фермента превращается в глюкозо-6-фосфат (①). Фермент – это вещество, облегчающее протекание реакции, для чего используется полученная от АТФ энергия. Здесь энергия АТФ как бы "берётся в кредит"※², величина этого долга здесь равна 1 молекуле АТФ.

В реакции ③ глюкозо-6-фосфат превращается в фруктозо-1,6-бисфосфат, и АТФ для этого опять "берётся в кредит". Итак, долг теперь составляет 2 молекулы АТФ.

Впервые АТФ синтезируется в реакции ⑦: 1,3-бисфосфоглицерат превращается в 3-фосфоглицерат.

※ 1 : Реакции, для которых требуется кислород, называются "аэробными".

※ 2 : Хотя АТФ невозможно запастись, в малых количествах он всегда есть в клетке

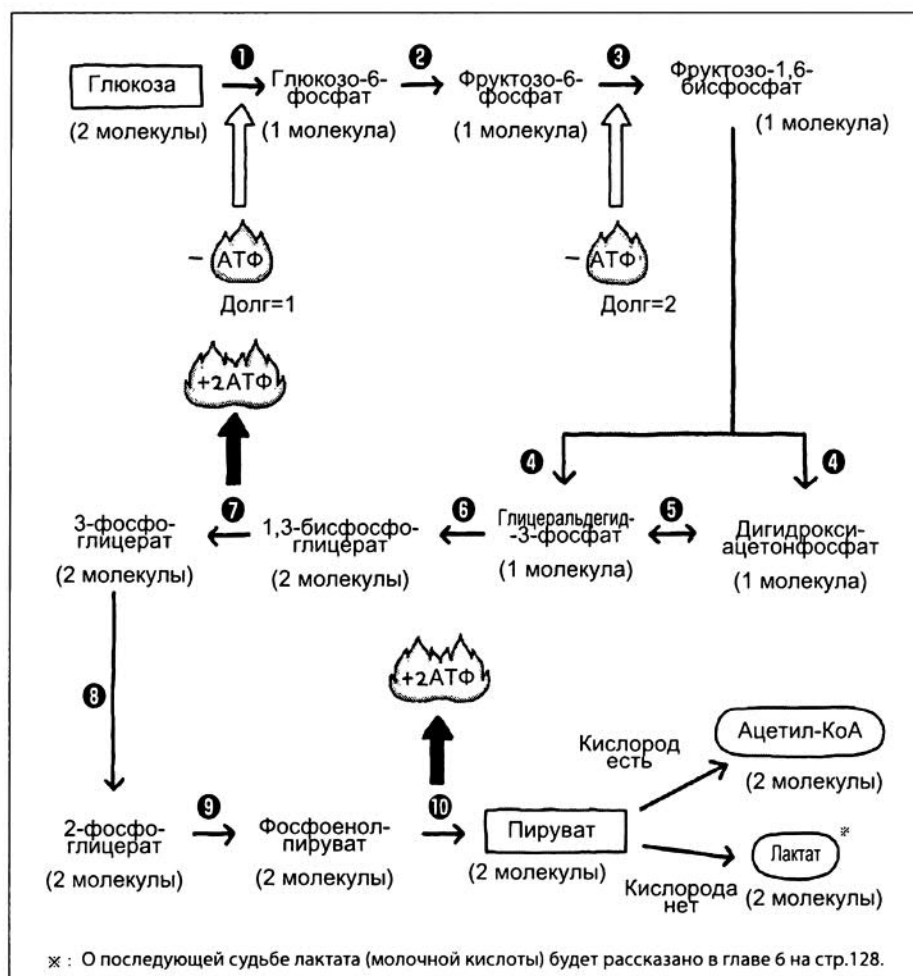


Рис.2-1 Путь гликолиза

При этом образуются 2 молекулы АТФ. В реакции ⑩ тоже синтезируются 2 молекулы АТФ. В итоге получается $(-1)+(-1)+2+2=2$. Таким образом, метаболизм 1 молекулы глюкозы даёт нам 2 молекулы АТФ.

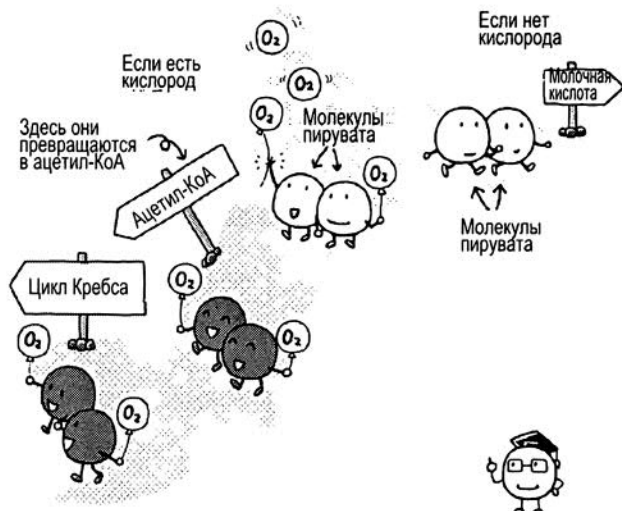
Конечный продукт гликолиза – 2 молекулы пирувата (пировиноградной кислоты), передаются на следующий этап, но здесь есть развилка: если кислород есть, то пируват превращается в ацетил-КоА и входит в цикл Кребса, но при отсутствии кислорода он превращается в лактат (молочную кислоту).



Значит если есть кислород, то можно получить много энергии?

Именно! Окисление – это необходимое условие перехода на следующий этап производства АТФ – в цикл Кребса, который называют ещё циклом трикарбоновых кислот (ЦТК), или циклом лимонной кислоты, или цитратным циклом.

Развилка пирувата



В присутствии кислорода пируват превращается в ацетил-КоА, а если кислорода нет – в молочную кислоту (лактат).

2 Цикл Кребса

Цикл Кребса – это метаболический путь из десяти ступеней, начинающийся с реакции превращения ацетил-КоА в лимонную кислоту (цитрат). Он носит имя открывшего его немецкого биохимика Ханса Кребса, но его называют также циклом трикарбоновых кислот (ЦТК) или циклом лимонной кислоты (цитратным циклом). Схема цикла приведена на рис.2-2. Не стоит пугаться того, что в этих реакциях, катализируемых ферментами, много названий веществ – достаточно понять процесс в целом, а также связь с электрон-транспортной цепью следующего этапа. Лимонная кислота содержится, например, в цитрусовых (лимонах и т.п.), в сушёных сливах "умэбоси", уксусе. Некоторые считают, что лимонная кислота помогает снимать усталость.



Кстати, во время физкультурных мероприятий мама принесла мне лимоны в нарезку с мёдом.

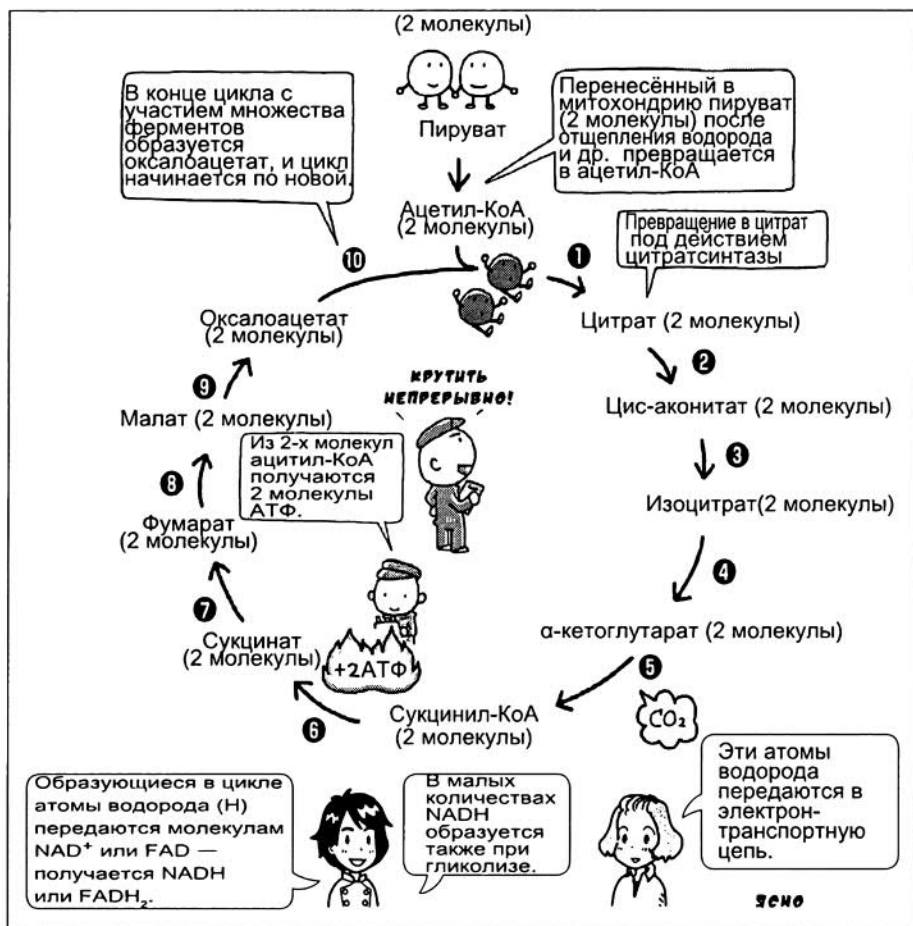


Рис.2-2 Цикл Кребса

В цикле Кребса АТФ образуется в реакции расщепления ⑥ сукцинил-КоА до янтарной кислоты (сукцината). Углекислый газ (CO_2), образующийся при превращении α -кетоглутарата в сукцинил-КоА, выделяется при дыхании.

Атомы водорода, образующиеся при расщеплении пирувата, соединяются с коферментом NAD^+ (никотинамидадениндинуклеотид) или FAD (флавинадениндинуклеотид), образуя восстановленные формы: NADH или FADH_2 . Коферменты – это вещества, помогающие ферментам функционировать. Ещё их называют "транспортными молекулами", так как другой их функцией является перенос атомов внутри организма. Атомы водорода, соединившиеся с NAD^+ или FAD , переносятся на следующий этап – электрон-транспортную цепь.

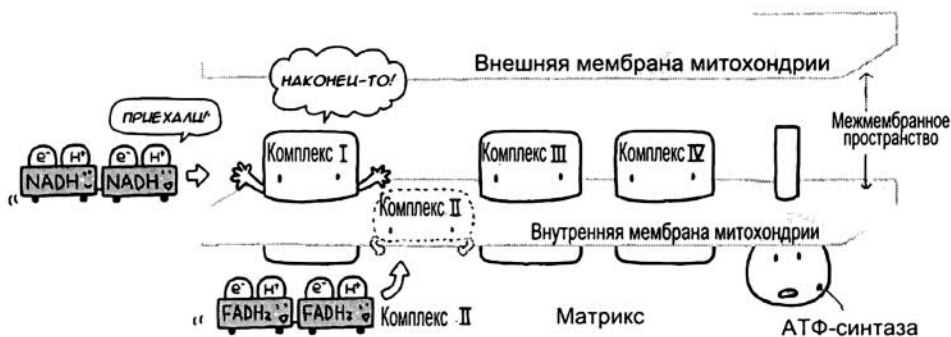
3 Электрон-транспортная цепь

Электрон-транспортная цепь (ЭТЦ)—это конвейер массового производства АТФ на внутренней мембране митохондрий. Он запускается молекулами NADH или FADH_2 , образовавшимися в цикле Кребса. Атомы водорода в составе этих молекул переносятся на белковые комплексы (комплексы дыхательной цепи) в виде ионов водорода (H^+) и электронов (e^-). Можно сказать, что массовое производство АТФ осуществляется благодаря перемещению электронов по внутренней оболочке митохондрии. Изучим общий ход реакций в этой цепи с помощью иллюстрации на следующей странице.

Ионы водорода переносятся из матрикса в межмембранное пространство с помощью насоса. Три комплекса [I], [II] и [III], пронзающие внутреннюю мембрану, при стимуляции (1) перемещением электронов работают как насосы и перекачивают (2) ионы водорода из матрикса. При накоплении ионов водорода в межмембранном пространстве между ним и матриксом возникает разность концентраций, называемая градиентом, и возникает давление, направленное из межмембранного пространства к матриксу.

К счастью, имеются комплексы, играющие роль проходов из межмембранного пространства в матрикс и называемые АТФ-синтазой. Когда градиент концентрации достигает предела, ионы водорода устремляются в проходы подобно воде, прорвавшей плотину. При каждом прохождении иона водорода через такой проход синтезируется (3) АТФ. Это можно уподобить гидроэлектростации, вырабатывающей электроэнергию благодаря напору воды с помощью турбины. Считается, что АТФ-синтаза "вращается" со скоростью 30 оборотов/сек. Таким образом, образуются 34 молекулы АТФ.

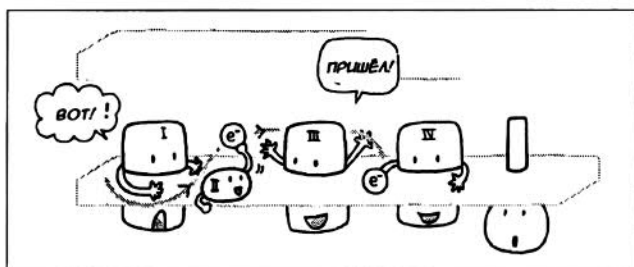
Электрон-транспортная цепь



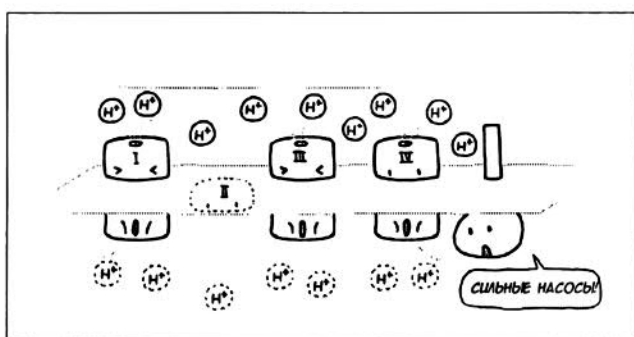
Ионы водорода (H^+) и электроны (e^-), образовавшиеся при гликолизе и в цикле Кребса, доставляются в составе молекул NADH или FADH_2 .

Закончив синтез АТФ, ионы водорода и электроны соединяются с кислородом, полученным при дыхании, и превращаются в воду, которая выводится из организма, например, в виде пота.

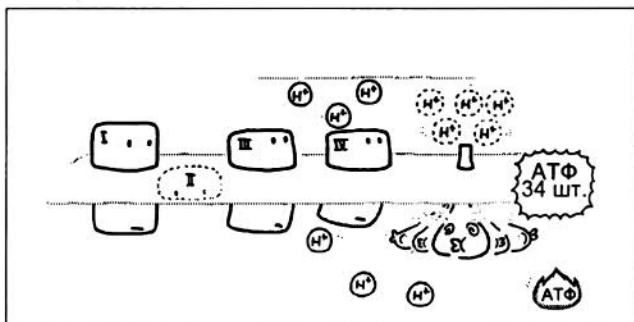
- ① Электроны переносятся от одного комплекса к другому.



- ② Ионы водорода (H^+) выкачиваются в межмембранное пространство и накапливаются в нём.



- ③ Когда градиент концентрации достигает предела и ионы водорода (H^+) начинают проходить через АТФ-синтазу, вырабатывается АТФ.



2-4 Путь синтеза АТФ из 3 основных нутриентов



Я хорошо поняла процесс синтеза АТФ из глюкозы. Но ты ведь говорил, что АТФ производится из трёх основных нутриентов?



Да, я говорил, что АТФ синтезируется также из жиров и белков. Что ж, расскажу вкратце и об этих путях.

Путь синтеза АТФ из жиров — это пункты ① и ②, а из белков — пункты ③–⑧ на рисунке 2-3. Видно, что любой путь рано или поздно сливается с путём синтеза АТФ из глюкозы.

<Путь синтеза АТФ из жиров>

Материалом для синтеза АТФ из жиров становятся их компоненты—жирные кислоты и глицерин. После расщепления на жирные кислоты и глицерин жирные кислоты переносятся, например, в мышцы, печень и расщепляются там. Здесь в реакции по названию "β-окисление*" синтезируется (①). Глицерин превращается в глицерин-3-фосфат, который является промежуточным продуктом гликолиза, и вливается (②) в путь гликолиза.

См. Дополнительную информацию главы 4.

<Путь синтеза АТФ из белков>

Материалом для синтеза АТФ из белков становятся их структурные единицы—аминокислоты, множество видов которых имеют разные пути метаболизма, превращаясь в пируват, ацетил-КоА, 4 промежуточных вещества цикла Кребса. Всего имеется шесть таких путей (③–⑧).



Заметила, что и у жиров, и у белков есть путь, идущий к ацетил-КоА?



Это пути ① и ④, да? А ацетил-КоА служит мостиком между гликолизом и циклом Кребса...



Да. Но ацетил-КоА играет роль промежуточного вещества не только в синтезе АТФ, но и во многих других путях метаболизма, поэтому его ещё называют "перекрёстком путей метаболизма".



Вот это да!

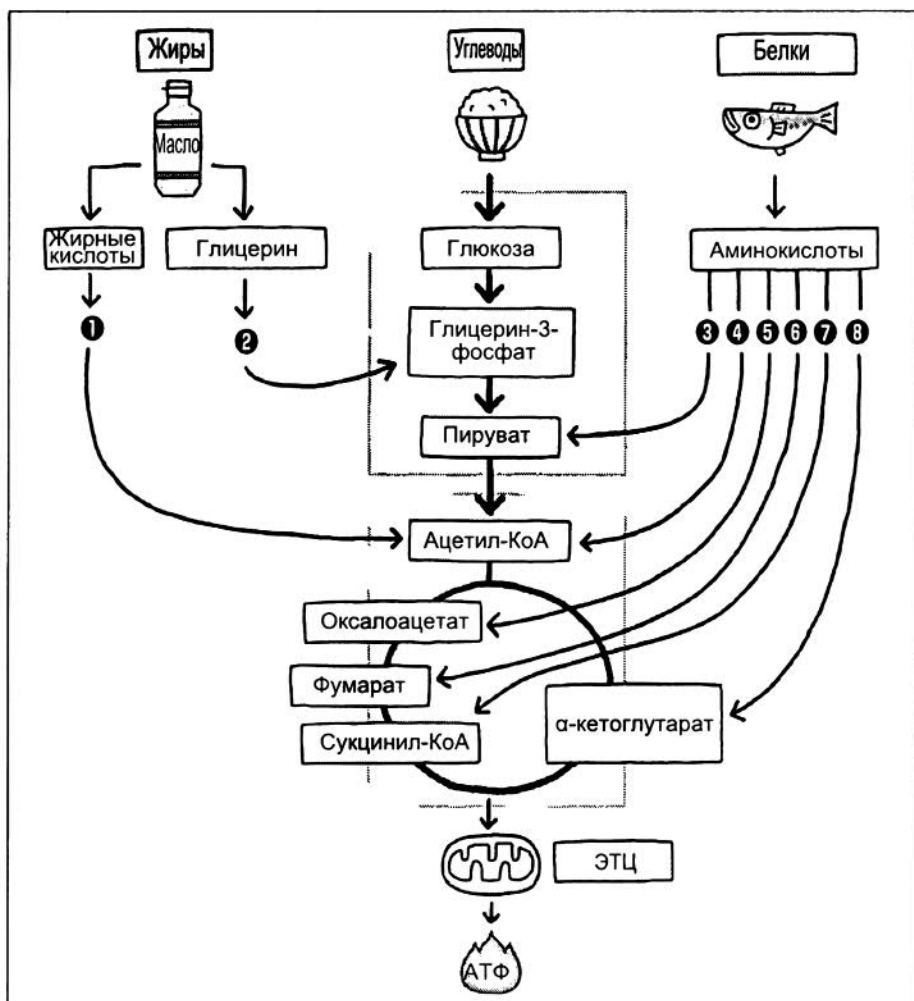


Рис.2-3 Пути синтеза АТФ из 3 основных нутриентов

👉 Проверьте себя!

- ☐ Энергия АТФ выделяется при разрыве связей между остатками фосфорной кислоты
- ☐ Существуют не требующий кислорода анаэробный (гликолиз) и требующий кислород аэробный пути (цикл Кребса) синтеза АТФ.
- ☐ В аэробном пути метаболизма в митохондриях атомы водорода реагируют с кислородом с образованием воды. При этом синтезируется большое количество молекул АТФ.

Разобщители, мешающие синтезу АТФ

Слышали ли вы про "разобщители", влияющие на электрон-транспортную цепь массового производства АТФ? По английски они называются uncoupler. Что же они разобщают? ЭТЦ основана на связи двух явлений: переносе электронов по внутренней мембране митохондрии и синтезе АТФ, а разобщители разрывают эту связь: электроны по-прежнему переносятся, но синтеза АТФ не происходит.

Под их действием ионы водорода, накопленные в межмембранном пространстве, минуя АТФ-синтазу возвращаются в матрикс, и энергия выделяется в виде тепла без запасаения внутри АТФ.

Мешая синтезу лишней АТФ, разобщители препятствуют полноте. Кроме того, в качестве сырья для производства АТФ начинают использоваться жиры, что способствует похудению. Просто мечта для людей на диете, не так ли?

В действительности, один из разобщителей — динитрофенол, использовался для лечения ожирения в 1930-х годах в США, так как было замечено снижение веса рабочих, имеющих с ним дело в производстве. Однако часто возникали побочные эффекты: глаукома, полиневропатии, а в некоторых клиниках были даже случаи с летальным исходом, так как для реальной блокады синтеза АТФ — похудения, необходим приём в дозах, близких к смертельным. В связи с этим, в настоящее время использование динитрофенола в качестве препарата запрещено во всём мире. К сожалению, нет лёгких путей похудения.





ПИТАТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕВОДОВ



Углеводы дают больше всего энергии

3-1 Типы углеводов

☆♥♣★♠△
△♠♥♣★

Обычно спокойные студенты кафедры диетологии 1 раз в году сходят с ума.

Это кулинарный конкурс — значимое событие в кампусе.

ХАА
ГЛЫИ
ПЭИИ

≤ Nemo
ИЗ ФОСФО-
ЕНОПИРУВАТА...

Уникальность этого конкурса в том, что критерием является не только вкус.

chocolat

...ОЗНАЧАЕТ, ЧТО...

ПЭИИ
МУИИ
МУИИ

Учитываются также сбалансированность нутриентов, калорийность, сервировка, экономичность, новизна и другое.

Фермеры и лавочники содействуют в проведении конкурса.

Он транслируется по местному кабельному телевидению. Поистине грандиозное событие.

СЕГОДНЯШНЯЯ ТЕМА БУДЕТ НА ЭКЗАМЕНЕ! ЗАУЧИТЕ НАИЗУСТЬ!

はあー

Это кулинарный конкурс—значимое событие в кампусе.

☆ ▼ ∞ ★ Ω ∞
△ M ∞ ▲ 9 □

Обычно спокойные студенты кафедры диетологии 1 раз в году сходят с ума.

≤ Num de
из фосфо-
енолпирувата.

Уникальность этого конкурса в том, что критерием является не только вкус.

...ОЗНАЧАЕТ, ЧТО...

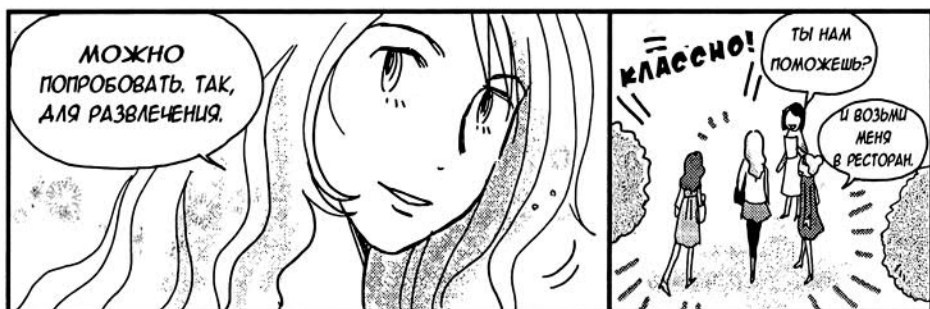
Учитываются также сбалансированность нутриентов, калорийность, сервировка, экономичность, новизна и другое.

Фермеры и лавочники
содействуют в
проведении конкурса.

Он транслируется по
местному кабельному
телевидению.
Поистине грандиозное
событие.

СЕГОДНЯШНЯЯ
ТЕМА БУДЕТ НА
ЭКЗАМЕНЕ!
ЗАУЧИТЕ
НАНЗУСТЬ!

はあー





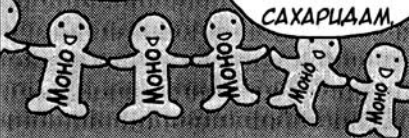
УГЛЕВОДЫ ДЕЛЯТСЯ НА ТИПЫ ПО КОЛИЧЕСТВУ СТРУКТУРНЫХ ЕДИНИЦ-МОНОСАХАРИДОВ ВРОДЕ ГЛЮКОЗЫ.



- Олигосахариды: 2 - 10 шт.
- Полисахариды: много

АИСАХАРИДЫ СОСТОЯТ ИЗ ДВУХ МОНОСАХАРИДОВ, ТРИСАХАРИДЫ - ИЗ ТРЁХ И ТАК ДАЛЕЕ.

ТАКИЕ УГЛЕВОДЫ ОТНОСЯТ К ОЛИГОСАХАРИДАМ.



"ОЛИГО" ПО ГРЕЧЕСКИ ОЗНАЧАЕТ "МАЛО".



ИТАК, О МОНОСАХАРИДАХ.

СЧИТАЕТСЯ, ЧТО В ПРИРОДЕ ИХ СУЩЕСТВУЕТ БОЛЕЕ 200.

ЧТО?! АВЕСТИР?!

Я НЕ СМОГУ ИХ ЗАПОМНИТЬ.

НЕ НУЖНО ЗАПОМНИТЬ.

ДОСТАТОЧНО ЗНАТЬ ОБ ЭТИХ ТРЁХ.

Моносахариды

Глюкоза

(Виноградный сахар)



ЗАРАВСТВУЙТЕ! Я ГЛЮКОЗА - ИСТОЧНИК ВАШЕЙ ЭНЕРГИИ!

Я - САМЫЙ СЛАДКИЙ ИЗ ВСЕХ МОНОСАХАРИДОВ.



Фруктоза
(Фруктовый сахар)

А Я - САМЫЙ НЕСЛАДКИЙ ИЗ ВСЕЙ ТРОИЦЫ.



Галактоза

ЭТО ТРИ САМЫХ ВАЖНЫХ МОНОСАХАРИДА

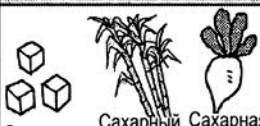
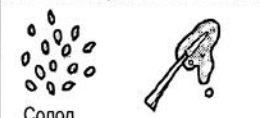


Я БОЛЬШЕ ВСЕГО ЛЮБЛЮ ФРУКТОЗУ, КОТОРОЙ ПОЛНО В МЁДЕ.

ТЕПЕРЬ
ОЛИГО-
САХАРИДЫ.

ЗАПОМНИ ЭТИ ТРИ,
ОТНОСЯЩИЕСЯ
К ДИСАХАРИДАМ.

Дисахариды

Название	Содержащие продукты
Сахароза (Сахар)  Глюкоза Фруктоза	 Сахар Сахарный тростник Сахарная свёкла
Мальтоза (Солодовый сахар)  Глюкоза Глюкоза	 Солод Мидзуамэ
Лактоза (Молочный сахар)  Глюкоза Галактоза	 Женское молоко Коровье молоко

ВИДНО, ЧТО
СВОЙСТВА
ЗАВИСЯТ ОТ
КОМБИНАЦИИ.

ЛАКТОЗА
СОДЕРЖИТСЯ В
МОЛОКЕ МЛЕКОПИТА-
ЮЩИХ: В ЖЕНСКОМ
МОЛОКЕ - 7,0%,
В КОРОВЬЕМ - 4,5%.

А ЭТО
МАКРОМОЛЕКУЛЫ
УГЛЕВОДОВ -
ПОЛИСАХАРИДЫ.

Полисахариды

Название	Содержащие продукты
Крахмал 	 Зерновые, картофель и др.
Гликоген 	 Печень, мышцы животных

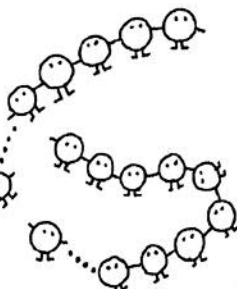
ОБА ВЕЩЕСТВА
СОСТОЯТ ИЗ
ДЕСЯТКОВ ТЫСЯЧ
МОЛЕКУЛ ГЛЮКОЗЫ,
АА?

КРАХМАЛ - ЭТО
СМЕСЬ АМИЛОЗЫ
(ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПОЧЕК
ГЛЮКОЗЫ)
И АМИЛОПЕКТИНА
(РАЗВЕТВЛЁННЫХ
ЦЕПОЧЕК ГЛЮКОЗЫ).

АМИЛОПЕКТИН
ПРИ НАГРЕВАНИИ С
ВОДОЙ ДАЁТ
КЛЕЙКОСТЬ.

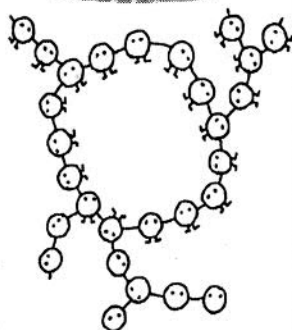
Крахмал

Амилоза



Линейные цепочки

Амилопектин



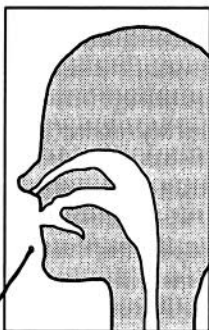
Разветвлённые цепочки



3-2 Переваривание, всасывание и метаболизм углеводов



ПОПАВ В РОТ,
КРАХМАЛ
СНАЧАЛА
РАСЩЕПЛЯЕТСЯ
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫМ
ФЕРМЕНТОМ -
АМИЛАЗОЙ
СЛЮНЫ.



ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ
ФЕРМЕНТ -
ЭТО
ХИМИЧЕСКОЕ
ПЕРЕВАРИВАНИЕ...



АА.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ
ФЕРМЕНТЫ ОТЛИЧАЮТСЯ
ТЕМ, ЧТО РАСЩЕПЛЯЮТ
ТОЛЬКО ОПРЕДЕЛЁННОЕ
ВЕЩЕСТВО (НУТРИЕНТ).

ОНИ НЕ ОБРАЩАЮТ
ВНИМАНИЯ НИ НА ЧТО,
КРОМЕ СВОЕЙ
МИШЕНИ?

АА.

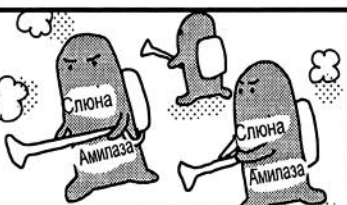
МИШЕНЬ
АМИЛАЗЫ - ЭТО
КРАХМАЛ.

ЧАСТЬ ЕГО ОНА
РАСЩЕПЛЯЕТ
ДО МАЛЬТОЗЫ.

Крахмал

Крахмал

Крахмал



НО БОЛЬШАЯ ЧАСТЬ
СОХРАНЯЕТСЯ В ВИДЕ
ПРОМЕЖУТОЧНОГО
ПОЛИСАХАРИДА -
ДЕКСТРИНА.

УФФ...

АМИЛАЗА СЛЮНЫ
БОЛЬШЕ
РАСЩЕПИТЬ
НЕ МОЖЕТ.

ПОТОМУ, ЧТО
РОТОВУЮ ПОЛОСТЬ
КРАХМАЛ ПРОХОДИТ
СЛИШКОМ БЫСТРО?

В КАКОЙ-ТО МЕРЕ, АА.
НО ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА
В ТОМ, ЧТО ЕЁ ДЕЙСТВИЕ
ПОДАВЛЯЕТСЯ СИЛЬНОЙ
КИСЛОТНОСТЬЮ
ВНУТРИ ЖЕЛУДКА.

ВОТ КАК?

ТО ЕСТЬ,
АМИЛАЗА ДАЁТ
ВРЕМЕННЫЙ ЭФФЕКТ -
ДО ПОПАДАНИЯ
В ЖЕЛУДОК...



СЛЕДУЮЩЕЕ
РАСЩЕПЛЕНИЕ
ПРОИСХОДИТ В
ДВЕНАДЦАТИ-
ПЕРСТОЙ
КИШКЕ.



ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ
ФЕРМЕНТ ЗАЕСЬ -
АМИЛАЗА
ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ
ЖЕЛЕЗЫ.



БОЛЬШАЯ ЧАСТЬ
НЕОРАСЩЕПЛЕННОГО
КРАХМАЛА РАСЩЕПЛЯ-
ЕТСЯ ДО МАЛЬТОЗЫ.

МАЛЬТОЗА-
ДИСАХАРИД. ДО
МОНОСАХАРИДОВ
УЖЕ РУКОЙ
ПОДАТЬ.

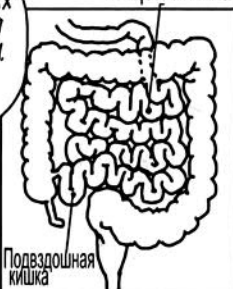


АА,
ЭТО ТАК.

ЗАТЕМ В ТОЩЕЙ И
ПОДВЗДОШНОЙ КИШКАХ
ОНА РАСЩЕПЛЯЕТСЯ
НА МОНОСАХАРИДЫ.
НО ЗАЕСЬ ЕСТЬ
ОДНА ПРОБЛЕМА.



Тощая кишка



ПРОБЛЕМА?
КАКАЯ?



НА САМОМ ДЕЛЕ,
В ТОНКОЙ КИШКЕ
Полно кишечных
БАКТЕРИЙ, КОТОРЫЕ
ОХОТЯТСЯ НА
МОНОСАХАРИДЫ.



ЗНАЧИТ, ПОСЛЕ
РАСЩЕПЛЕНИЯ НА
МОНОСАХАРИДЫ
ИХ МОГУТ
ПЕРЕХВАТИТЬ?

ТУМ,ТУМ



ОДНАКО В ТОНКОЙ
КИШКЕ ЕСТЬ
УДИВИТЕЛЬНЫЙ
МЕХАНИЗМ.



МЕМБРАННОЕ
ПЕРЕВАРИВАНИЕ?!



ЧТОБЫ КИШЕЧНЫЕ
БАКТЕРИИ НЕ ПЕРЕХВАТИЛИ
МОНОСАХАРИДЫ,
ТОНКАЯ КИШКА
НЕ РАСЩЕПЛЯЕТ
МАЛЬТОЗУ, ПОКА ТА
НЕ ПРИБЛИЗИТСЯ.



ТОЛЬКО ПОСЛЕ
ТОГО,
КАК МАЛЬТОЗА
ПРИКОСНЁТСЯ
К МИКРОВОРСИНКЕ.



ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ ФЕРМЕНТ
МАЛЬТАЗА НА МИКРОВОРСИН-
КАХ ДЕЛИТ МАЛЬТОЗУ
ПОПОЛАМ.

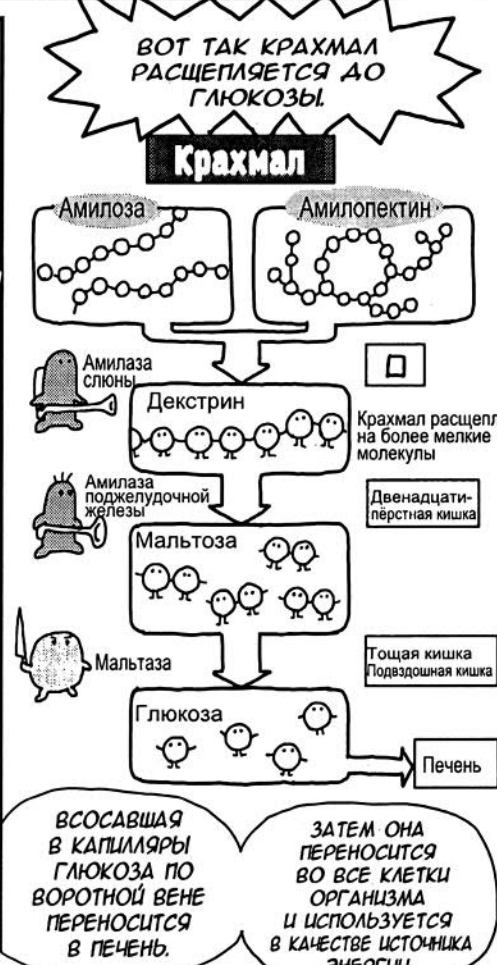
НА ДВЕ МОЛЕКУЛЫ
ГЛЮКОЗЫ!



ОДНОВРЕМЕННО
С ЭТИМ
ТОНКАЯ КИШКА
ВСАСЫВАЕТ
ГЛЮКОЗУ.

НЕ
ПЕРЕХВАТИШЬ!!

В ДЕСЯТЫЕ
ДОЛИ
СЕКУНДЫ!





* : Все метаболиты (промежуточные вещества обмена) моносахаридов вливаются в путь метаболизма глюкозы.







Дополнительная информация



Мы узнали, что углеводы — основной источник энергии, и в общих чертах освоили процесс их переваривания, всасывания и метаболизма. Здесь я немного подробнее расскажу о структуре и связях молекул углеводов, о сахаре крови.

3-3 Связи между молекулами углеводов

Начнём со строения моносахаридов — наименьших структурных единиц углеводов (рис.3-1). Они делятся на две группы: одни имеют 5 атомов углерода в скелете, а другие — 6. Глюкоза, фруктоза, галактоза имеют 6 атомов углерода. Как ясно из рисунка, эти соединения состоят из углерода, водорода и кислорода, поэтому они и называются углеводами.

Соединения из двух моносахаридов называются дисахаридами. Их основными структурными единицами являются глюкоза, фруктоза и галактоза. На рис.3-2 показана реакция синтеза дисахарида сахарозы из глюкозы и фруктозы. Связи между молекулами углеводов называют гликозидными связями.

Полисахариды образуются в результате последовательного формирования гликозидных связей между моносахаридами. Так, в молекуле крахмала гликозидных связей имеется несколько десятков тысяч. На рис.3-3 показаны гликозидные связи в молекулах амилозы и амилопектина, из которых состоит крахмал.

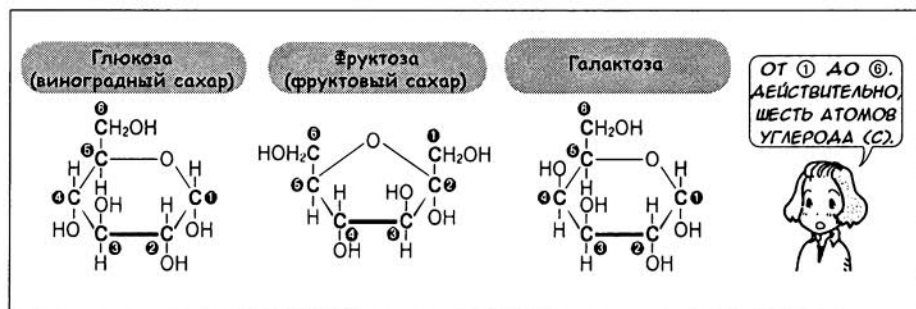


Рис.3-1 Структура моносахаридов

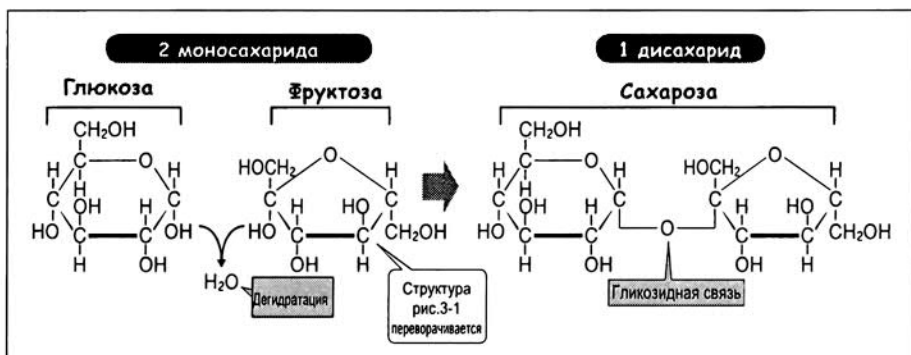


Рис.3-2 Связь в дисахаридах

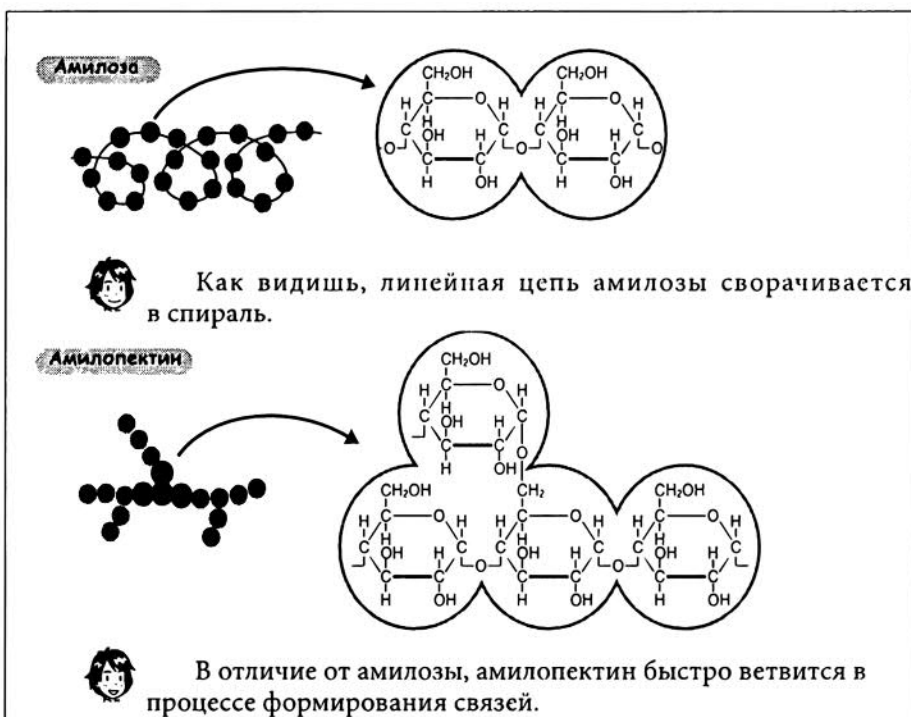


Рис.3-3 Строение амилозы и амилопектина



Клейкость зависит от связей в молекуле, так?



Другой особенностью амилопектина является то, что его молекулы больше по сравнению с амилозой.

3-4 Голод — это сигнал снижения сахара крови



Итак, здесь необходимо рассказать о процессе распределения глюкозы из печени по всему организму.



Это про сахар крови?



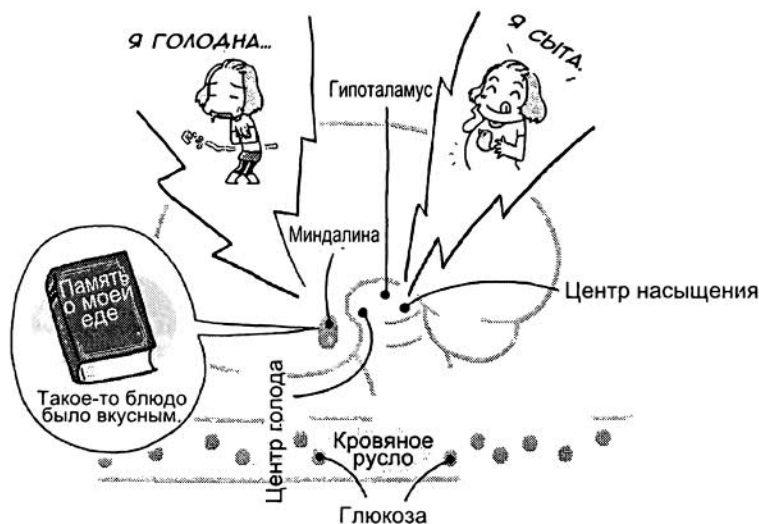
Да. Про связь между приёмом пищи и сахаром крови.

Уровень сахара крови — это, другими словами концентрация глюкозы в крови. В норме он составляет 700–1100 мг/л. При его понижении из центра голода в гипоталамусе головного мозга посылаются сигналы, благодаря которым мы чувствуем голод. И наоборот, когда уровень сахара становится выше нормы более чем в 2 раза, из центра насыщения, тоже находящегося в гипоталамусе, посылаются сигналы, благодаря которым возникает чувство сытости.

Команды этим центрам голода и насыщения отдаёт часть коры головного мозга под названием миндалевидное тело (миндалины), где хранятся разнообразные данные о съеденных в прошлом продуктах, например, об их вкусе, цвете, запахе, о том, показались они вкусными или нет.

Когда мы смотрим на пищу, ощущаем её запах, на основе этих данных из миндалевидного тела в центр голода или центр насыщения посылаются сигналы. В этом заключается причина того, что даже на полный желудок нам хочется поесть на десерт, например, пирожных, если мы посмотрим на них.

Центр голода и центр насыщения



Ощущения голода и сытости зависят от уровня сахара крови.

3-5 Гормоны, регулирующие сахар крови

Обычно уровень сахара крови повышается после еды и снижается с течением времени. Как показано на рис.3-4, он сильно изменяется даже на протяжении одного дня. Важную роль в возвращении сахара крови к нормальному уровню играют гормоны, такие как инсулин, глюкагон и адреналин. Давайте рассмотрим механизм их действия.

<При высоком уровне сахара>

Когда уровень сахара крови повышается, например, после еды, из поджелудочной железы в кровь секретируется инсулин, который снижает сахар крови, например, стимулируя синтез глюкагона и жиров^{※1}, подавляя выделение глюкозы из печени в кровь, увеличивая расход глюкозы.

У больных сахарным диабетом часто наблюдается снижение секреции инсулина или снижение его функций.

<При низком уровне сахара>

При голоде или избытке инсулина уровень сахара снижается. При этом начинают действовать такие гормоны, как глюкагон, адреналин, гормоны щитовидной железы (тиреоидные гормоны), гормон роста, глюкокортикоиды, которые повышают уровень сахара крови, расщепляя запасённый в печени гликоген, стимулируя синтез глюкозы из углеводов соединений — глюконеогенез^{※2}.

※ 1 : См. Дополнительную информацию 6-5 главы 6

※ 2 : Подробное описание глюконеогенеза см. в главе 6

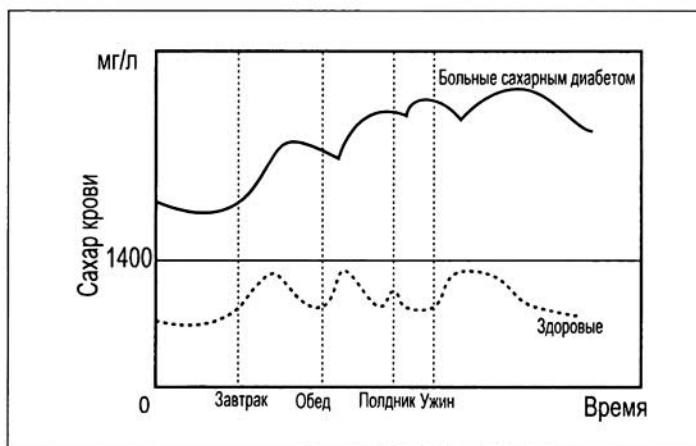


Рис.3-4 Дневные изменения уровня сахара крови

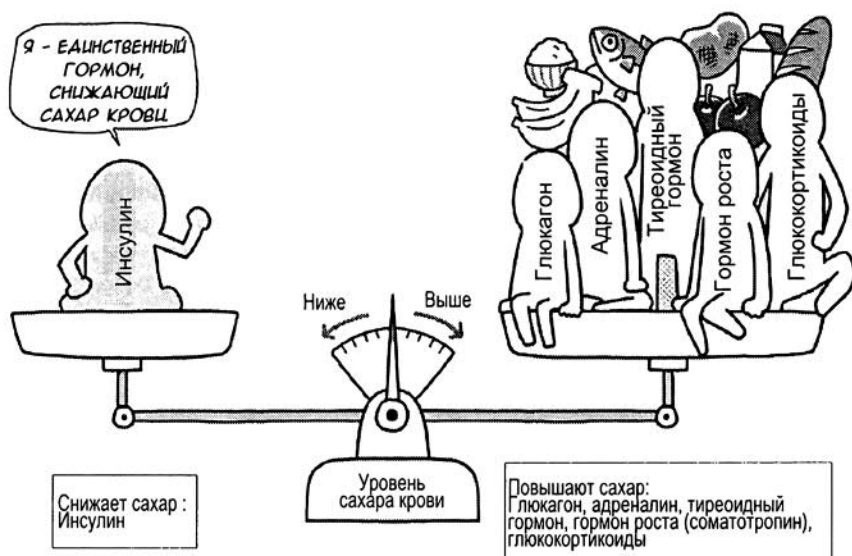


Если слишком интенсивно использовать инсулин (поджелудочную железу), то есть риск ослабления контроля над уровнем сахара крови, поэтому необходимо избегать избыточного употребления веществ, резко повышающих его, например, сахарозы (сахара).



Да. Нехватка инсулина или снижение его функции вызывает высокий уровень сахара, что может привести, например, к ожирению или сахарному диабету. В настоящее время считается, что лучше, когда сахар крови повышается и понижается постепенно.

Гормоны, регулирующие уровень сахара крови



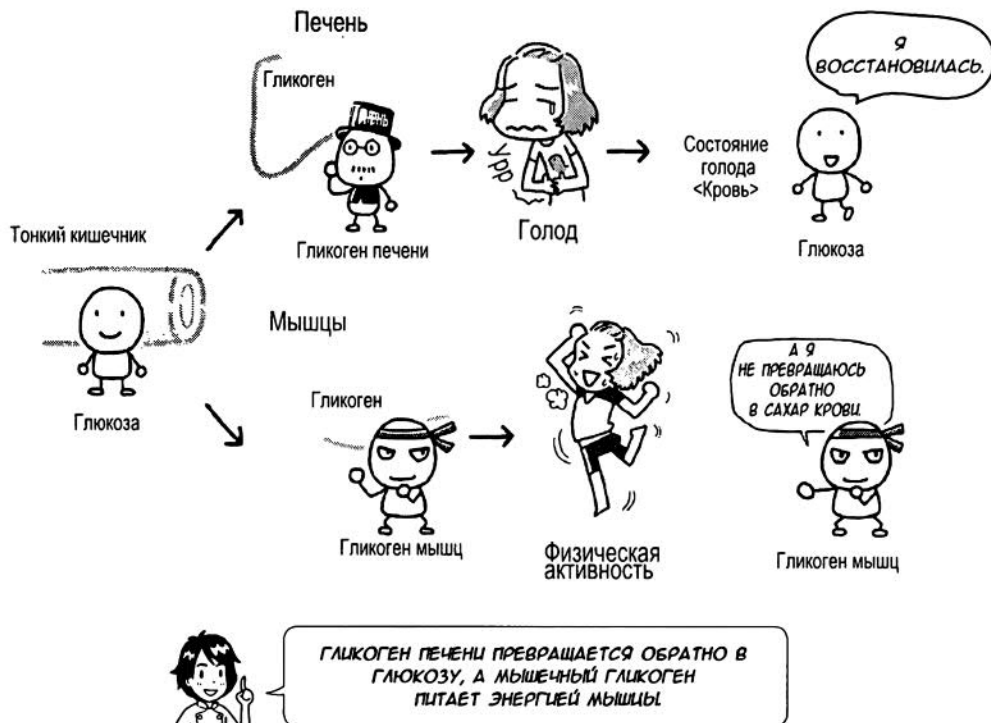
Уровень сахара крови регулируется гормонами

3-6 Ещё одно хранилище глюкозы

В манге говорилось, что глюкоза запасается в печени в виде полимера под названием гликоген. Гликоген запасается также и в мышцах—это так называемый мышечный гликоген, около 300 г которого имеется в организме мужчины массой тела 65 кг. У людей, интенсивно использующих мышцы, например, спортсменов, его имеется 800 г, что намного превышает массу гликогена печени (около 100 г), однако большая разница здесь в том, что этот мышечный гликоген может использоваться для снабжения мышц энергией, но не для поддержания уровня сахара крови.

Дело в том, что от гликогена глюкоза отщепляется в форме, связанной с фосфорной кислотой, которую отщепляет фермент (глюкозо-6-фосфатаза), имеющийся только в печени, поэтому гликоген мышц нельзя использовать для поддержания уровня сахара в крови.

Разница между гликогеном печени и мышц



👉 Проверьте себя!

- ☐ 1 г углеводов даёт 4 ккал энергии.
- ☐ Моносахариды связываются в дисахариды, полисахариды гликозидными связями.
- ☐ Клейкость крахмала зависит от соотношения амилозы и амилопектина в его составе.
- ☐ 50-70% дневной энергии желательно получать в виде углеводов.
- ☐ Единственный гормон, снижающий уровень сахара крови — инсулин.
- ☐ Центры голода и насыщения, контролирующие аппетит, непосредственно связаны с уровнем сахара крови.

Головной мозг и эритроциты питаются только глюкозой

Больше всего энергии в организме потребляется головным мозгом: около 1/4 всего АТФ, синтезируемого в течение дня, что соответствует расходу 4 г глюкозы в час. Глюкоза крови в первую очередь поставляется в головной мозг, так как прекращение деятельности его нервных клеток опасно для жизни.

В действительности, эритроциты тоже живут, интенсивно потребляя глюкозу, хотя и не так много, как головной мозг: 2 г в час. Таким образом, только головной мозг и эритроциты потребляют 6 г глюкозы в час.

Учитывая концентрацию глюкозы в крови, это довольно большой расход. Уровень сахара крови на голодный желудок составляет 700—1100 мг/л, что при общем объёме крови 4-5 л означает, что всего в крови обычно присутствует всего около 3,6 г глюкозы*. Другими словами, глюкоза крови моментально съедается головным мозгом и эритроцитами, а для её восполнения используется гликоген печени. Однако, печень может накапливать всего 70—100 г гликогена, а так как в час используется целых 6 г, то гликогена печени может хватить не более чем на 10 ч, если он вообще там имеется.

Потребление глюкозы головным мозгом и эритроцитами у взрослых почти не зависит от пола, роста, веса. Так как головной мозг работает и во время сна, для восполнения её глюкозой необходимо завтракать. Как вы, наверное, замечали, голодный человек может становится заторможенным или раздражительным. Это можно рассматривать как сигнал от головного мозга: "Сейчас же поешь и увеличь количество глюкозы в крови!"

* : Пусть уровень сахара крови равен 900 мг/л, тогда при объёме крови 4 литра масса растворённой в крови глюкозы составит $0,9 \times 4 = 3,6$ г.



Мозг и эритроциты непрерывно 24 часа в сутки потребляют глюкозу.



ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ЖИРОВ



Нейтральные жиры – важное хранилище энергии

4-1 Типы жиров

Кулинарная практика на кафедре диетологии: приготовление 80-100 порций за один раз.

Каждая группа придумывает своё меню и распределяет обязанности.

Готовые блюда подаются также студентам, преподавателям

ЧТО ЭТО ТАКОЕ?!

На основе ошибок даётся следующее задание.

Кулинарная практика—это и суровое испытание умений.

НАРЕЖЬТЕ НЕ МЕНЕЕ 40 КРУЖКОВ ТОЛЩИНОЙ МЕНЕЕ 2 ММ ЗА 30 СЕКУНД!

Проводятся и наблюдения на крысах возрастом 4-5 недель.

Тема — биологическая оценка белков

ЗАЕСЬ КАЗЕИН.

А ЗАЕСЬ ГЛЮТЕН.

2 группам крыс даются разные нутриенты и наблюдаются различия массы тела, состава мочи

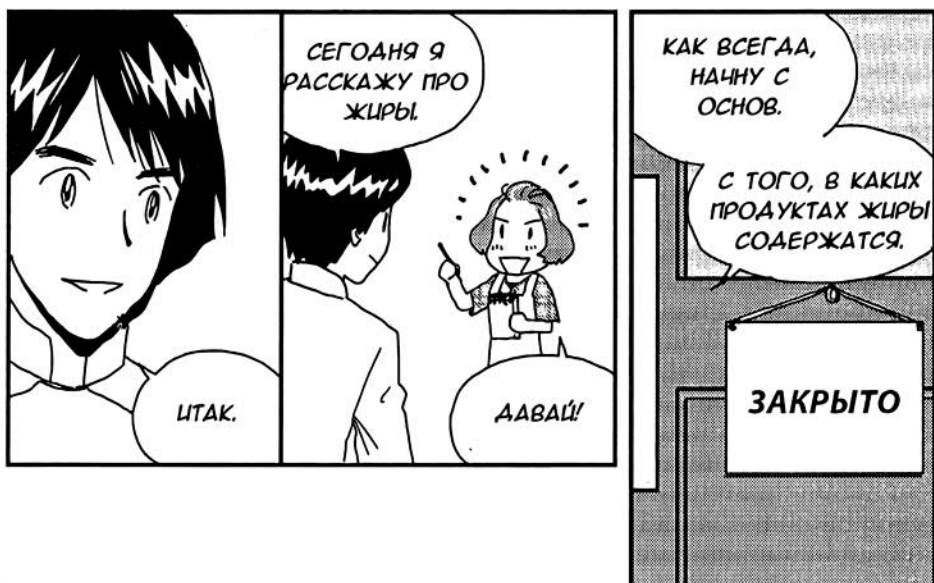


В общем, студенты кафедры сильно загружены.

	Пон.	Вт.	Ср.	Чт.	Пятн.
				Анатомическая физиология 2	Питание и здоровье 2
		Управление общепитом 1	Биохимия 2		
			Основы науки о питании		
4	Практика по биохимии 1		Кулинарная практика 2		
5		Клиническая диетология 1			

Приходится проводить на занятиях весь день, так как много обязательных предметов







ЖИРЫ ДЛЯ НАС -
НЕЗАМЕНИМЫЙ
НУТРИЕНТ.

- 1 Нейтральные жиры
- 2 Фосфолипиды
- 3 Холестерин

И САМЫМИ
ВАЖНЫМИ
ЯВЛЯЮТСЯ ВОТ
ЭТИ ТРИ ВИДА.

ПРО
НЕЙТРАЛЬНЫЕ
ЖИРЫ ТЫ
ЗНАЕШЬ?

В ОБЩЕМ, ЭТО
ТО, ЧТО
НАЗЫВАЮТ
"ЖИРОМ".

ДА.

ОКОЛО 40%
ЖИРОВ В
ОРГАНИЗМЕ
ОТНОСИТСЯ
К НИМ.

НЕЙТРАЛЬНЫЕ
ЖИРЫ В
ОСНОВНОМ
ИСПОЛЬЗУЮТСЯ
КАК ЗАПАСНОЕ
ТОПЛИВО^{※1}.

※1 : См. Дополнительную информацию 4-5

ВОТ МОДЕЛЬ
НЕЙТРАЛЬНЫХ
ЖИРОВ.

● Модель нейтральных жиров



КАК
БУКВА "Е"!

К ГЛИЦЕРИНУ,
СИНТЕЗИРУЕМОМУ
ИЗ ГЛЮКОЗЫ,
ПРИСОЕДИНЯЮТСЯ
3 ЖИРНЫХ
КИСЛОТЫ^{※2}.

※2 : Химическое название — "триацилглицериды",
в медицинских диагнозах
записываются сокращённо ТГ.

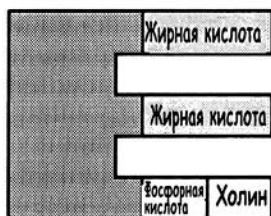
СВОЙСТВА
ЗАВИСЯТ ОТ ВИДОВ
ЭТИХ ЖИРНЫХ
КИСЛОТ^{※3}.

※3 : См. Дополнительную информацию 4-3.

ТЕПЕРЬ МОДЕЛЬ
ЛЕЦИТИНА*4 –
ТИПИЧНОГО
ФОСФОЛИПИДА.



● Модель лецитина



*4 : Жироподобное вещество, содержащееся в яичном желтке и способное связывать воду с маслом.

НЕМНОГО
ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ
НЕЙТРАЛЬНЫХ
ЖИРОВ.



АА, ОНА ИЗ
ЖИРНЫХ КИСЛОТ
ЗАМЕНЕНА НА
ФОСФОРНУЮ
КИСЛОТУ И ХОЛИН.

ФОСФОЛИПИДЫ,
ВХОДЯЩИЕ
В СОСТАВ
КЛЕТОЧНЫХ
МЕМБРАН,
ПРИДАЮТ КЛЕТКАМ
ФОРМУ.



А ХОЛЕСТЕРИН?
ПОЧЕМУ ЕГО
НАЗЫВАЮТ "ПЛОХИМ"?



АА.

*5 : См. Дополнительную информацию 4-6.

ХОЛЕСТЕРИН
ПРИ ВЫСОКИХ
КОНЦЕНТРАЦИЯХ В
КРОВИ МОЖЕТ
ВЫЗЫВАТЬ
АРТЕРИОСКЛЕРОЗ,
ДИСЛИПИДЕМИЮ.



ОДНАКО ОН
НЕЗАМЕНИМ ДЛЯ
ОРГАНИЗМА: УКРЕПЛЯЕТ
КЛЕТОЧНЫЕ МЕМБРАНЫ,
СЛУЖИТ СЫРЬЕМ ДЛЯ
СТЕРОИДНЫХ ГОРМОНОВ,
ЖЕЛЧНЫХ КИСЛОТ.



ПРОСТО ЗА НИМ
ЗАКРЕПИЛСЯ
ПЛОХОЙ ОБРАЗ.

● функции жиров

Нейтральные жиры	Запасаются в жировой ткани как источник энергии
Фосфолипиды	Компоненты клеточных мембран
Холестерин	Компоненты клеточных мембран, сырьё для стероидных гормонов

4-2 Переваривание, всасывание и метаболизм жиров





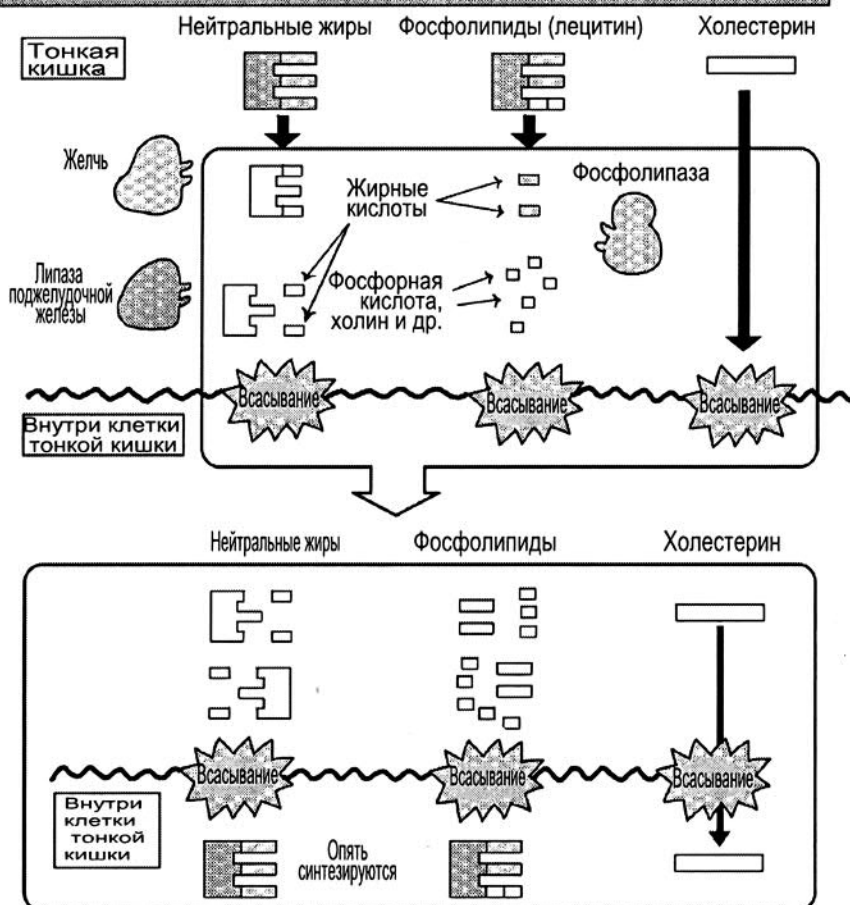
ИЗОБРАЗИМ
В ВИДЕ СХЕМЫ.

ХОЛЕСТЕРИН -
ИСКЛЮЧЕНИЕ.

ОН
НЕ РАСЩЕПЛЯЕТСЯ
И ВСАСЫВАЕТСЯ
"КАК ЕСТЬ".

ОСОБЕННОСТЬЮ
ХОЛЕСТЕРИНА
ЯВЛЯЕТСЯ
НЕВОЗМОЖНОСТЬ
РАСЩЕПЛЕНИЯ
В ОРГАНИЗМЕ.

Переваривание и всасывание жиров



ВОТ КАК?
ЗНАЧИТ
ХОЛЕСТЕРИН МОЖЕТ
ПРОХОДИТЬ
БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ?



β-МОНОАЦИГЛИЦЕРИН,
ВСОСАННЫЙ В ТОНКОЙ КИШКЕ,
В КЛЕТКАХ ЕЕ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ
ОПЯТЬ СОЕДИНЯЕТСЯ
С ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ,
ОБРАЗУЯ НЕЙТРАЛЬНЫЕ ЖИРЫ.

ФОСФОЛИПИДЫ
ТОЖЕ ПОВТОРНО
СИНТЕЗИРУЮТСЯ.

ДРУГИМИ СЛОВАМИ,
НЕЙТРАЛЬНЫЕ ЖИРЫ,
ФОСФОЛИПИДЫ В
КЛЕТКАХ ТОНКОЙ КИШКИ
ВОЗВРАЩАЮТСЯ К
ПЕРВОНАЧАЛЬНОМУ
ВЦАУ.

ЗНАЧИТ, ОНИ
РАСЩЕПЛЯЮТСЯ ТОЛЬКО
ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ
ВСОСАТЬСЯ
В ТОНКОЙ КИШКЕ?

ПОТОМ ОНИ
ЦИРКУЛИРУЮТ
ПО ОРГАНИЗМУ.

НО ЕСТЬ
ОДНА
ПРОБЛЕМА.

КАКАЯ?

ЖИРЫ, ЭТО
ВЕДЬ
"МАСЛО",
ТАК?

НО КРОВЬ
И ЛИМФА,
РАЗНОСЯЩИЕ
ПИТАТЕЛЬНЫЕ
ВЕЩЕСТВА -
ЭТО "ВОДА".

МАСЛО В ВОДЕ
НЕ РАСТВОРЯЕТСЯ,
ПОЭТОМУ
НЕ МОЖЕТ
ПЕРЕНОСИТЬСЯ
ПО ОРГАНИЗМУ.

КАК БЫ ТЫ
РЕШИЛА ЭТУ
ПРОБЛЕМУ?

НУ...
А ЧТО, ЕСЛИ
ПОГРУЗИТЬ
МАСЛО
НА КОРАБЛЬ,
ПЛЫВУЩИЙ
ПО ВОДЕ?

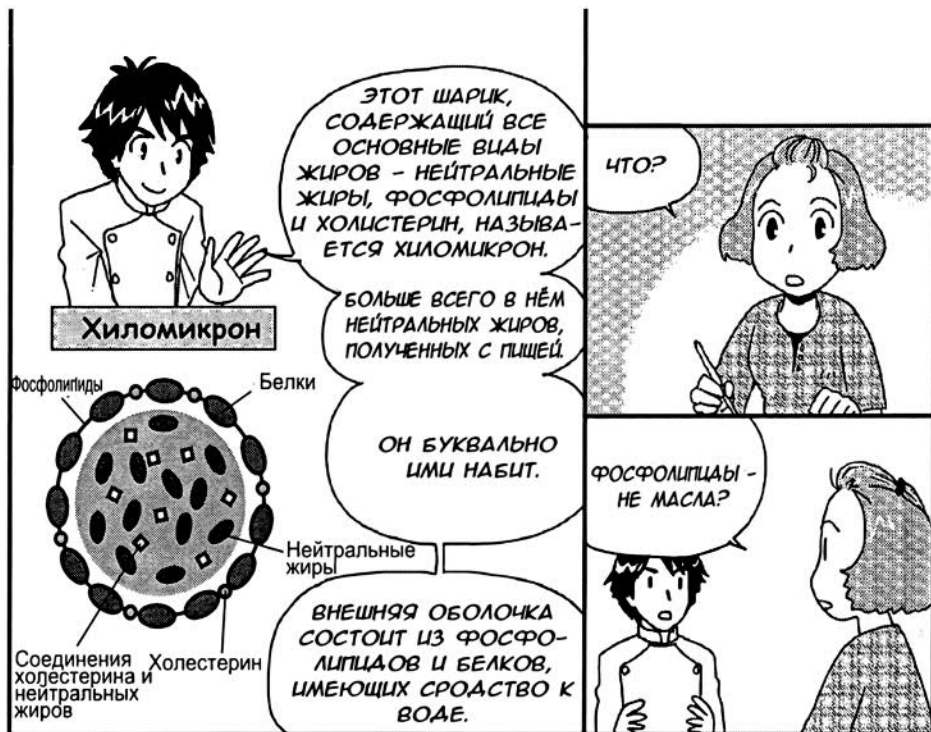


АА!

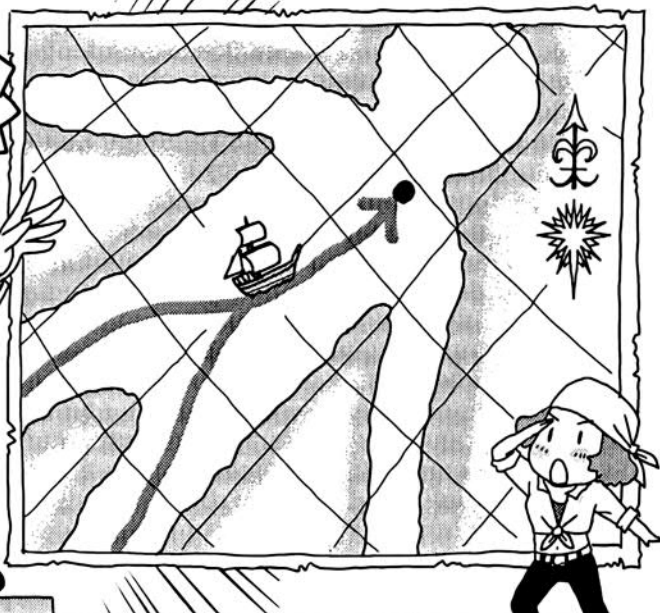
ТОЧНО! МОЖНО
ИСПОЛЬЗОВАТЬ
ВОДНЫЙ
ТРАНСПОРТ!

ЖИРЫ СОЕДИНЯЮТСЯ
С БЕЛКАМИ,
ФОРМИРУЯ
"ПЛАВСРЕДСТВО"-
ЛИПОПРОТЕИН[※].

※ : Классифицируются как белки.



И ИЗ
ЛИМФАТИЧЕСКИХ
КАНАЛОВ ПЕРЕХОДЯТ
В КРОВЬ В РАЙОНЕ
КЛЮЧИЦЫ!



А КУДА ЦЕЛТ
"ХИЛОМИКРОН" ПО
КРОВЕНОСНЫМ
СОСУДАМ?



СНАЧАЛА ОН
НАПРАВЛЯЕТСЯ
К ЖИРОВОЙ
ТКАНИ.

ЧТОБЫ ДОСТАВИТЬ
ТУДА НЕЙТРАЛЬНЫЕ
ЖИРЫ.*1



ЗА ВЫГРУЗКУ
НЕЙТРАЛЬНЫХ ЖИРОВ
ОТВЕЧАЕТ ФЕРМЕНТ
ЛИПОПРОТЕИЛИПАЗА,
НАХОДЯЩИЙСЯ
В КАПИЛЛЯРАХ.

ЭТОТ ФЕРМЕНТ
ОТРЕЗАЕТ ЖИРНЫЕ
КИСЛОТЫ
ОТ НЕЙТРАЛЬНЫХ
ЖИРОВ.



СПАСИБО
ЗА РАБОТУ!

Липопроteinлипаза

Жирные
кислоты

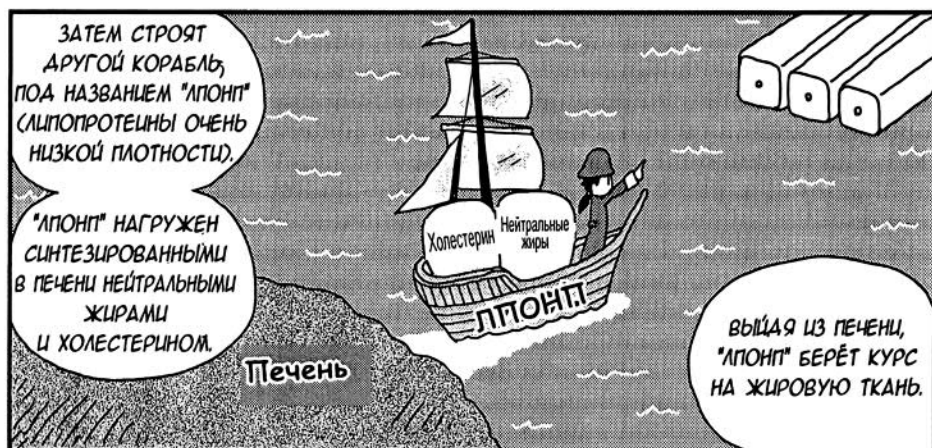
ВНИЗ

Жировая
ткань

ТАКИМ ОБРАЗОМ, ЖИРНЫЕ
КИСЛОТЫ ПОПАДАЮТ
В ЖИРОВУЮ ТКАНЬ.

*1 : А также немного холестерина.







Дополнительная информация



Жиры выполняют в организме важные функции: накопление энергии, строительный материал клеточных мембран и др. Это — необходимый для поддержания жизни нутриент, хотя люди на диете часто его избегают. Посмотрим на механизм действия и особенности жиров.

4-3 Как правильно потреблять жиры?

Среди трёх основных нутриентов жиры обладают самой большой энергией: 9 ккал на 1 г. Это более чем в 2 раза выше, чем энергия 1 г углеводов или белков. Неизрасходованная энергия накапливается в виде жира, поэтому избыточное потребление жиров часто становится причиной ожирения и других болезней цивилизации.

Однако нехватка жиров—это тоже плохо. Например, при нехватке нейтральных жиров возникает дефицит энергии, и человек легко утомляется. Кроме того, недостаток фосфолипидов, холестерина ослабляет клетки мозга, нервной системы и сосудов, повышая риск мозгового кровоизлияния.

Избыточное потребление и недостаток жиров



При избытке...



При нехватке...



И много — плохо, и мало — плохо. Сколько же их потреблять?



Считается, что в идеале жиры должны составлять 20–25% энергии дневного рациона. Например, если в день потребляется 2000 ккал, то это будет 400–500 ккал, что соответствует 45–55 г жиров. В продуктах питания жиры содержатся примерно в следующих количествах.



Итого 54,2 г

※1 : Значения зависят от состава, пищевых добавок, способов приготовления



Вот как? Получается, что набрать их довольно легко. Надо следить, чтобы не перебрать.



Угу. Некоторые могут набрать их за один завтрак.

4-4 Что такое жирные кислоты?



Жирные кислоты общая часть всех жиров, кроме холестерина. Здесь мы изучим строение жирных кислот, их виды и свойства.

❖Строение жирных кислот

Жирные кислоты образованы углеродом (C) и водородом (H), как показано на рис.4-1. Карбоксильная группа придаёт им кислотные свойства*. Прямая цепочка атомов углерода здесь называется углеродной цепью. Жирные кислоты с углеродной цепью из 2–4 атомов углерода называются короткоцепочечными, из 5–12 — среднецепочечными, а из более 12 — длинноцепочечными.

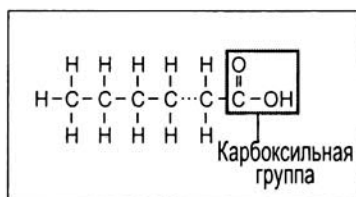


Рис.4-1 Строение жирных кислот

※: См. Главу 1, "Базовые знания по химии" (стр.20)

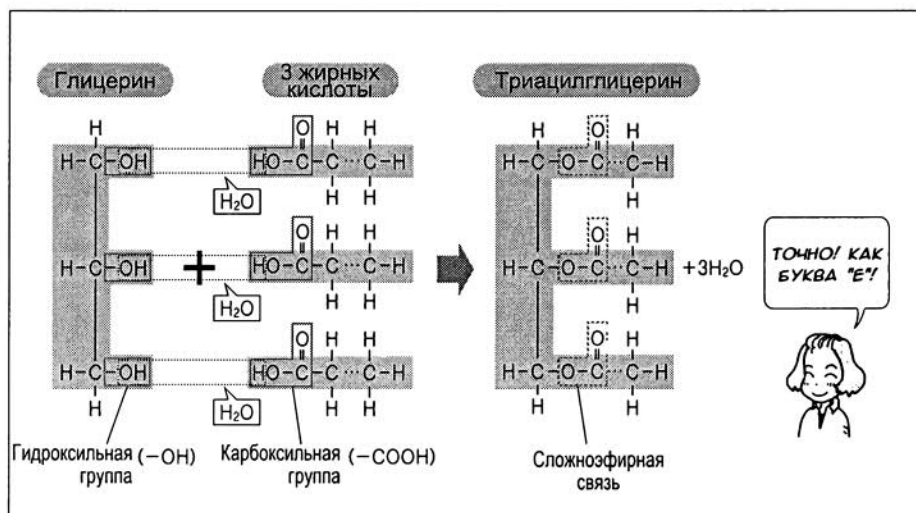


Рис.4-2 Образование и строение нейтральных жиров

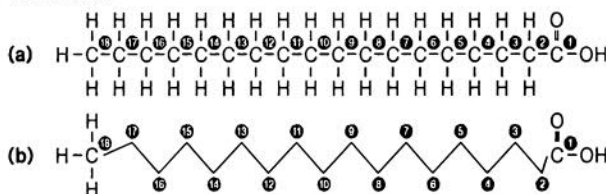
Среди жирных кислот, содержащихся в организме или в пище, много длинноцепочечных, с углеродными цепями из 16-22 атомов углерода.

Рассмотрим здесь также структурную формулу наиболее типичных нейтральных жиров, которые образованы тремя жирными кислотами, присоединёнными к глицерину в результате реакции дегидратации: гидроксильные группы ($-\text{OH}$) глицерина реагируют с карбоксильными группами ($-\text{COOH}$) жирных кислот с отщеплением воды (H_2O), как показано на рис.4-2, а связи между гидроксильными и карбоксильными группами называют сложноэфирными.

На заметку Правило углеродных цепей

Хотя структурные формулы можно изображать, как на рис. (а), в действительности углеродные цепи жирных кислот зигзагообразны, как на рис. (б). В химии принято нумеровать атомы углеродной цепи по порядку от карбоксильной группы (справа). В данной книге используются формулы, как на рис. (а).

Стеариновая кислота





В таблице 4-1 приведены типичные жирные кислоты и их особенности.



Значит, они бывают насыщенными и ненасыщенными...



Разницу между насыщенными и ненасыщенными легко понять из структурных формул. Взгляни на рисунок 4-3. Видишь?



Конечно! У ненасыщенных есть двойные связи, а у насыщенных — нет.



Правильно! Свойства жирных кислот зависят от наличия и количества этих двойных связей. Сейчас я тебе об этом расскажу.

Табл.4-1 Типичные жирные кислоты

	Название	Количество атомов углерода	Количество двойных связей	Температура плавления, °С	Содержание продукты	Примечания
Насыщенные	Лауриновая кислота	12	0	44	Пальмовое масло	
	Миристиновая кислота	14	0	54	Пальмовое, сливочное масла	
	Пальмитиновая кислота	16	0	63	Животные и растительные жиры	
	Стеариновая кислота	18	0	70	Животные жиры	
Ненасыщенные	Олеиновая кислота	18	1	12	Сафлоровое масло	
	α-линоленовая кислота	18	3	– 17	Растительные масла	п-3
	Линолевая кислота	18	2	– 5	Растительные масла	п-6
	Докозагексаеновая кислота	22	6	– 78	Рыбий жир	п-3
	Эйкозапентаеновая кислота	20	5	– 54	Рыбий жир	п-3
	Арахидоновая кислота	20	4	– 49,5	Тресковый, животные жиры	п-6

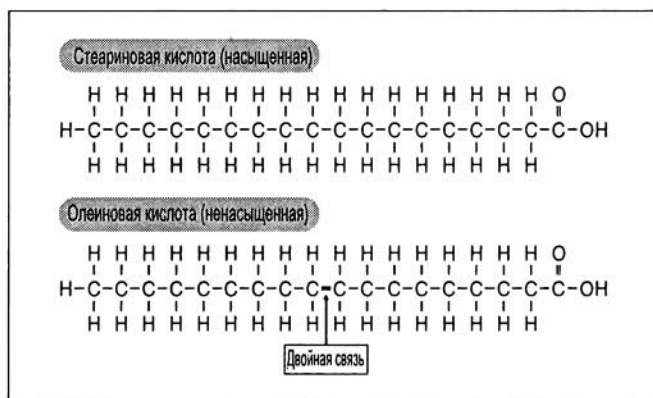


Рис.4-3 Структурные формулы насыщенной (стеариновой) и ненасыщенной (олеиновой) кислот

❖ Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты

В колонке "Температура плавления, °C" табл.4-1 прослеживается чёткая разница между насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами. Теперь попробуем сравнить 18-ти углеродные жирные кислоты с разным числом двойных связей (олеиновую, α-линоленовую и линолевую). Видно, что чем больше двойных связей, тем ниже температура плавления.

Жирный тунец тает во рту потому, что в его жире много ненасыщенных жирных кислот, у которых низкая температура плавления.

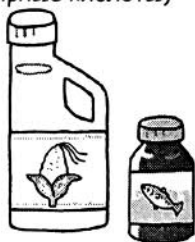
Дело в том, что внутри живых организмов жиры присутствуют в жидком виде. Температуры тела рыбы и воды примерно равны, поэтому рыбий жир должен быть в жидком состоянии при температуре воды. С другой стороны, температура теплокровных: человека, свиньи, коровы и др. составляет 36-40°C, что намного выше температуры рыб, растений. Поэтому рыбий и растительные жиры должны иметь более низкую температуру плавления, чем животные жиры.

Ненасыщенные жирные кислоты, в больших количествах содержащиеся в рыбе, растениях, менее опасны с точки зрения атеросклероза, в отличие от насыщенных, в больших количествах содержащихся в говядине, свинине и т.п. Именно поэтому считается полезным включать рыбу в мясной рацион.

Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты

Масло (Oil)

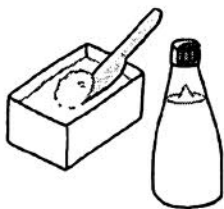
Жидкое при комнатной температуре (ненасыщенные жирные кислоты)



Растительные масла, рыбий жир

Жир (Fat)

Твёрдый при комнатной температуре (насыщенные жирные кислоты)



Животные жиры

Колонка "Содержание продукты" таблицы 4-1 показывает такую картину.



Ненасыщенные жирные кислоты при комнатной температуре жидкие, а насыщенные — твёрдые.

❖ n-3 и n-6 — незаменимые жирные кислоты

Ненасыщенные жирные кислоты можно классифицировать по числу двойных связей: мононенасыщенные с одной и полиненасыщенные с двумя и более.

α -линоленовая и линолевая кислоты, показанные на рис. 4-4, являются полиненасыщенными.

Кроме того, в зависимости от позиции двойной связи их можно разделить ещё на две группы: омега-3(n-3) и омега-6(n-6). Крайнюю слева метиловую группу углеродной цепи называют метиловым концом, и если первая двойная связь принадлежит третьему справа от неё атому углерода, то это омега-3, а если шестому — омега-6. Это правило нумерации, обратное нумерации от карбоксильной группы в замечании на стр. 80, позволяет классифицировать полиненасыщенные жирные кислоты.

К омега-3 относятся α -линолевая кислота, содержащаяся в растительных маслах, эйкозапентаеновая (ЭПК) и докозагексаеновые (ДГК) кислоты, содержащаяся в скумбрии, сайре, полосатом тунце и др.

Считается, что жирные кислоты омега-3 защищают от атеросклероза, снижая количество "плохого" (ЛПНП) холестерина, нейтральных жиров, предотвращая агрегацию тромбоцитов.

К омега-6 относятся арахидоновая, γ -линолевая и другие кислоты. Жители Японии в основном потребляют их в виде растительных масел. Считается, что их избыточного потребления лучше избегать, так как они могут вызывать аллергии, воспаления, способствовать возникновению атеросклероза.

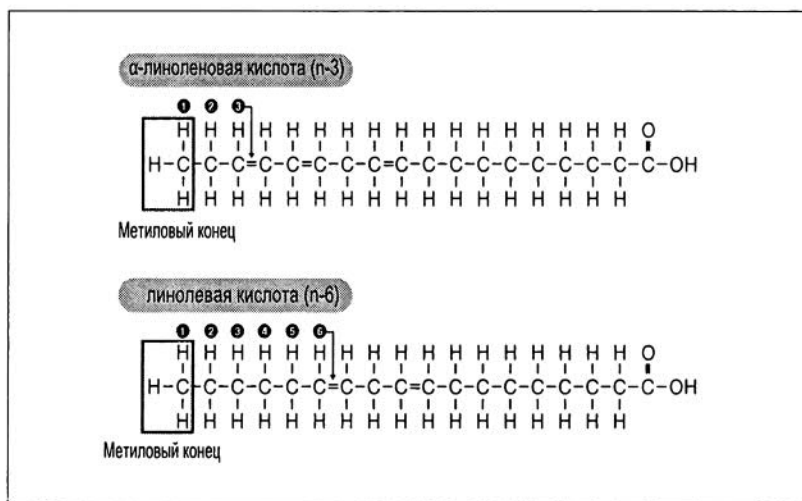


Рис. 4-4 Структурные формулы ненасыщенных жирных кислот омега-3 (α -линоленовой) и омега-6 (линолевой).

Кроме того, α-линоленовая(п-3), ленолевая(п-6) и арахидоновая(п-6) кислоты называются незаменимыми, так как они не могут быть синтезированы в организме их необходимо получать с пищей ※1.

※1 : В действительности, арахидоновая кислота может синтезироваться в организме, но в недостаточных количествах.

❖ Что такое транс-жирные кислоты?

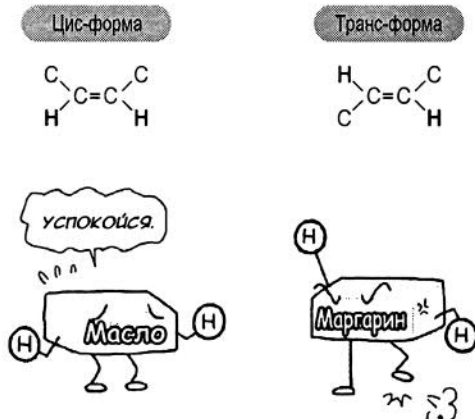
Двойные связи ненасыщенных жирных кислот могут иметь цис- или транс-форму. Почти все жирные кислоты, встречающиеся в природе, имеют цис-форму. Если хотя бы одна двойная связь ненасыщенной жирной кислоты имеет транс-форму, то такую кислоту относят к транс-жирным кислотам.

Известным продуктом, содержащим транс-жирные кислоты, является маргарин. Его получают из растительных жиров, превращая ненасыщенные жирные кислоты в насыщенные путём присоединения к ним водорода. Однако в этом процессе из природной цис-формы легко образуются транс-жирные кислоты, поэтому в некоторых странах использование маргарина запрещено вообще, а в некоторых его содержание в продуктах ограничивают. Однако окончательный вывод об опасности транс-жирных кислот для здоровья пока не сделан, поэтому в Японии на данный момент нет законов, ограничивающих использование маргарина.

У молекулы с двойной связью есть так называемые изомеры, которые состоят из тех же атомов в таких же количествах, но отличаются структурой.

Отличаются структурой... Что это значит?

Взгляни на рисунок. Если атомы водорода по обеим сторонам от двойной связи смотрят в одну сторону, то это цис-форма, а если в разные — транс-форма.



Вообще то это — из латыни: "цис-" означает "на одной стороне", а "транс—"—"напротив". Транс-жирные кислоты — это жирные кислоты, в которой есть транс-связь.

4-5 Жирные кислоты-превосходное запасное топливо



Жирные кислоты отрезаются от жиров во время голода и служат сырьём для производства АТФ.

Так вот почему их называют запасным топливом?

Жиры используются в качестве энергии тогда, когда концентрация глюкозы в крови (сахар крови) снижается до определённого уровня. При этом повышается концентрация глюкагона, а при дальнейшем снижении — и концентрация адреналина в крови. Вы помните, что гормоны посылают во все уголки организма сигнал: "Не хватает еды!"

В жировой ткани есть ферменты под названием гормонально-чувствительные липазы, которые включаются (активируются) под действием таких гормонов, как адреналин, глюкагон и расщепляют накопленные нейтральные жиры на жирные кислоты и глицерин.

Жирные кислоты токсичны для клеток, поэтому их нельзя оставлять внутри жировой ткани. Сами в воде они не растворяются, поэтому для доставки их в мышцы или печень используются альбумины (водорастворимые белки, содержащиеся в клетках и жидкостях организмов животных и растений). После доставки жирные кислоты расщепляются и используются для синтеза АТФ^{※2}. Это называют β -окислением.

В общих чертах, β -окисление — это реакция, в которой жирная кислота расщепляется, образуется много молекул ацетил-КоА — исходного вещества цикла Кребса, и синтезируется большое количество АТФ. Войдя внутрь клетки, жирные кислоты превращаются в ацетил-КоА, как показано на рис. 4-5. В этой реакции от углеродной цепи жирной кислоты отщепляются два атома углерода (рис. 4-6), используемые для синтеза ацетил-КоА. Дело в том, что ацетил (ацетильная группа) содержит два атома углерода. Это отщепление повторяется до тех пор, пока углерод в жирной кислоте не закончится.

※2 : При расщеплении жирных кислот синтезируются также $FADH_2$, $NADH$.

Расщепление жирных кислот называется β -окислением



Синтезированный из жирных кислот ацетил-КоА направляется на производство АТФ.



Рис.4-5 Путь β-окисления

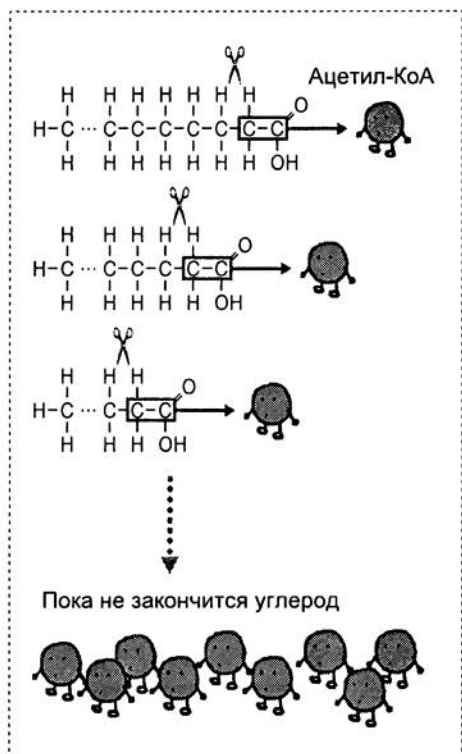


Рис.4-6 Процесс образования ацетил-КоА из углеродной цепи

Так, от 1 молекулы стеариновой кислоты по 2 атома углерода отщепляется 8 раз, образуется 9 молекул ацетил-КоА, которые затем в цикле Кребса и электрон-транспортной цепи превращаются^{※2} в 146 молекул АТФ. Это даёт представление об энергетической ёмкости жирных кислот, ведь из 1 молекулы глюкозы образуется всего 38 молекул АТФ.

Таким образом, может показаться что АТФ лучше вырабатывать не из глюкозы, а из жирных кислот. Однако путь синтеза АТФ из жирных кислот сложен, кроме того, должны выполняться условия (①В крови должны быть альбумины, так как жирные кислоты в воде не растворяются. ②В обмене должны участвовать такие вещества, как карнитин, КоА. И так далее.) Поэтому это — запасное топливо на случай отсутствия глюкозы.

※1 : В печени из ацетил-КоА, образовавшегося при β-окислении, синтезируется водорастворимое топливо — кетоновые тела.

※2 : См. Дополнительную информацию 2-4 главы 2.

4-6 Клетки могут увеличиваться благодаря холестерину?



Кстати, ты говорил, что фосфолипиды, как и нейтральные жиры, тоже содержат жирные кислоты.



Да. Но их функции совсем другие.



Основной материал клеточных мембран?



Да. Давай посмотрим, как из фосфолипидов образуется клеточная мембрана.

Как объяснялось в манге, фосфолипиды состоят из гидрофильной части (фосфорная кислота, основания: холин и др.), имеющей сродство к воде, и гидрофобной части, поэтому в воде молекулы фосфолипидов сами выстраиваются так, как показано на рис.4-7.

Гидрофобные части — жирные кислоты, выстраиваются друг напротив друга. Возникает барьер для воды, затрудняющий свободное сообщение с внешним пространством. Таким образом, клеточная мембрана — это двойная структура. Кроме того, в на внешней и внутренней сторонах мембраны имеются также включения холестерина, который укрепляет её. У бактерий клеточная мембрана устроена примерно так же, но в ней нет холестерина, поэтому увеличиваться в размерах она не может.

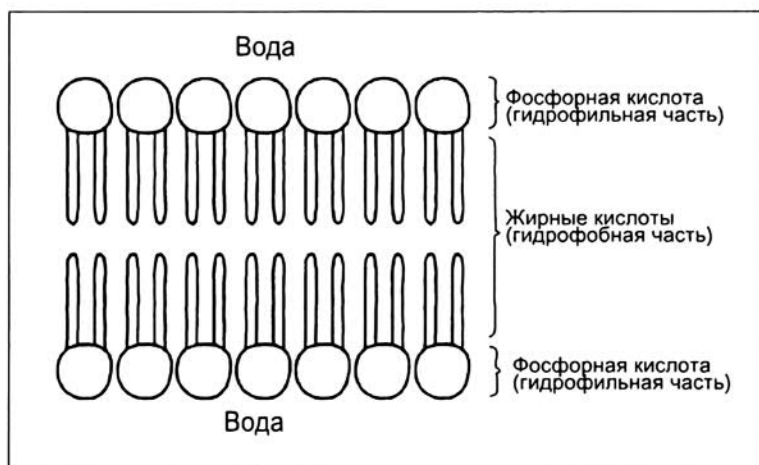


Рис.4-7 Устройство клеточной мембраны

Продукты, содержащие лецитин



Самый типичный фосфолипид, который мы получаем с пищей — это лецитин, который иногда, в зависимости от сырья, называют, например, соевым лецитином, или яичным лецитином. Он в больших количествах содержится в таких продуктах, как яичный желток, соевые продукты, кунжутное и кукурузное масло.

4-7 Носители жиров — липопротеины



Теперь остановимся на липопротеинах, о которых говорилось в манге. Посмотри на таблицу 4-3.



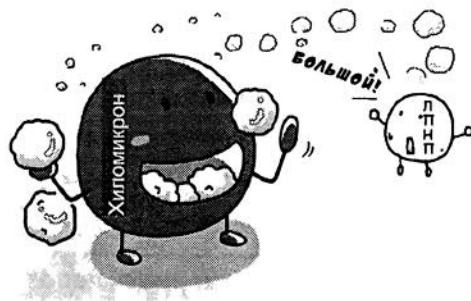
Ого, здесь всё про метаболизм жиров.

Полученные с пищей жиры перевариваются, всасываются, потом в клетках тонкого кишечника из них образуются хиломикроны — набитые нейтральными жирами частицы, которые намного больше в размерах, чем другие липопротеины.

Табл.4-3 Липопротеины, разносящие жиры по организму

Наименование	Груз	Состав оболочки частицы	Функции	Размеры частицы
Хиломикроны	Нейтральные жиры	Фосфолипиды и белки	Доставка нейтральных жиров, полученных с пищей, в ткани	Большие ↑ Маленькие
ЛПОНП	Холестерин		Доставка нейтральных жиров, синтезированных в печени, в ткани	
ЛПНП	Холестерин		Доставка холестерина в периферические ткани	
ЛПВП			Сбор холестерина и доставка его в печень	

Хиломикрон-обжора



Хиломикрон — большая частица, пабитая нейтральными жирами из пищи

ЛПОНП (ЛипоПротеины Очень Низкой Плотности) доставляют нейтральные жиры, синтезированные в печени, в жировую ткань, мышцы и т.п., а затем превращаются в ЛПНП (ЛипоПротеины Низкой Плотности), переносящие холестерин. Считается, что если ЛПНП в крови слишком много, то повышается риск атеросклероза. При этом артерии становятся узкими, что может также вызвать, например, инфаркт миокарда или стенокардию. Наоборот, если много ЛПВП (ЛипоПротеинов Высокой Плотности), собирающих лишний холестерин, то вышеуказанные риски снижаются. Считается, что снижение ЛПВП приводит к ослаблению клеточных мембран, кровеносных сосудов, снижению иммунитета.



Поэтому холестерин ЛПНП называют "плохим", так?



Хотя сам по себе холестерин не плох, но считается, что он становится вредным, если задерживается в крови слишком долго.

Холестерин, разносимый ЛПНП — необходимое для организма вещество, служащее сырьём, например для стероидных гормонов, желчных кислот. Однако если его концентрация в крови повышается, то это может стать причиной таких заболеваний, как атеросклероз, гиперлипидемия.

После удовлетворения потребностей периферических тканей в холестерине, ЛПНП, которым больше негде разгрузаться, продолжают циркулировать по кровотоку и со временем окисляются под действием активных форм кислорода*. Эти окисленные ЛПНП — инородные вещества, которых в норме нет в организме, активно поглощаются фагоцитами под названием макрофаги.

* : Подробнее про активные формы кислорода см. Дополнительную информацию 8-5 главы 8.

Макрофаги, до предела насытившиеся ЛПНП, превращаются в так называемые пенистые клетки, которые ещё называют "ксантомными", так как они формируют ксантомы — жёлтые папулы на коже, появляющиеся при нарушении обмена липидов. Холестерин не расщепляется в организме, поэтому оставшийся в пенистых клетках холестерин накапливается в тканях. Считается, что эти отложения сдавливают кровеносные сосуды и вызывают атеросклероз, как проиллюстрировано ниже.

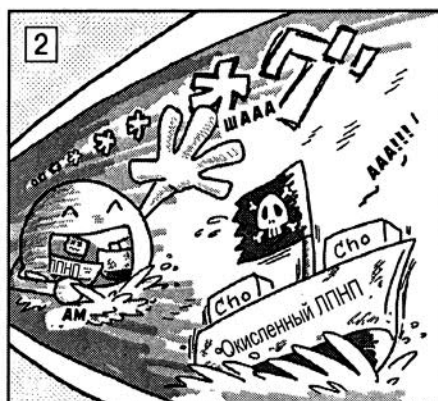
Считается, что такие вещества, как витамины Е и С, β -каротин, могут предотвращать атеросклероз, ингибируя* свободные формы кислорода.

* : См. "Интересные факты" главы 7

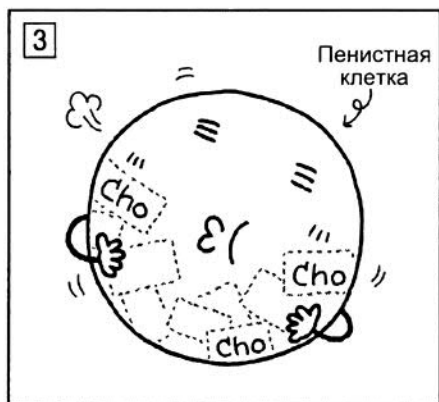
Механизм возникновения атеросклероза (гипотеза)



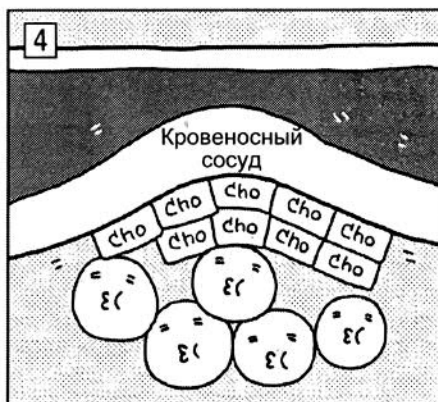
В плавании по кровотоку ЛПНП окисляются



Макрофаги поглощают окисленные ЛПНП как инородные вещества



Насытившись окисленными ЛПНП до предела, макрофаги превращаются в пенистые клетки



Холестерин, не расщепляясь, накапливается и засоряет кровеносные сосуды: пути доставки питательных веществ сужаются или даже перекрываются



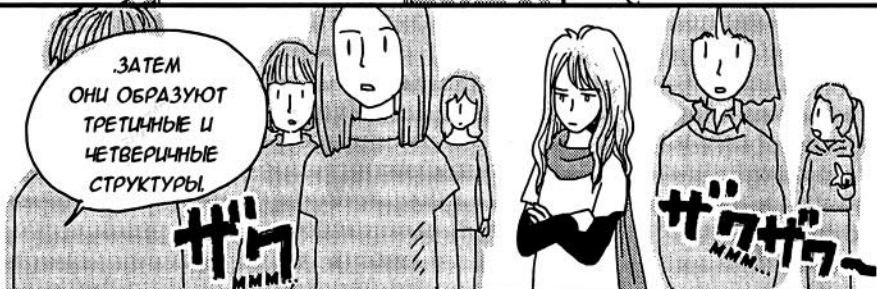
БЕЛКИ И АМИНОКИСЛОТЫ



Распад и синтез белков – основа поддержания жизни

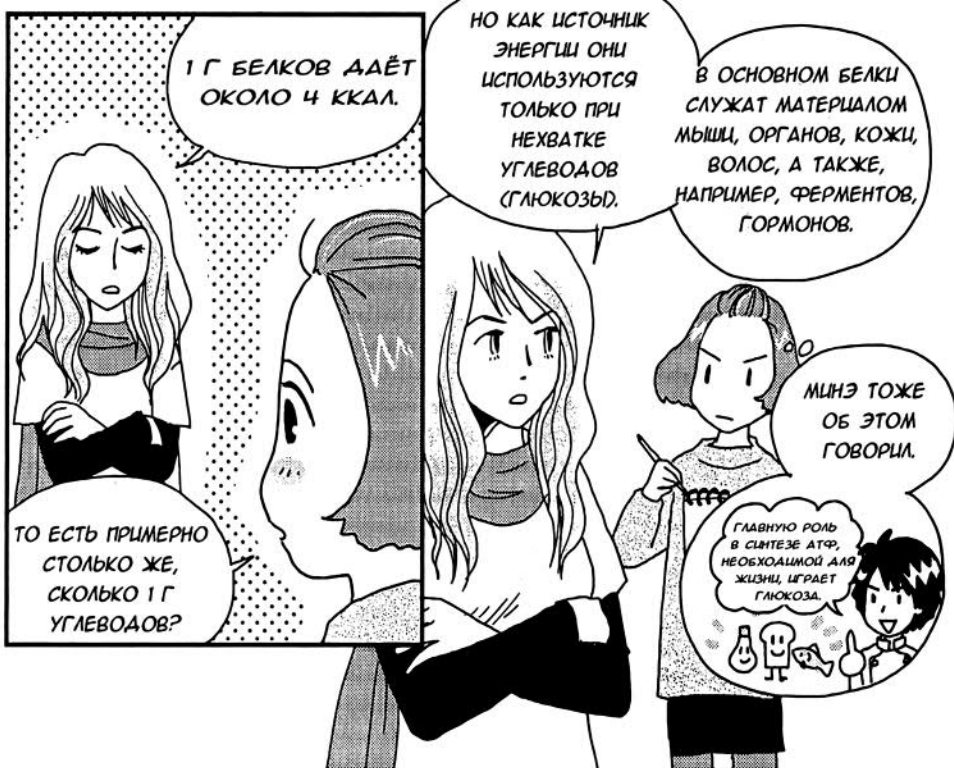
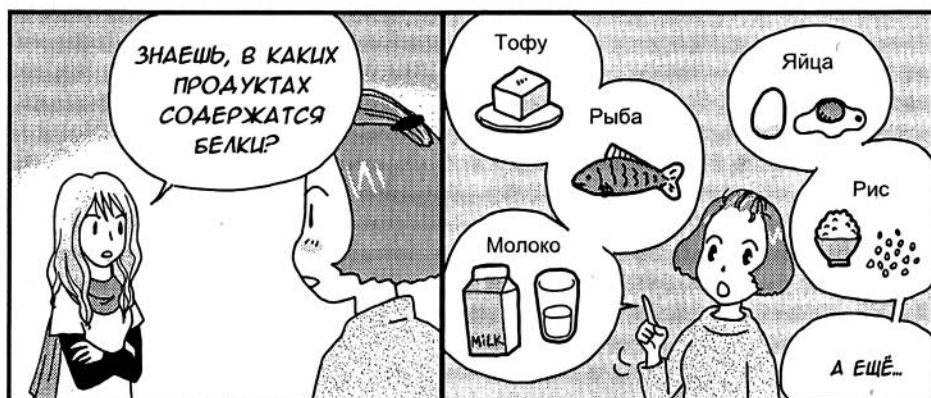
5-1 Аминокислоты — материал белков организма





* : О процессе образования белков из аминокислот см. Дополнительную информацию 5-3.

*Здесь говорится о полимерах и мономерах: крахмал, белок — полимеры, а глюкоза, аминокислоты — мономеры этих полимеров (прим. научного редактора).



КЛЕТКИ НАШЕГО
ОРГАНИЗМА СОСТОЯТ
ПРИМЕРНО ИЗ 100
ТЫСЯЧ ВИДОВ БЕЛКА.

А ЛЮБАЯ МОЛЕКУЛА
БЕЛКА СОДЕРЖИТ
ВСЕГО ВСЕГО 20
ВИДОВ АМИНОКИСЛОТ.



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

ВОЗМОЖНЫХ
КОМБИНАЦИЙ—
БЕСКОНЕЧНОЕ
МНОЖЕСТВО...

$20 \times 20 \times 20 \times \dots$



ДЕВЯТЬ ИЗ ЭТИХ 20
АМИНОКИСЛОТ
НАЗЫВАЮТСЯ НЕЗАМЕНИМЫМИ,
ТАК КАК НЕ МОГУТ
СИНТЕЗИРОВАТЬСЯ
В ОРГАНИЗМЕ В
ДОСТАТОЧНЫХ
КОЛИЧЕСТВАХ.

**Незаменимые
аминокислоты**

Ясно!

ЗНАЧИТ, ОСТАЁТСЯ
ТОЛЬКО ПОЛУЧАТЬ
ИХ С ПИЩЕЙ!

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ
ЖИЗНИ КЛЕТОК
ОГРАНИЧЕНА,
СОСТАВЛЯЯ ОТ 2, 3
АНЕИ ДО 1, 2 ЛЕТ*.

Есть также исключения,
например, долговечность
хрусталика глаза превышает
продолжительность
человеческой жизни.

КАЖДЫЙ ДЕНЬ
ИЗ БЕЛКОВ
ОРГАНИЗМА СОЗДАЮТСЯ
НОВЫЕ КЛЕТКИ НА ЗАМЕНУ
ОТМИРАЮЩИМ.



ЗА ОДИН ДЕНЬ
РАСПАДАЕТСЯ
ОКОЛО 180 Г БЕЛКОВ
ОРГАНИЗМА.

НЕ ТАК ЛИ,
СЭНСЭИ?

ого!

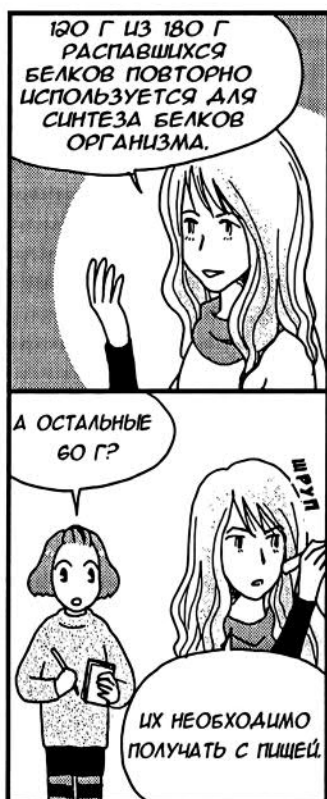
КОЛИЧЕСТВА
РАСПАДАЮЩЕГОСЯ
И СИНТЕЗИРУЕМОГО
БЕЛКА ПРИМЕРНО
РАВНЫ.

ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ
ДИНАМИЧЕСКИМ
РАВНОВЕСИЕМ БЕЛКОВ.

ДИНАМИЧЕСКИМ
РАВНОВЕСИЕМ?

ПРИБАВЛЕНИЕ
И УБАВЛЕНИЕ
ПРОИСХОДИТ
ОДНОВРЕМЕННО,
ПОЭТОМУ НА ПЕРВЫЙ
ВЗГЛЯД НИЧЕГО
НЕ ИЗМЕНЯЕТСЯ.







5-2 Аминокислотный баланс

ПОТРЕБЛЯТЬ
НЕ МЕНЕЕ 60 Г БЕЛКА
В ДЕНЬ, КОНЕЧНО ЖЕ,
ВАЖНО.

НО ЕСТЬ
И ДРУГОЙ
ВАЖНЫЙ
МОМЕНТ.

НУЖНО СЛЕДИТЬ
ТАКЖЕ
ЗА "КАЧЕСТВОМ"
БЕЛКОВ.

КАЧЕСТВОМ?

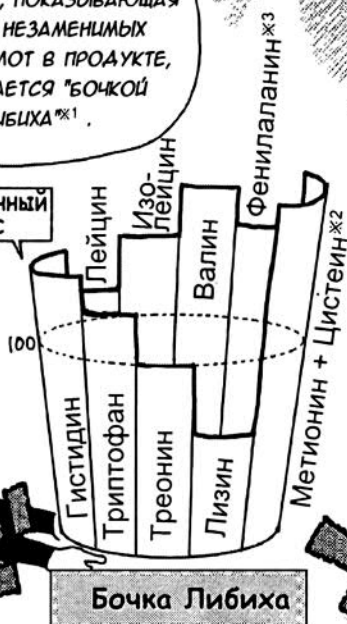
ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫМИ
СЧИТАЮТСЯ БЕЛКИ,
В КОТОРЫХ МНОГО
ПРОТЕИНОГЕННЫХ
АМИНОКИСЛОТ.
ЭТО ТЕ АВАДЦАТЬ,
О КОТОРЫХ
Я ГОВОРИЛА.

НО ВЕДЬ ТЫ
ГОВОРИЛА ЕЩЁ,
ЧТО 11 ИЗ ЭТИХ 20
МОГУТ
СИНТЕЗИРОВАТЬСЯ
В ОРГАНИЗМЕ?

ДА. ПОЭТОМУ МОЖНО
СКАЗАТЬ, ЧТО ЭТО БЕЛКИ,
БОГАТЫЕ ДЕВЯТЬЮ
НЕЗАМЕНИМЫМИ
АМИНОКИСЛОТАМИ.

ЭТО СХЕМА, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ
БАЛАНС НЕЗАМЕНИМЫХ
АМИНОКИСЛОТ В ПРОДУКТЕ,
НАЗЫВАЕТСЯ "БОЧКОЙ
ЛИБИХА"※1.

Очищенный
рис



ТА-ДАМ!

※1 : Длина каждой из "досок" соответствует
содержанию соответствующей
незаменимой аминокислоты
в продукте питания.

※2 : Суммарное содержание,
так как метионин может
заменять цистеин.

※3 : Таким же образом,
фенилаланин может
заменять тирозин.

ЭТО – БОЧКА ЛИБИХА
ДЛЯ
ОЧИЩЕННОГО РИСА.

ВЦАИШЬ, ЧТО
"АОСКА" ЛИЗИНА
В НЕЙ КОРОТКА?

НАКОПЛЕННАЯ В БОЧКЕ
"ВОДА" ВЫРАЖАЕТ
АМИНОКИСЛОТЫ, КОТОРЫЕ МОЖНО
ИСПОЛЬЗОВАТЬ ДЛЯ СИНТЕЗА
БЕЛКОВ ОРГАНИЗМА.

ЕСЛИ ХОТЬ
ОАНА "АОСКА"
КОРОЧЕ...

...ТО "ВОДА"
(АМИНОКИСЛОТЫ)
ПРОЛЁТЁТСЯ.

Лизин

КАК ОАНА ПЛОХАЯ
УЧЕНИЦА СОЗДАЁТ
ПРОБЛЕМЫ ВСЕМУ
КРАССУ.

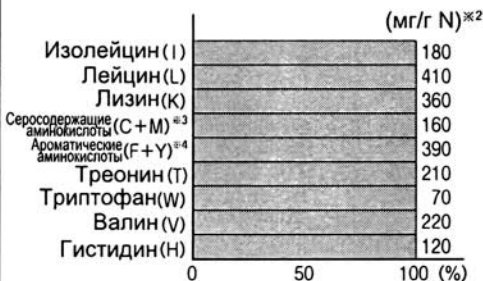
ХНУК

ЭТО – АМИНОКИСЛОТНЫЙ
ПРОФИЛЬ
ИДЕАЛЬНОГО БЕЛКА.

ЕСЛИ СОДЕРЖАНИЕ КАЖДОЙ
АМИНОКИСЛОТЫ НЕ НИЖЕ
УКАЗАННОГО, ТО
ЭТО – ИДЕАЛЬНЫЙ БЕЛОК.

ПРИ ТАКОЙ ФОРМЕ
БОЧКИ "ВОДА"
НЕ ПРОЛЁТЁТСЯ –
АМИНОКИСЛОТЫ
МОЖНО ПОЛНОСТЬЮ
ПРЕВРАТИТЬ
В БЕЛКИ

● Аминокислотный профиль ※1



※1 : ФАО/ВОЗ, 1990 г

※2 : Вклад незаменимой аминокислоты (мг)
в 1 г азота продукта питания

※3 : Цистеин+Метионин

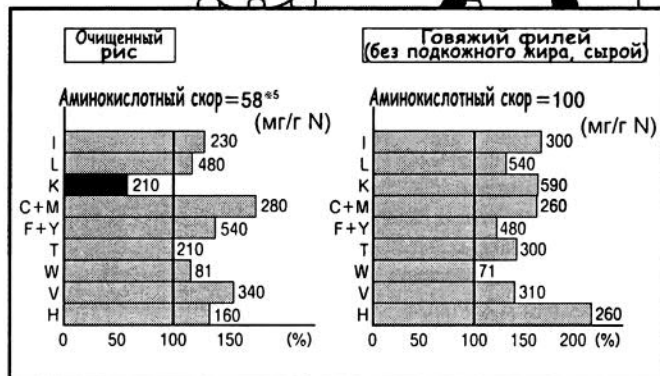
※4 : Фенилаланин+Тирозин





НЕЗАМЕНИМАЯ
АМИНОКИСЛОТА,
КОТОРОЙ МЕНЬШЕ ВСЕГО,
НАЗЫВАЕТСЯ ПЕРВОЙ
ЛИМИТИРУЮЩЕЙ,
А ЕЁ СОДЕРЖАНИЕ
ОТНОСИТЕЛЬНО СУТОЧНОЙ
ПОТРЕБНОСТИ В НЕЙ –
АМИНОКИСЛОТНЫМ
СКОРОМ.

ПОДОБНЫМ ОБРАЗОМ,
АМИНОКИСЛОТНЫЙ
СКОР ЖИВОТНЫХ БЕЛКОВ
ЧАСТО ВЫШЕ, ЧЕМ
РАСТИТЕЛЬНЫХ.



※5: О расчёте аминокислотного скор см. Дополнительную информацию 5-6.

ВЫХОДИТ, ЧТО
ЕСЛИ АМИНОКИСЛОТНЫЙ
СКОР ПРОДУКТА НИЗКИЙ,
ТО ДЛЯ СИНТЕЗА 60 Г
БЕЛКОВ В ДЕНЬ ЕГО
НУЖНО СЪЕСТЬ
МНОГО?



ЛУЧШЕ ВОСПОЛНИТЬ
ДЕФИЦИТНЫЕ
АМИНОКИСЛОТЫ ДРУГИМИ
ПРОДУКТАМИ.

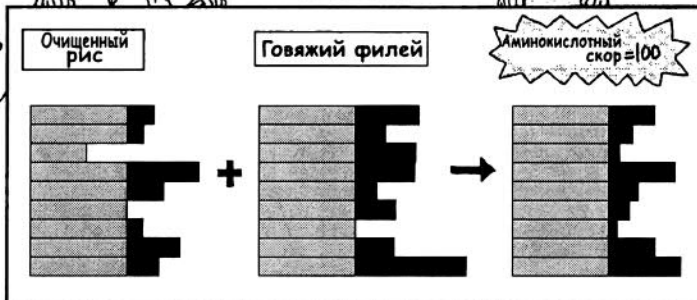


Перебор калорий

В НАШЕМ ПРИМЕРЕ,
ЕСЛИ ВОСПОЛНИТЬ
НЕХВАТКУ ЛИЗИНА
В ОЧИЩЕННОМ РИСЕ
БИЦШТЕКСОМ, ТО
АМИНОКИСЛОТНЫЙ СКОР
СТАНЕТ РАВНЫМ 100.

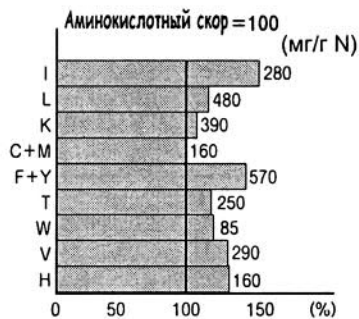


ВОТ...
ВОТ КАК?



Твёрдый тофу

ДРУГИМИ СЛОВАМИ,
НУЖНО УЧИТЫВАТЬ
ВСЁ РАЦИОН.



ВОТ АМИНОКИСЛОТНЫЙ СКОР
ТВЁРДОГО ТОФУ. СОЕВЫЕ
ПРОДУКТЫ ТОЖЕ ХОРОШО
УПОТРЕБЛЯТЬ С РИСОМ.

ЗНАЧИТ, СОЧЕТАНИЕ РИСА,
ТОФУ И СУПА МИСО ТОЖЕ
ДАЁТ ХОРОШИЙ БАЛАНС
АМИНОКИСЛОТ?



Дополняющее
действие

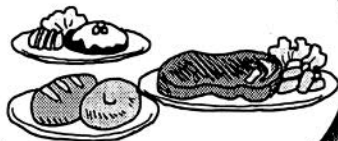
ВОСПОЛНЕНИЕ НЕДОСТАЮЩИХ
АМИНОКИСЛОТ ДРУГИМИ
ПРОДУКТАМИ НАЗЫВАЕТСЯ
"ДОПОЛНЯЮЩИМ ДЕЙСТВИЕМ".

КАК В ЯПОНСКОЙ КУХНЕ
РАСПРОСТРАНЕНО
СОЧЕТАНИЕ
РИСА И СОЕВЫХ...



...ТАК И В ЗАРУБЕЖНЫХ
КУХНЯХ МНОГО СОЧЕТАНИЙ,
УЧИТЫВАЮЩИХ ДОПОЛНЯЮЩЕЕ
ДЕЙСТВИЕ.

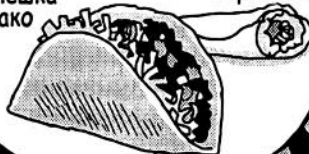
ХЛЕБ И МЯСО
В ЕВРОПЕЙСКОЙ КУХНЕ.



КУКУРУЗА И МЯСО
В ЛАТИНОАМЕРИКАНСКИХ
КУХНЯХ.

Лепёшка
так

Тортилья



МУЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ И
БОБЫ В КУХНЯХ БЛИЖНЕГО
И СРЕДНЕГО ВОСТОКА.

Пита

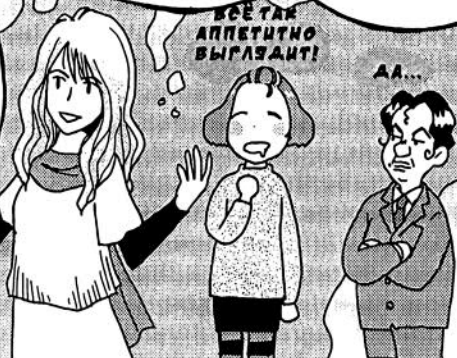
Пиде



ИХ
ДОПОЛНЯЮЩИЕ
ДЕЙСТВИЯ
ТОЖЕ
ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫ.

ВСЁ ТАК
АППЕТИТНО
ВЫГЛЯДИТ!

АА...







Дополнительная информация



Клетки нашего организма: кожа, волосы, ногти, мышцы, ткани, ферменты, гормоны и т.п., состоят из белков, образованных 20 аминокислотами. Остановимся подробнее на процессах (переваривания, всасывания и т.д.), в результате которых полученные с пищей белки превращаются в аминокислоты, из которых затем строятся белки организма.

5-3 Как образуются белки?

Вы уже знаете о том, что молекула белка содержит от нескольких сотен до нескольких тысяч аминокислот. Вид белка, его свойства определяются аминокислотной последовательностью (то есть тем, какие аминокислоты и в каком порядке связаны между собой.)

Молекула аминокислоты состоит из атома углерода (C), аминогруппы ($-\text{NH}_2$), карбоксильной группы ($-\text{COOH}$), атома водорода (H) и группы атомов ($-\text{R}$), называемой боковой цепью и различной у разных аминокислот (рис.5-1).

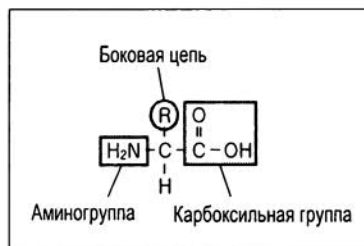


Рис.5-1 Общее строение аминокислот

На рис.5-2 показаны связи в молекуле аминокислоты. При столкновении двух аминокислот происходит химическая реакция связывания карбоксильной группы ($-\text{COOH}$) и аминогруппы ($-\text{NH}_2$) с отщеплением молекулы воды (H_2O). Эту связь ($-\text{CONH}-$) между двумя аминокислотами называют пептидной.

Цепочку аминокислот называют пептидом. Если аминокислот две, то это — "дипептид" ("ди-" по гречески означает 2), если три — "трипептид". Пептиды, содержащие до 10 аминокислот, называют "олигопептидами", а состоящие из большого количества аминокислот — "полипептидами". Все белки являются полипептидами.

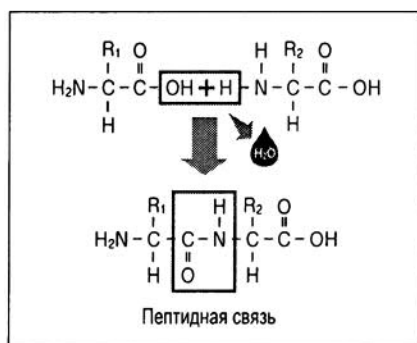


Рис.5-2 Образование пептида



А какую форму образуют эти связанные аминокислоты?



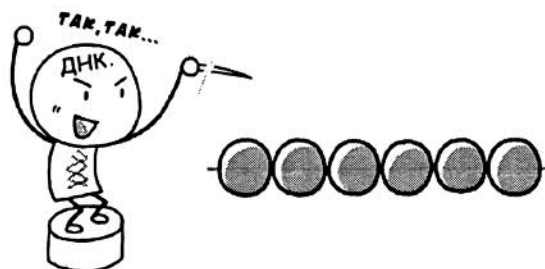
Структура молекулы белка формируется в четыре этапа, начиная от связывания аминокислот друг с другом. Опишу их здесь вкратце.

❖ Строение Белка

■ Первичная структура

Первый этап образования пептидной связи между аминокислотами можно представить как выстраивание аминокислот вдоль нити. Последовательность аминокислот определяется молекулой ДНК, а свойства белка, который затем образуется, зависят от этой первичной структуры.

Первичная структура

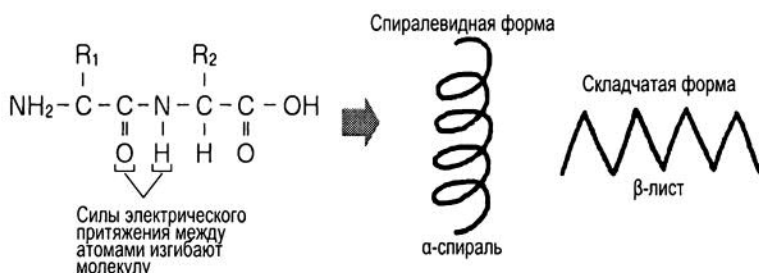


Аминокислоты выстраиваются, следуя указаниям ДНК.

■ Вторичная структура

Так как кислород в пептидной связи приобретает минусовой электрический заряд, а водород — положительный, они притягиваются и цепочка аминокислот изгибается, образуя в пространстве два типа вторичных структур: α -спирали и складчатые β -листы. Структуры начиная со вторичной называются высшими. На этом этапе молекула ещё не функционирует в качестве белка.

Вторичная структура

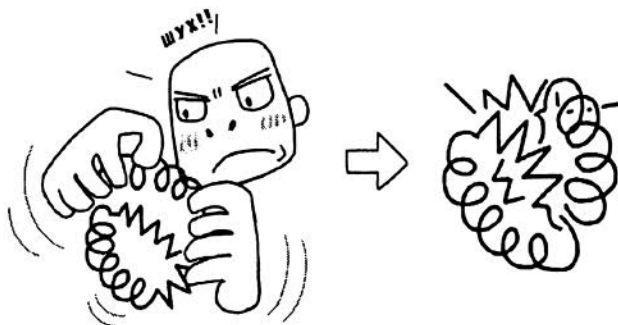


Первичная структура изгибается, образуя два типа пространственных структур.

■ Третичная структура

Затем из этой изогнутой нити вторичной структуры как бы "лепят комок", образуя ещё более сложную третичную структуру. На этом этапе молекула уже может работать в качестве белка. Миоглобин мышц, запасаящий кислород, является белком с третичной структурой.

Третичная структура

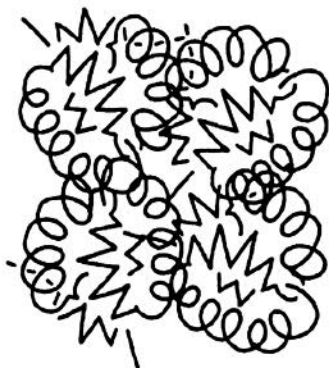


Из вторичной образуется ещё более сложная пространственная структура.

■ Четвертичная структура

Комки из нитей третичной структуры могут собираться, образуя четвертичную. В этом случае один такой комок называют субъединицей. Четвертичную структуру имеет, например, гемоглобин эритроцитов, переносящий кислород.

Четвертичная структура



Несколько третичных структур собираются и образуют четвертичную.



Какое сложное строение!



Согласен. Теперь посмотрим, как эти сложные структуры расщепляются и всасываются в нашем организме.

5-4 Переваривание и всасывание белков

Переваривание белков начинается в желудке. Желудочный сок облегчает действие протеолитических ферментов на молекулу белка, и содержащийся в желудочном соке пищеварительный фермент пепсин разрушает её пространственную структуру. Части пептида, расщепленного пепсином, называются пептонами.

Затем в тонкой кишке под действием таких пищеварительных ферментов, как трипсин, химотрипсин, карбоксипептидаза, пептоны расщепляются до дипептидов, трипептидов, часть которых всасывается клетками тонкой кишки. Этим белки отличаются от углеводов, которые могут всасываться только после расщепления на моносахариды, хотя одиночные аминокислоты тоже всасываются. Невсосавшиеся дипептиды, трипептиды расщепляются на аминокислоты эпителиальными клетками тонкой кишки под действием пищеварительного фермента пептидазы. Другими словами, они всасываются под действием мембранного переваривания.

Затем всосавшиеся в клетки тонкой кишки аминокислоты, дипептиды и трипептиды по воротной вене доставляются в печень, где метаболизируются.

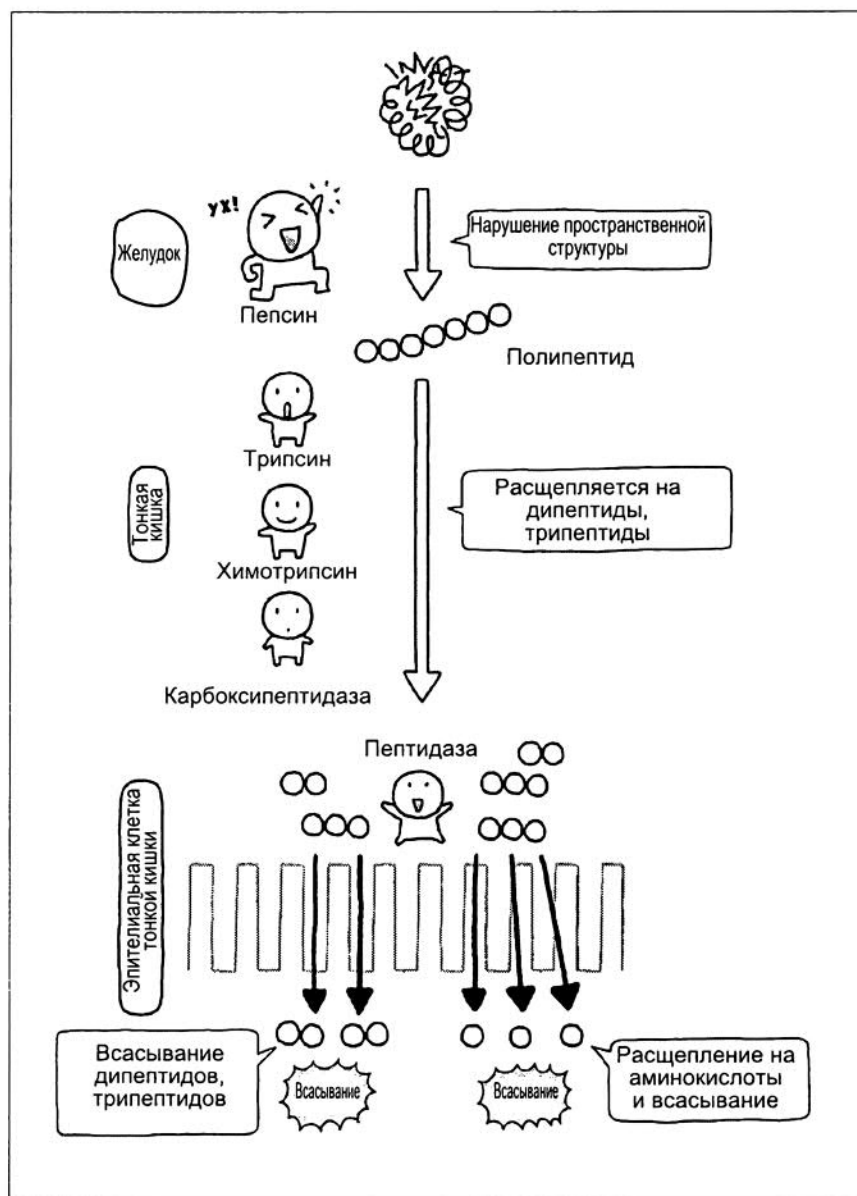


Рис.5-3 Процесс переваривания и всасывания белков

5-5 Денатурация белка

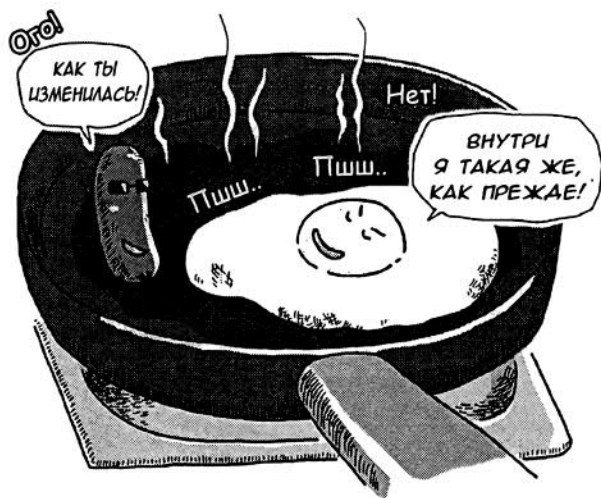
Нарушение пространственной структуры белка под действием кислот, температуры и т.п. с изменением его свойств называется денатурацией.

При кислотной денатурации положительные электрические заряды ионов водорода, содержащиеся в кислоте, нейтрализуют отрицательный заряд молекулы белка, затрудняя образование связей между молекулами белка. Кислотной денатурацией является, например, свёртывание коровьего молока при добавлении в него лимонного сока, вызывающего денатурацию белков, содержащихся в молоке.

Отверждение яйца и побеление его белка при варке — это температурная денатурация. Хотя первичная структура белка в результате нагрева почти не изменяется, высшие пространственные структуры, начиная со вторичной, неустойчивы к воздействию тепла. Яйцо в смятку переваривается лучше, чем сырое, именно потому, что при варке разрушается его пространственная структура.

Как ясно из того, что варёное яйцо невозможно опять сделать сырым, денатурированные белки не могут вернуться в прежнее состояние. При денатурации изменяются только связи в молекуле белка, а его питательная ценность как источника аминокислот почти не изменяется. Это происходит потому, что внутри организма белки используются как источники аминокислот. Так как в любом случае всасываются аминокислоты, то не важно, сохранена или нет пространственная структура при употреблении в пищу.

Денатурация Белка



Яичница не может вернуться в состояние сырого яйца

5-6 Расчёт аминокислотного сора

Здесь мы немного подробнее остановимся на аминокислотном соре, о котором говорилось в манге этой главы. Ниже приведены аминокислотные сора основных источников растительных и животных белков. Бросаются в глаза продукты животного происхождения, которые богаче незаменимыми аминокислотами и имеют более сбалансированный аминокислотный состав, чем растительные белки.



Чем больше аминокислотный сор, тем выше качество белка, да?



Да. Идеально, чтобы общий аминокислотный сор был равен 100 благодаря умелому сочетанию белков растительного и животного происхождения.

Аминокислотный сор растительных белков

※ : После значения указана первая лимитирующая аминокислота.



Пшеничная
мука
31K



Бананы
64A



Капуста
61L



Шиитаке
61S



Репчатый
лук
39L



Соя
100



Яблоки
56A

Аминокислотный сор животных белков



Свинья
вырезка
100



Яйцо
100



Коровье
молоко
100



Каракатица
71T



Полосатый
тунец
100



Сайра
96W



Корбикула
100



Кстати, знаешь, как рассчитать аминокислотный скор?

Так...

Аминокислотный скор рассчитывают на основе аминокислотного профиля*, в котором аминокислота с самым низким содержанием называется первой лимитирующей. Как уже говорилось в манге, в бочку Либиха невозможно набрать "воды" (аминокислот) больше, чем содержание первой лимитирующей аминокислоты, определяющей количество аминокислот, которое может быть использовано для построения белков организма.

* : См. мангу

Формула расчёта аминокислотного скор

$$\frac{\text{Содержание 1-ой лимитирующей аминокислоты в пищевом белке (мг/г N)}}{\text{Вклад этой аминокислоты в аминокислотном профиле (мг/г N)}} \times 100$$

Для очищенного риса первая лимитирующая аминокислота — лизин, его там содержится 210 мг на 1 г азота, а вклад лизина в аминокислотном профиле составляет 360 мг на 1 г азота. Подставляя значения, получаем для очищенного риса: $210/360 \times 100 = 58$. После значения приводят буквенное обозначение первой лимитирующей кислоты — К в случае лизина, поэтому аминокислотный скор очищенного риса — [58K].

Функции аминокислот и содержащие их продукты приведены в табл. 5-1.

Табл.5-1 Функции незаменимых аминокислот

Незаменимая аминокислота	Функции, действие	Содержащие продукты
Фенилаланин (F)	Успокаивающее, антидепрессант	Рыба и морепродукты, миндаль, сыр
Лейцин (L)	Усиление функции печени	Печень, кор.молоко, ставрида, яйца, птица
Изолейцин (I)	Стимулятор роста, укрепление мышц	Говядина, птица, кета
Триптофан (W)	Успокаивающее	Сыр, бананы, соя
Метионин (M)	Улучшение работы печени	Коровье молоко, говядина, свинина, птица
Треонин (T)	Стимулятор роста, предотвращает накопление жира	Яйца, желатин
Гистидин (H)	Стимулятор роста, облегчение при артритах	Птица, коровье молоко, сыр, ветчина
Валин (V)	Укрепление мышц	Птица, сыр, печень
Лизин (K)	Синтез антител, гормонов, ферментов	Соя, сыр, яйца, рыба и морепродукты

* : Только для грудных младенцев, так как организм взрослых синтезирует гистидин.

5-7 Белки вызывают пищевую аллергию

Пищевые аллергии вызываются белками и особенно часты у грудных детей в возрасте 0-2 лет, как считается, по причине недостаточного переваривания белков из-за незрелости кишечного тракта.

Аллергии возникают из-за чрезмерной иммунной реакции на вещества, безвредные сами по себе. Пищевые аллергии сопровождаются такими симптомами, как понос, рвота, крапивница.

Вызывают пищевую аллергию вещества белковой природы: олигопептиды, полипептиды. Как объяснялось ранее, белки могут всасываться также в виде дипептидов, трипептидов (см.5-4), однако олигопептиды и полипептиды — это уже другое. В случае взрослых, даже если в организм попадут пептиды, они будут либо расщеплены пищеварительным ферментом пептидазой, либо антитела IgA* свяжут их и выведут из организма. Однако у грудных детей пищеварение ещё не развито, поэтому пептиды, не расщепляясь, всасываются через щели между эпителиальными клетками тонкой кишки, что приводит к чрезмерной иммунной реакции, вызывая пищевую аллергию.

Пищевые аллергии наиболее часто вызываются куриными яйцами, молочными продуктами и мучными изделиями, но иногда также и белками, содержащимися в материнском молоке.

* : Антитела, секретируемые слизистыми оболочками и играющие роль барьера.

На заметку **Пищевые аллергии и обязанность указывать ингредиенты**

На диаграмме слева показаны доли продуктов, вызывающих пищевую аллергию, а в таблице справа 7 ингредиентов пищевых полуфабрикатов, которые обязательно должны указываться, и 18 ингредиентов, которые рекомендуется указывать.

Аллергические
пищевые продукты

Доли продуктов в 2501 изученных случаях пищевой аллергии



(На основе данных исследования Фонда исследований в области здравоохранения и труда "Профилактика и лечение пищевых аллергий", 2008 г.)

7 аллергенных ингредиентов, которые указывать
обязательно

• Яйца	• Молоко	• Пшеница	• Креветки
• Краб	• Гречка	• Арахис	

18 аллергенных ингредиентов, которые указывать
рекомендуется

• Абалон	• Кальмар	• Икра лосося	• Апельсины
• Киви	• Говядина	• Грецкий орех	• Кета
• Скумбрия	• Соя	• Птица	• Бананы
• Свинина	• Мацутакэ	• Персики	• Ямамо
• Яблоки	• Желатин		

* : Указываемые ингредиенты пересматривались на основе практических исследований: в 2004 году были добавлены "бананы", в 2008 году — креветки и "краб".

[Источник: "Указание аллергенов пищевых полуфабрикатов" (ред. апрель 2008 г.)]

5-8 Ненужные белки выводятся с мочой



Известен ли тебе конечный продукт белкового обмена?



Да, состарившиеся клетки разлагаются на аминокислоты, часть из которых повторно используется как материал для клеток, сырьё для АТФ, а остальные вроде бы выводятся с мочой.



Ну, да. Давай посмотрим путь вывода белков с мочой.

Часть молекулы аминокислоты, образованную атомами углерода (С), водорода (Н), кислорода (О) называют углеродным скелетом. Его можно использовать для производства АТФ. Однако перед этим от молекулы нужно отрезать аминогруппу, так как в ней содержится несжигаемый элемент — азот (N).

Эта аминогруппа создаёт в организме проблемы, превращаясь после отрезания в аммиак, который токсичен и может даже привести к смерти, если его концентрация в крови повысится. Для обезвреживания и вывода аммиака с мочой существует цикл мочевины: образовавшийся аммиак соединяется в печени с CO_2 и превращается в мочевины, которая выводится в мочу из почек.

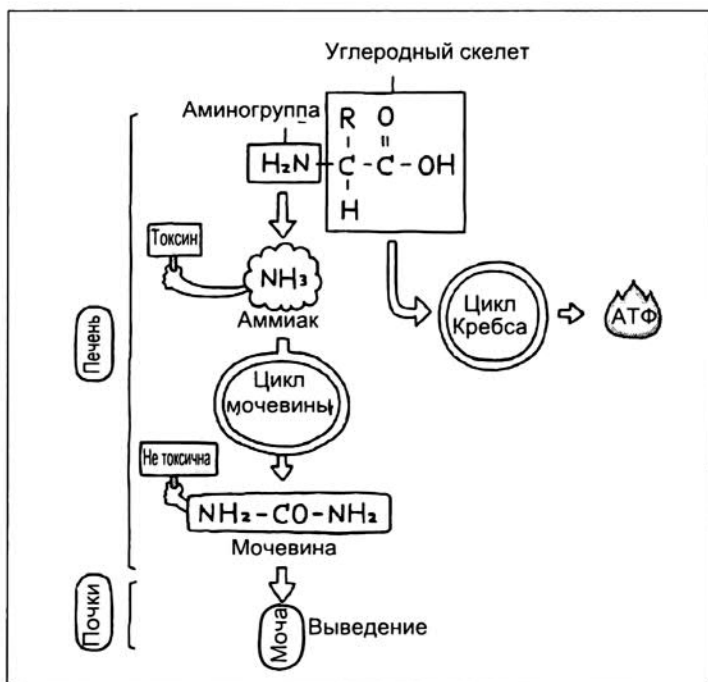


Рис.5-4 Цикл мочевины

Есть collagen полезно для здоровья?

Коллаген присутствует во всех тканях организма: в коже и мышцах, во внутренних органах, костях, суставах, глазах, волосах и т.д., составляя около 30% из примерно 100 тыс. белков, составляющих наш организм. Считается, что коллаген работает как клей, соединяющий между собой клетки нашего тела и располагающий их в правильных направлениях. В связи с этим, одна за другой выпускаются биологически активные добавки к пище, содержащие коллаген.

Но приносят ли подобные продукты реальную пользу? Перед тем, как попасть в кровь, углеводы ежедневно потребляемой пищи расщепляются до глюкозы, а белки до аминокислот и мелких пептидов. Как уже говорилось, ни крахмал, ни белки никогда не всасываются в изначальном виде. Рекламируемые коллагеновые продукты в основном изготавливаются из рыбьей чешуи, говядины, свинины и т.п., но наша кожа от их употребления не покрывается рыбьей чешуёй, и мы не превращаемся, например, в коров. Другими словами, употребление в пищу коллагена не приводит к его синтезу.

Для получения желатина расщепляют коллаген, содержащийся в костях, коже животных, нагревая его. Можно подумать, что рекламируемый коллаген должен, по крайней мере, содержать много незаменимых аминокислот, однако на самом деле его аминокислотный состав в качестве животного белка не очень сбалансированный, например, триптофана в нём почти не содержится. Поэтому не следует слишком доверять рекламе чудодейственных продуктов.



Употребление коллагена в пищу ещё не означает, что в вашем организме его станет больше

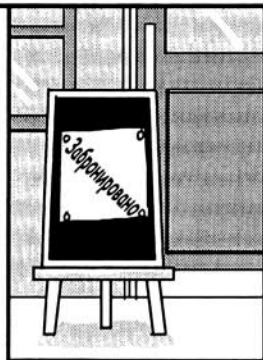


ВЗАИМОСВЯЗЬ ТРЁХ ОСНОВНЫХ НУТРИЕНТОВ



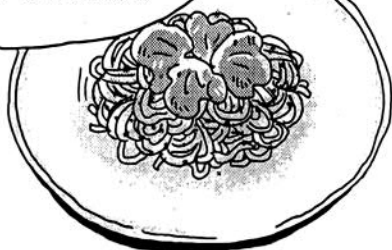
Высокоэффективная система накопления энергии в организме

6-1 Поддерживая сахар крови из всех сил

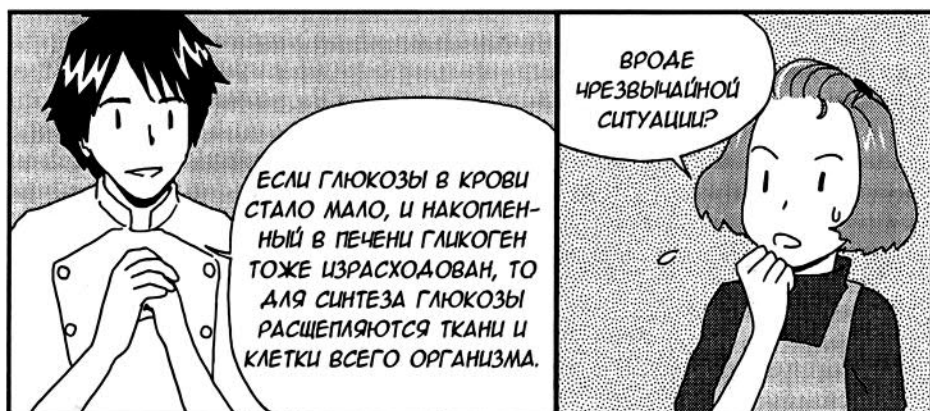




ЭТО — БЕЛКОВАЯ
ПАСТА: ИЗ ПШЕНИЧНОЙ
МУКИ,
ОЧИЩЕННОЙ
ОТ КРАХМАЛА.







6-2 Три пути глюконеогенеза

15:00
(перерыв
на обед)

В ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗЕ
ГЛЮКОЗА
ОБРАЗУЕТСЯ В ОСНОВНОМ
ИЗ ТРЁХ ВЕЩЕСТВ.

Исходные вещества
глюконеогенеза

- ① Аминокислоты
- ② Молочная кислота
- ③ Глицерин

РАССМОТРИМ
ИХ ПО
ОДНОМУ.

СНАЧАЛА
О ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗЕ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АМИНОКИСЛОТ
ИЗ РАСПАВШИХСЯ БЕЛКОВ,
НАПРИМЕР, МЫШЦ.

Глюконеогенез

90% ГЛЮКОЗЫ,
ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ
ПРИ ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗЕ,
СИНТЕЗИРУЕТСЯ
ИЗ АМИНОКИСЛОТ.

ТЕ ИЗ 20 ПРОТЕИНОГЕННЫХ
АМИНОКИСЛОТ, КОТОРЫЕ
МОЖНО ПРЕВРАТИТЬ
В ГЛЮКОЗУ, НАЗЫВАЮТСЯ
ГЛИКОГЕННЫМИ.

Лизин и лейцин Гликогенные
аминокислоты



■ Могут
□ Не могут*1
превращаться
в глюкозу

ГЛИКОГЕННЫЕ
АМИНОКИСЛОТЫ
ПО КРОВТОКУ
ДОСТАВЛЯЮТСЯ В ПЕЧЕНЬ
И ПРЕВРАЩАЮТСЯ ТАМ
В ОДНО ИЗ ЭТИХ ВЕЩЕСТВ.



Продукты метаболизма
гликогенных аминокислот

- ☐ Пироват
- ☐ Оксалоацетат
- ☐ α-кетоглутарат
- ☐ Сукцинил-КоА
- ☐ Фумарат

*1: Называются кетогенными, так как могут превращаться в кетонные тела. Однако четыре гликогенные аминокислоты: изолейцин, фенилаланин, триптофан и тирозин, тоже могут превращаться в кетонные тела.

ПИРУВАТ - ЭТО
ЖЕ ПРОДУКТ
ПЕРВОЙ СТАДИИ
СИНТЕЗА АТФ -
ГЛИКОЛИЗА*2!



* 2 : См. главу 2

== АА! ==



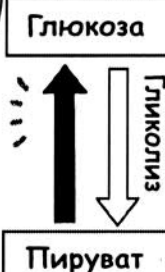
ЭТО
КОНЕЧНЫЙ
ПРОДУКТ
ГЛИКОЛИЗА.

ИТАК, КАК ЖЕ НАМ
ПРЕВРАТИТЬ ПИРУВАТ
В ГЛЮКОЗУ?



ПРОСТО
ВЕРНУТЬСЯ
ОБРАТНО,
АА?

ТАК...



АА.



ТЫ
МЫСЛИШЬ
ПРАВИЛЬНО.

ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ -
ЭТО РЕАКЦИЯ
СИНТЕЗА ГЛЮКОЗЫ,
ОБРАТНАЯ
ГЛИКОЛИЗУ.



Глюконеогенез:
гликолиз
наоборот.

НО ЕСТЬ
ОДНА
ПРОБЛЕМА:
3 ИЗ 10*3
СТАДИЙ
ГЛИКОЛИЗА
НЕОБРАТИМЫ.



ИХ ОБХОДЯТ
ИЛИ
ОБРАЩАЮТСЯ
ЗА ПОМОЩЬЮ
К ФЕРМЕНТАМ.

ФЕРМЕНТЫ ДЛЯ
ОБРАТНОЙ РЕАКЦИИ
ЕСТЬ ТОЛЬКО
В ПЕЧЕНИ.

ПОЭТОМУ 90%
ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗА
ПРОИСХОДИТ
В ПЕЧЕНИ.

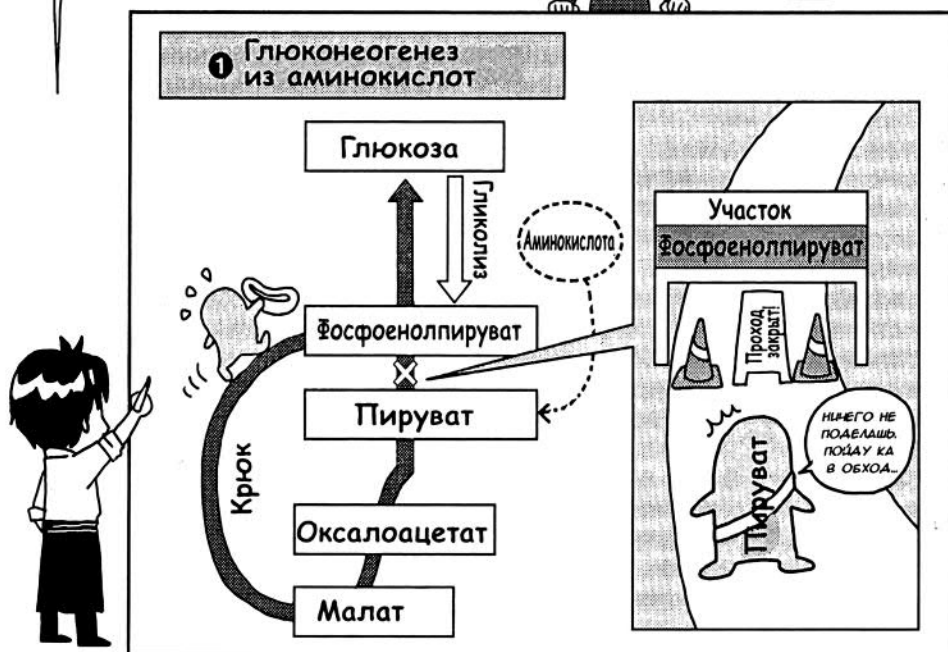
ЧТО ЖЕ
ДЕЛАТЬ?

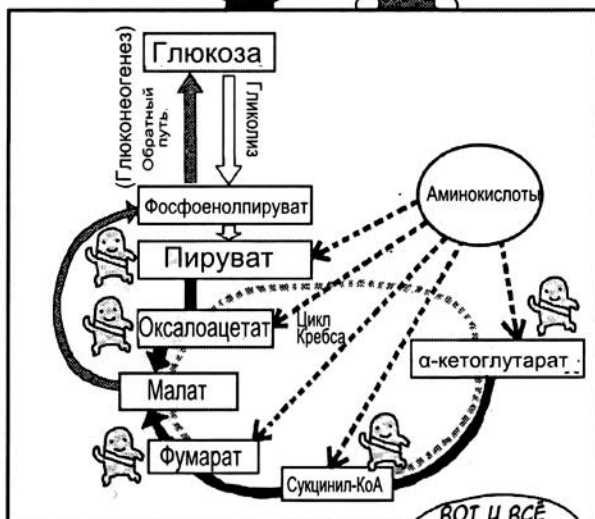


Печень Ферменты

ПОЭТОМУ ПЕЧЕНЬ
ЕЩЁ НАЗЫВАЮТ
МАШИНОЙ ПО
ПРОИЗВОДСТВУ
ГЛЮКОЗЫ.

* 3 : См. Дополнительную информацию 2-3 главы 2.





ВОТ И ВСЁ ПРО СЛУЧАЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМИНОКИСЛОТ.

*2 : См. Дополнительную информацию 2-3.

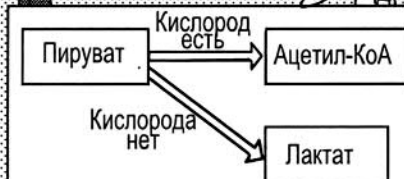
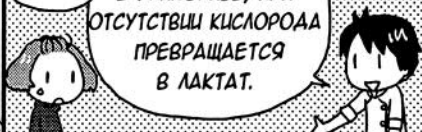
ТЕПЕРЬ РАССМОТРИМ
ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МОЛОЧНОЙ
КИСЛОТЫ (ЛАКТАТА).



ЛАКТАТ
НАКАПЛИВАЕТСЯ
ПРИ АНАЭРОБНЫХ
НАГРУЗКАХ, ТАК?

АА.

ПИРУВАТ,
ОБРАЗОВАВШИЙСЯ
В ГЛИКОЛИЗЕ, ПРИ
ОТСУТСТВИИ КИСЛОРОДА
ПРЕВРАЩАЕТСЯ
В ЛАКТАТ.



ЛАКТАТ
ВЫДЕЛЯЕТСЯ
В КРОВЬ И
ПЕРЕНОСИТСЯ
В ПЕЧЕНЬ,

ГДЕ
ПРЕВРАЩАЕТСЯ
В ПИРУВАТ
ФЕРМЕНТАМИ
ПЕЧЕНИ.



ЗНАЧИТ, ЗАТЕМ ОН
МОЖЕТ ПОЙТИ ТЕМ ЖЕ
ПУТЁМ И ПРЕВРАТИТЬСЯ
В ГЛЮКОЗУ?



ИМЕННО. ЭТО И ЕСТЬ
ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ
ИЗ ЛАКТАТА.

ПОЛУЧЕННАЯ ТАКИМ ПУТЁМ
ГЛЮКОЗА СТАНОВИТСЯ
САХАРОМ КРОВИ ИЛИ
ИСТОЧНИКОМ ЭНЕРГИИ
МЫШЦ.

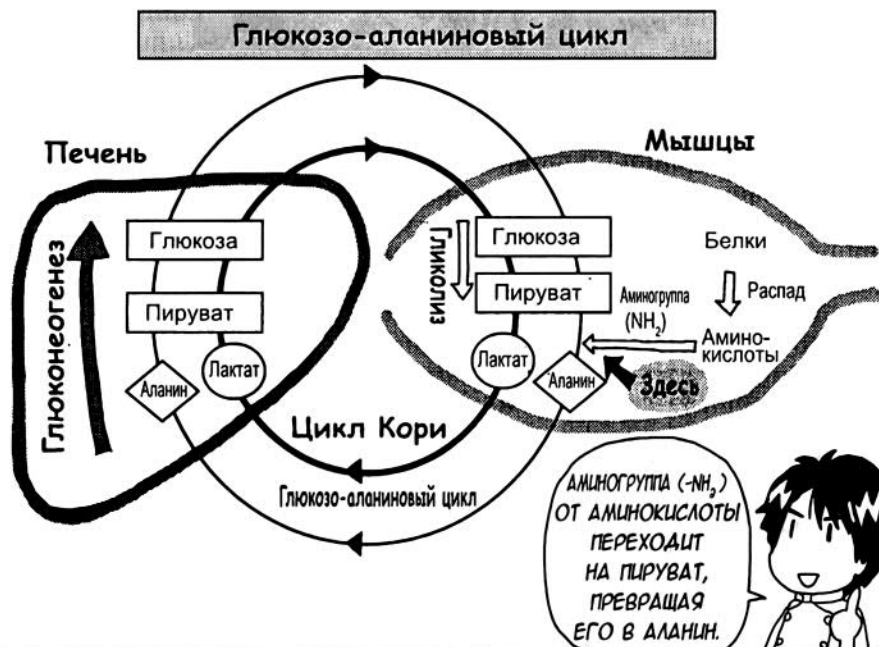
ВОЗВРАЩАЕТСЯ
В МЫШЦЫ?

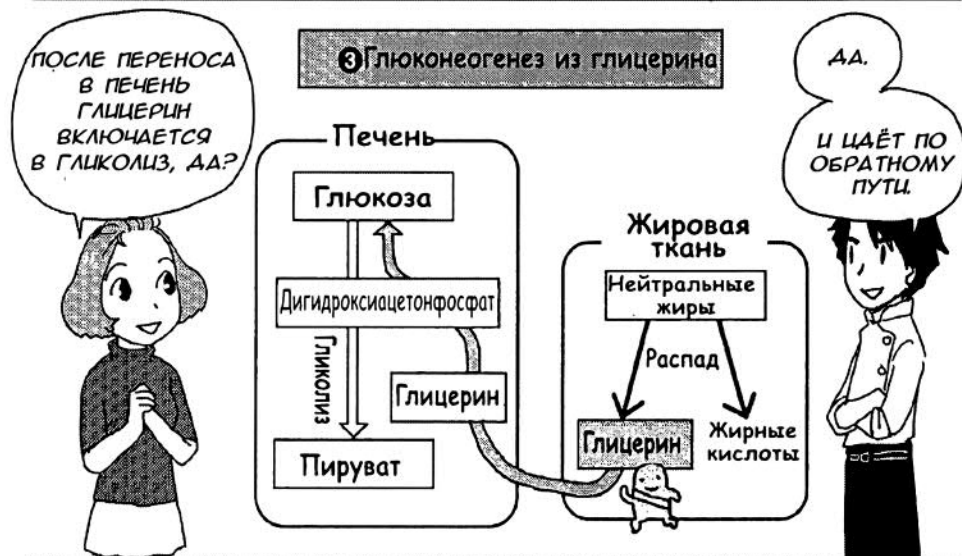


А ПОТОМ ЭТА ГЛЮКОЗА
РАСЩЕПЛЯЕТСЯ В МЫШЦАХ
С ОБРАЗОВАНИЕМ
ПИРУВАТА,
КОТОРЫЙ БЕЗ КИСЛОРОДА
ПРЕВРАЩАЕТСЯ
В ЛАКТАТ?



АА!





*1: См. Дополнительную информацию 6-4.

НУ,
В ОБЩЕМ.

ВОТ ОСНОВНЫЕ
ПУТИ
ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗА.

Основные пути глюконеогенеза

- ① Аминокислоты ⇒ Глюкоза
- ② Лактат ⇒ Глюкоза
- ③ Глицерин
⇒ Глюкоза

ПОМНИШЬ, ЧТО
ИНСУЛИН
СТИМУЛИРУЕТ
ПОГЛОЩЕНИЕ
ГЛЮКОЗЫ КЛЕТКАМИ
И СНИЖАЕТ
САХАР КРОВИ^{※2}?

※2: См. Дополнительную информацию 3-5 главы 3.

ОДНАКО У БОЛЬНЫХ
САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ
ФУНКЦИЯ ИНСУЛИНА
СНИЖЕНА.

АА. ИЛИ ЕГО
СЕКРЕЦИЯ
НЕДОСТАТОЧНА.

ПОЭТОМУ КЛЕТКИ
НЕ МОГУТ
ПОГЛОЩАТЬ
ГЛЮКОЗУ.

ИЗ-ЗА ЭТОГО
НЕ ХВАТАЕТ ЭНЕРГИИ,
МЫШЦЫ И ЖИРЫ
РАСПАДАЮТСЯ,
СОЗДАВАЯ САХАР КРОВИ.
ЭТО МОЖЕТ ВЫЗВАТЬ
ПОХУДЕНИЕ.

ВОТ КАК?
ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ
ОРГАНИЗМ
СЛОЖНО
УСТРОЕН.

ЭТО
КЛИНИЧЕСКАЯ
ДИЕТОЛОГИЯ, АА?

АА.

ДИЕТОЛОГИЯ
ОЧЕНЬ НУЖНА
БОЛЬНЫМ
ЛЮДЯМ!

МНЕ ВСЁ БОЛЬШЕ
ХОЧЕТСЯ ЕЁ
ИЗУЧАТЬ!

※3: Здесь не имеется в виду, что ограничение потребления углеводов обязательно приведёт к улучшению состояния больных диабетом: существуют разные методы улучшения состояния больных и лечения.



Дополнительная информация



Мы можем обходиться без пищи некоторое время потому, что путём глюконеогенеза синтезируется глюкоза, становящаяся сахаром крови. Здесь мы подробно изучим пути глюконеогенеза, упомянутые в манге, что поможет углубить понимание взаимосвязи трёх основных нутриентов.

6-3 Подробные пути глюконеогенеза

❖ Глюконеогенез из аминокислот



Глюконеогенез из аминокислот — это пути превращения пяти веществ в глюкозу? (рис. 6-1)



Да. Ещё раз объясню каждый путь по схеме.

Рис. 6-1 Пять продуктов метаболизма гликогенных аминокислот

- Пируват
- Оксалоацетат
- α -кетоглутарат
- Сукцинил-КоА
- Малат

■ Глюконеогенез из пирувата

В гликолизе есть три необратимых стадии (А-С на рис. 6.2), которые при пути назад нужно либо обходить, либо преодолевать, пользуясь силой ферментов. Посмотрим по рис. 6-2 на обходные пути этих стадий в процессе синтеза глюкозы. Во-первых, первая реакция превращения пирувата (начальная точка — А) в фосфоенолпируват является необратимой, поэтому пируват здесь вынужден входить в митохондрии (①), где он под действием фермента пируваткарбоксилаза превращается в оксалоацетат (②), который может превращаться в фосфоенолпируват при помощи ферментов, но не может проходить через мембраны митохондрий. В связи с этим, он сначала превращается здесь в одно из веществ цикла Кребса — малат (яблочную кислоту) (③), который выходит наружу через мембрану митохондрии (④), после чего при помощи малатдегидрогеназы опять превращается в оксалоацетат (⑤), который затем при помощи фосфоенолпируваткарбоксикиназы превращается в фосфоенолпируват (⑥).

Таким образом, происходит вступление на обратный путь гликолиза, в котором есть ещё две необратимых стадии: превращение фруктозо-1,6-бисфосфата во фруктозо-6-фосфат (В) и превращение глюкозо-6-фосфата в глюкозу (С).

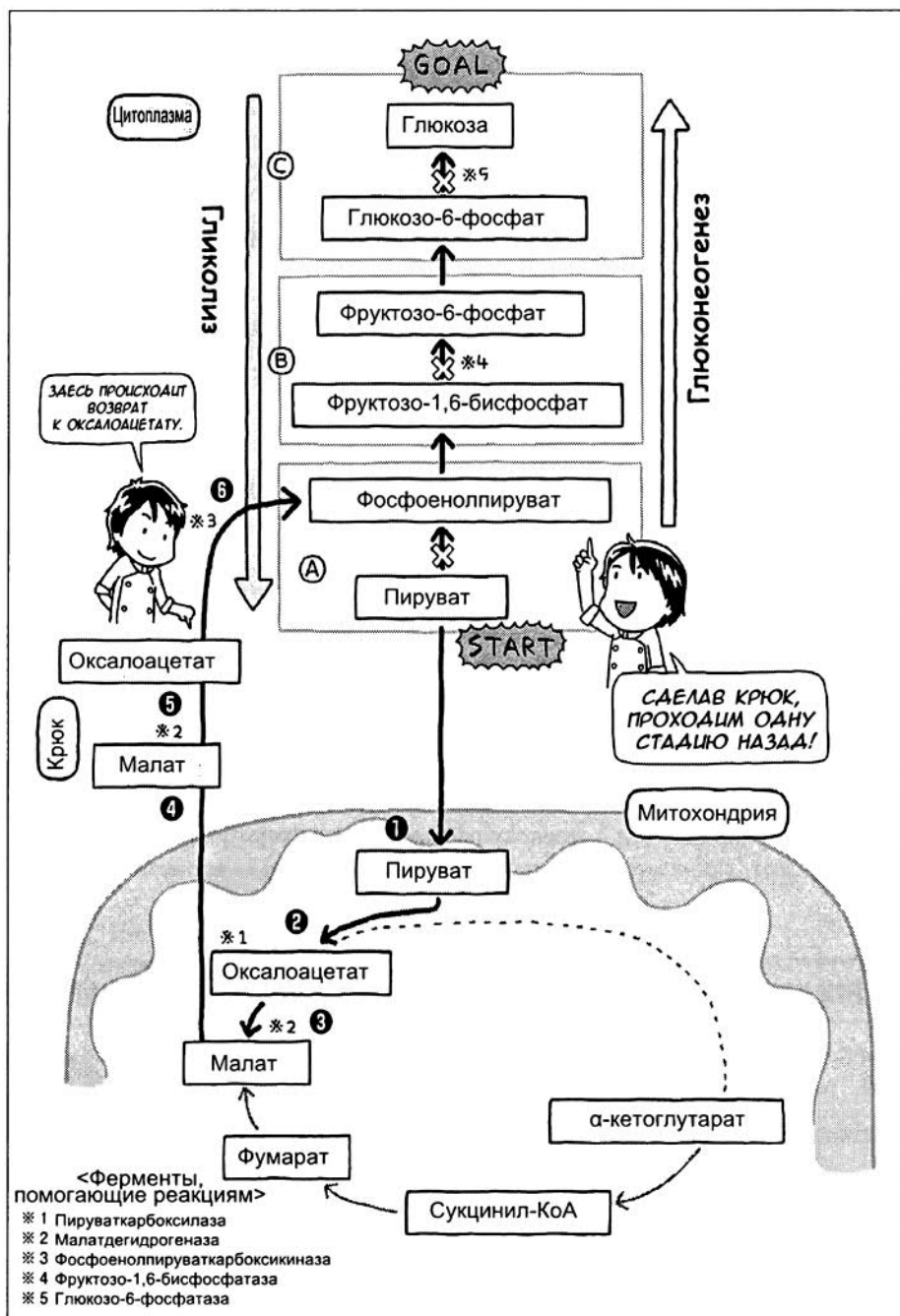


Рис.6-2 Путь глюконеогенеза из аминокислот

Эти две стадии можно преодолеть силой ферментов: первая обратная реакция катализируется фруктозо-1,6-бисфосфатазой, а вторая — глюкозо-6-фосфатазой. Сделав все эти крюки (обходы), пируват наконец достигает заветной цели — становится глюкозой.



Вот оно что... Да, какой сложный этот глюконеогенез!



Старайся, Рин! Главное понять это, ведь дальше будет почти то же самое.



Да, ты говорил, что оставшиеся 4 вещества рисунка 6-2 могут проходить глюконеогенез почти тем же путём, так?



Да. Поэтому для этих 4 веществ мы рассмотрим превращения до точки вхождения в только что изученный путь.

■ Глюконеогенез из оксалоацетата

Оксалоацетат превращается в глюкозу по тому же пути, что и пируват, начиная с ⑥ на рис. 6-2.

■ Глюконеогенез из α -кетоглутарата, сукцинил-КоА, фумарата

После прохождения по прямому пути цикла Кребса и превращения в малат они превращаются в глюкозу по тому же пути, что и пируват: ④→⑤→⑥ на рис. 6-2.

❖ Глюконеогенез из лактата

Лактат, перенесённый из мышц в печень по кровотоку, превращается там при помощи ферментов (лактатдегидрогеназы) в пируват (рис. 6-3), который затем может превращаться в глюкозу по тому же самому пути глюконеогенеза из аминокислот (глюконеогенеза из пирувата).

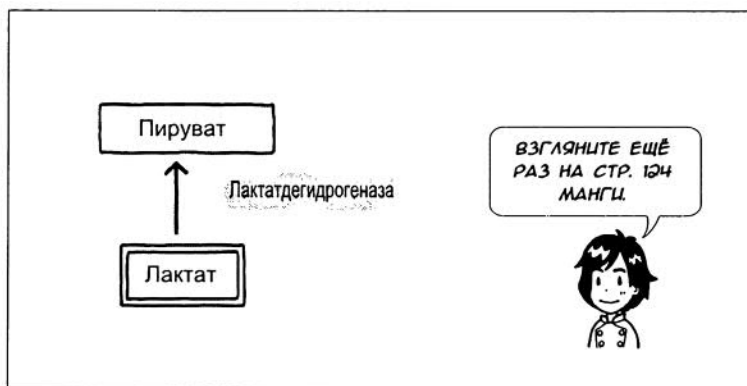


Рис.6-3 Глюконеогенез из лактата

❖ Глюконеогенез из глицерина

Глицерин из расщеплённых жиров переносится в печень по кровотоку, где превращается по действием фермента (глицеролкиназы) в глицерин-3-фосфат, который под действием глицерин-3-фосфат дегидрогеназы (GPD) превращается в дигидроксиацетонфосфат (рис. 6-4), который является промежуточным продуктом гликолиза и может быть превращён в глюкозу по тому же самому пути глюконеогенеза из аминокислот (глюконеогенеза из пирувата).

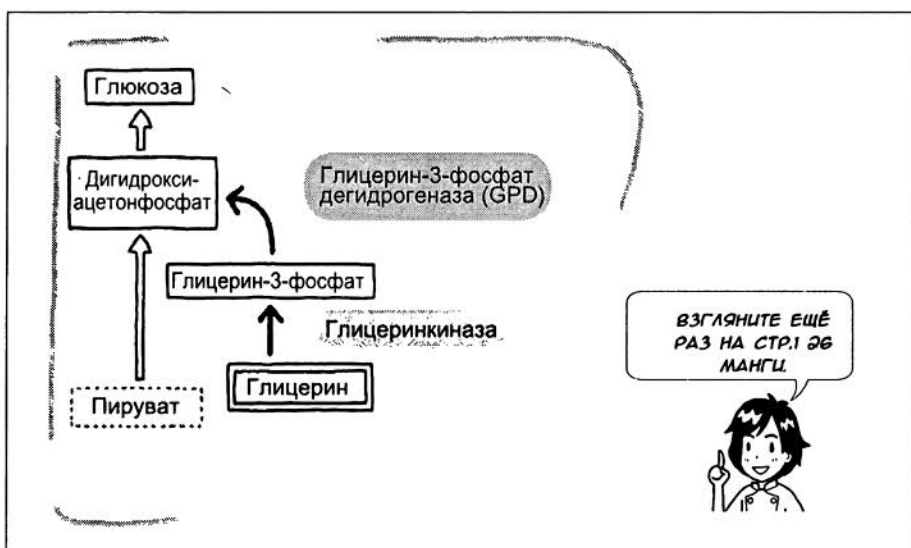


Рис.6-4 Глюконеогенез из глицерина

6-4 Почему глюкозу нельзя синтезировать из жирных кислот?



Здесь я объясню причину того, что из жирных кислот нельзя синтезировать глюкозу для сахара крови, как говорилось в манге.



Да. Хотя мне кажется, что какой-то окольный путь превращения жирных кислот в глюкозу всё же должен быть.

Жирные кислоты — продукт распада нейтральных жиров, могут превращаться в ацетил-КоА и использоваться для массового производства АТФ путём β -окисления, как я уже говорил.

Но почему же из жирные кислоты не могут превратиться в глюкозу? Ацетил-КоА образуется в гликолизе из пирувата.

Как объяснялось в манге, если вещество может превращаться в пируват, то оно может превратиться в глюкозу, пройдя путь гликолиза в обратном направлении. Однако ферментов, которые превращали бы ацетил-КоА в пируват, не существует. Тогда вы можете сказать, что если пройти по циклу Кребса до превращения в оксалоацетат, то можно будет идти по тому же самому пути глюконеогенеза из аминокислот. Но это тоже невозможно, так как в процессе одного цикла Кребса ацетильная группа ($-\text{COCH}_3$) ацетил-КоА превращается в CO_2 и исчезает. Кроме того, фермента, который превращал бы ацетил-КоА непосредственно в оксалоацетат без прохождения цикла Кребса, тоже не существует. Следовательно, жирные кислоты не могут превращаться в глюкозу.



На этом закончим разговор о глюконеогенезе.



Ура! Ой, извини...



И напоследок, о взаимосвязи трёх основных нутриентов: о механизме превращения углеводов в жиры.

6-5 Куда девается употреблённая в избытке глюкоза?

Как я уже говорил, один из способов запасаания АТФ — накопление гликогена в печени или в мышцах, однако его тоже нельзя запасти бесконечно много. Но хотелось бы запасти побольше энергии, и поэтому в организме предусмотрена функция запасаания глюкозы в виде нейтральных жиров.

Посмотрим, что происходит при избыточном употреблении глюкозы. Полученная глюкоза превращается в АТФ, пройдя по пути гликолиза и цикла Кребса, однако вся глюкоза не сможет пройти по этому пути, так как АТФ не может запасаться в организме, поэтому синтезировать его слишком много не имеет смысла. Другими словами, даже если мы съдим очень много глюкозы, цикл Кребса остановится после выработки некоторого количества АТФ и его выработка прекратится.

К чему же приведёт остановка цикла Кребса? Глюкоза, вошедшая в цикл Кребса и расщеплённая до цитрата, выйдет из митохондрии прямо так, в виде этого цитрата, который расщепится и пройдёт следующую цепь превращений: ацетил-КоА → малонил-КоА → жирная кислота (рис. 6-5).

Именно поэтому считается, что избыток сладкого в пище приводит к избыточному весу.

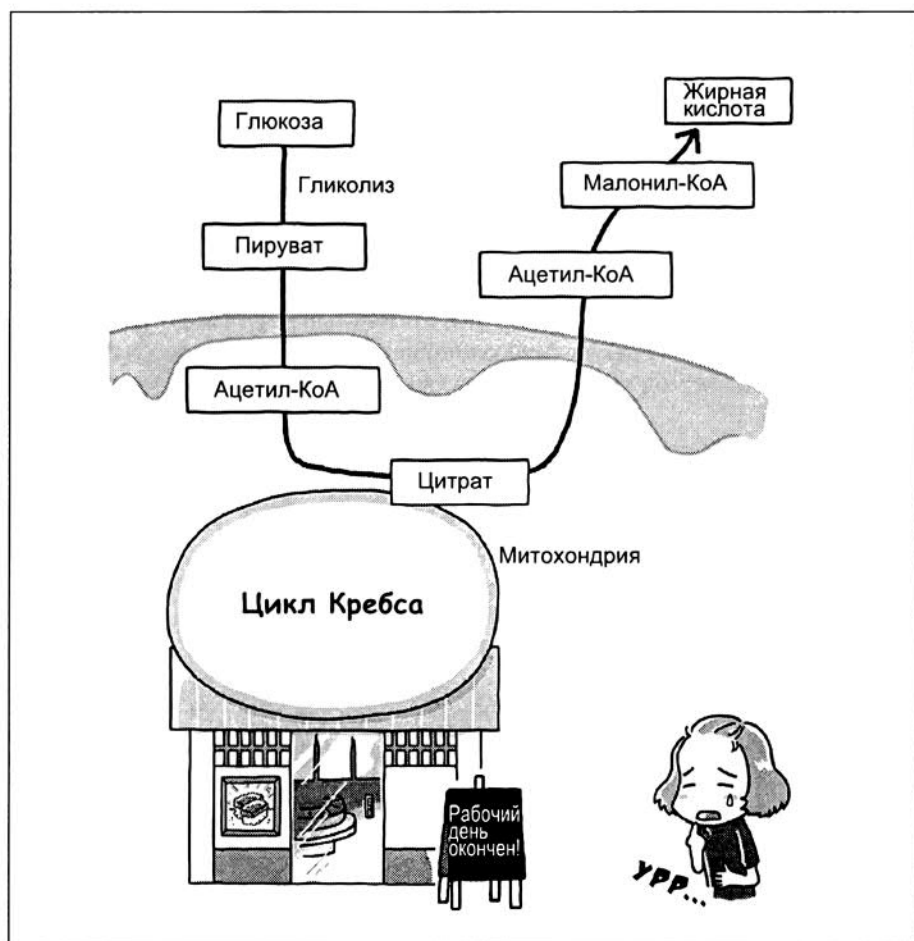


Рис.6-5 Путь синтеза жирных кислот из глюкозы

👉 Проверьте себя!

- ❑ Глюконеогенез — это путь превращения неуглеводных нутриентов в глюкозу, гликоген.
- ❑ Гликогенолиз — это реакция, обратная гликолизу, исходными веществами в которой являются аминокислоты, лактат или глицерин.
- ❑ Глюкоза, израсходованная в мышцах, превращается в аланин, переносимый в печень по кровотоку и превращающийся там опять в глюкозу, которая затем опять переносится в мышцы по кровотоку. Это называется глюкозо-аланиновым циклом. Такой же цикл для лактата и глюкозы называется циклом Кори.
- ❑ Глицерин может использоваться в глюконеогенезе, а жирные кислоты — нет.

Размышляя о глюконеогенезе...

Как неоднократно упоминалось, углеводы — самый важный источник энергии, необходимой для жизни. А как насчёт первобытных народов, которые охотились и питались в основном мясом, не так уж богатым углеводами? Хотя считается, что в летне-осенний сезон они могли также питаться дикими плодами, всё же предполагают, что они обеспечивали себя глюкозой — и источником энергии, с помощью неуглеводных нутриентов: жиров и белков. Возможно, наши далёкие предки очень эффективно использовали механизм глюконеогенеза, рассмотренный в данной главе.

Человечество с древних времён использовало энергию, полученную не только из углеводов злаков, фруктов, но также из жиров и белков. Поэтому предпочтительным считается сбалансированное питание без переизбытка или нехватки отдельных нутриентов.



Считается, что первобытное человечество сильно зависело от глюконеогенеза

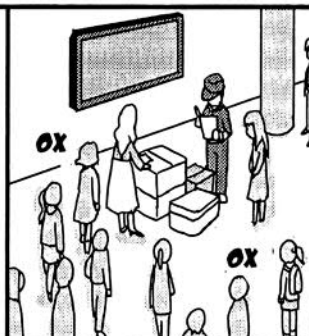
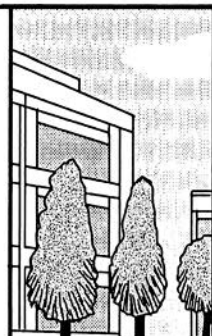


ВИТАМИНЫ И МИНЕРАЛЫ



Нутриенты, не синтезируемые в организме

7-1 Сходства и различия витаминов и минералов







7-2 ФУНКЦИИ ВИТАМИНОВ

Водорастворимые витамины

Витамин B_1 , витамин B_2 , ниацин (B_3),
витамин B_6 , витамин B_{12} , фолиевая кислота (B_9),
пантотеновая кислота (B_5), биотин (B_7), витамин С

Жирорастворимые витамины

Витамин А, витамин D, витамин Е, витамин К

ВИТАМИНОВ ВСЕГО 13,
ИХ ДЕЛЯТ ПО
ВОДОРАСТВОРИМОСТИ.

КАК МНОГО
"В"!

ЭТИ ВИТАМИНЫ С ПОХОЖИМИ
СВОЙСТВАМИ НАЗЫВАЮТ
"ВИТАМИНАМИ ГРУППЫ В".

ВИТАМИНЫ
ВЫПОЛНЯЮТ
В ОРГАНИЗМЕ В
ОСНОВНОМ ДВЕ
ФУНКЦИИ.

МЕТАБОЛИЗМ
3-Х ОСНОВНЫХ
НУТРИЕНТОВ...

ПРОИЗВОДСТВО
АТФ -
ТОЖЕ СЮДА?

Функции витаминов

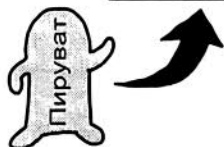
- 1 Способствуют метаболизму трёх основных нутриентов
- 2 Поддержание здоровья кожи, костей, кровеносных сосудов и т.п., стимуляция метаболизма

ДА.

ВИТАМИНЫ ИГРАЮТ
ВАЖНУЮ РОЛЬ И В
ПРОИЗВОДСТВЕ АТФ.

НАПРИМЕР,
ПРЕВРАЩЕНИЕ
ПИРУВАТА
В АЦЕТИЛ-КОА*1.

Ацетил-КоА



ДЕЙСТВИТЕЛЬНО, ТАМ
БЫЛА РАЗВЯЗКА:
СИНТЕЗ АТФ В ЦИКЛЕ
КРЕБСА ИЛИ ПРЕВРАЩЕНИЕ
В ЛАКТАТ.

ЗАЕСЬ ДЛЯ
ПРЕВРАЩЕНИЯ
В АЦЕТИЛ-КОА
НЕОБХОДИМ
ВИТАМИН B_1 .

*1 : См. Дополнительную информацию 2-3 главы 2.



МОЖНО СКАЗАТЬ, ЧТО У ЖИРОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ ЕСТЬ ФУНКЦИЯ, ПОДОБНАЯ ГОРМОНАМ: ПОДДЕРЖИВАТЬ ОРГАНИЗМ В НОРМАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ.

Водорастворимые витамины	: функция коферментов
Жирорастворимые витамины	: функция, подобная гормонам

ИЗБЫТОК ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ ВЫВОДИТСЯ С МОЧОЙ...

...ПОЭТОМУ НЕ ВЫЗЫВАЮТ ОТРАВЛЕНИЯ ПРИ ИЗБЫТОЧНОМ УПОТРЕБЛЕНИИ.

НО ОНИ НЕ МОГУТ НАКАПЛИВАТЬСЯ В ОРГАНИЗМЕ, ПОЭТОМУ ЛЕГКО ВОЗНИКАЕТ ИХ ДЕФИЦИТ.

НАПРИМЕР, БОЛЕЗНЬ БЕРИ-БЕРИ ИЗ-ЗА ДЕФИЦИТА ВИТАМИНА В₁...

...ЛИЛИ ЦИНГА ИЗ-ЗА ДЕФИЦИТА ВИТАМИНА С. ОБА ЭТИХ ВИТАМИНА ЯВЛЯЮТСЯ ВОДОРАСТВОРИМЫМИ.



ПОЭТОМУ ИХ ЛУЧШЕ УПОТРЕБЛЯТЬ ЕЖЕДНЕВНО, ХОТЯ БЫ В НЕБОЛЬШИХ КОЛИЧЕСТВАХ.

Я СЛЫШАЛА, ЧТО ВИТАМИНЫ ХОРОШО РАСТВОРЯЮТСЯ В ВОДЕ, ПОЭТОМУ ГОТОВИТЬ НУЖНО ОСТОРОЖНО...



ЭТО ПРО ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ, НЕ ТАК ЛИ? НАГРЕВ, РАСТВОРЕНИЕ В ВОДЕ МОГУТ УХУДАШАТЬ ИХ ВСАСЫВАНИЕ.

ЧАСТО ГОВОРЯТ, ЧТО ДЛЯ ЛУЧШЕГО СОХРАНЕНИЯ ИХ ЛУЧШЕ НЕ ВАРИТЬ, А ПАРИТЬ ИЛИ ЖАРИТЬ.



Свинина Шпинат
Брокколи Полосатый тунец Соевые бобы

※ Водорастворимые витамины в больших количествах содержатся в мясе, овощах, рыбе и морепродуктах, фруктах и т.д.

С ДРУГОЙ СТОРОНЫ,
ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ
НАКАПЛИВАЮТСЯ В ПЕЧЕНИ,
ПОЭТОМУ ОБ ИХ ДЕФИЦИТЕ
МОЖНО НЕ БЕСПОКОИТЬСЯ.

НО ПРИ ИХ ИЗБЫТОЧНОМ
УПОТРЕБЛЕНИИ МОГУТ
ВОЗНИКАТЬ ГИПЕРВИТАМИНОЗЫ
С ТАКИМИ СИМПТОМАМИ, КАК
ГОЛОВНАЯ БОЛЬ, ПОТЕРЯ
АППЕТИТА И Т.Д.

Гипервитаминоз

А ЧТО НАСЧЁТ
ИХ ГОТОВКИ?

ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ
ВИТАМИНЫ, В ОТЛИЧИЕ
ОТ ВОДОРАСТВОРИМЫХ,
ТЕРМОСТОЙКИ.



Водо-
растворимый
витамин



Жиро-
растворимый
витамин

В ВОДЕ ОНИ
НЕ РАСТВОРЯЮТСЯ,
ПОЭТОМУ
НЕ ТЕРЯЮТСЯ
ПРИ ВАРКЕ.

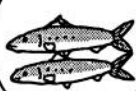


ЗНАЧИТ, МОЖНО
НЕ БЕСПОКОИТЬСЯ?

Морковь



Иваси



Печень



Сыр



Молоко



ОНИ ИМЕЮТ СРОДСТВО
К ЖИРАМ, ПОЭТОМУ ГОТОВКА
НА МАСЛЕ (С ЖИРАМИ)
УЛУЧШАЕТ
ИХ ВСАСЫВАЕМОСТЬ.

※1 : Жирорастворимых витаминов также много в рыбе
и мясе (особенно в печени),
овощах: листьях джута, шпинате и т.п.,
в молочных продуктах и т.п.



7-3 Функции минералов

ТЕПЕРЬ
О МИНЕРАЛАХ.

7 ЭЛЕМЕНТОВ, КОТОРЫХ
СРАВНИТЕЛЬНО МНОГО
В ОРГАНИЗМЕ, НАЗЫВАЮТ
МАКРОМИНЕРАЛАМИ, А ДЕВЯТЬ,
КОТОРЫХ МЕНЬШЕ -
МИКРОМИНЕРАЛАМИ.

ЗНАЧИТ,
ВСЕГО 16?

Макроминералы

Кальций, фосфор,
натрий, калий,
магний, сера, хлор

Микроминералы

Железо, цинк, йод,
селен, марганец,
молибден, кобальт

ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ
У МИНЕРАЛОВ ТРИ.

Функции минералов

- 1 Составляющие организма
- 2 Регуляторы pH и осмотического давления жидкостей организма
- 3 Помощники ферментов (кофакторы)

① - ЭТО, НАПРИМЕР,
КАЛЬЦИЙ КОСТЕЙ,
ЗУБОВ, ЖЕЛЕЗО
ГЕМОГЛОБИНА
ЭРИТРОЦИТОВ.

НАИБОЛЕЕ ТИПИЧНЫЕ
ПРИМЕРЫ ② - ЭТО
ИОНЫ КАЛЬЦИЯ И НАТРИЯ.

Внеклеточная
жидкость



В КАЧЕСТВЕ ③
РАБОТАЕТ ЦИНК.

ЦИНК АКТИВИРУЕТ
РАЗЛИЧНЫЕ
ФЕРМЕНТЫ ИЛИ
ЯВЛЯЕТСЯ ИХ
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ.

СЧИТАЕТСЯ, ЧТО ОН
НУЖЕН НЕ МЕНЕЕ ЧЕМ
300 ФЕРМЕНТАМ.

ЭТОТ МИНЕРАЛ
ОЧЕНЬ НУЖЕН ДЛЯ
МЕТАБОЛИЗМА
НУТРИЕНТОВ.

ЧЕРЕЗ КЛЕТОЧНУЮ
МЕМБРАНУ ИОНЫ
НАТРИЯ ПЕРЕНОСЯТСЯ
НАРУЖУ КЛЕТКИ,
А ИОНЫ КАЛЬЦИЯ - ВНУТРИ*2.
ТАКИМ ОБРАЗОМ
РЕГУЛИРУЕТСЯ pH
И ОСМОТИЧЕСКОЕ
ДАВЛЕНИЕ КЛЕТКИ.

ЦЕЛЫХ 300!
ВОТ ЭТО
МИКРОМИНЕРАЛ!

* 2: См. Дополнительную информацию 1-4 главы 2.







Дополнительная информация



Витамины и минералы облегчают протекание химических реакций: метаболизма 3-х основных нутриентов и т.п. в организме. Рассмотрим подробнее 13 витаминов и 16 минералов, необходимых для поддержания здоровья.

7-4 Роль витаминов



Знаешь, какой витамин был открыт первым?



Витамин B₁, связанный с болезнью бери-бери?



Правильно! Открыл его японский агрохимик по имени Судзуки Умэтаро.

Витамин B₁ был открыт Судзуки Умэтаро в 1910 году. Успешно получив экстракт рисовых отрубей, он опубликовал информацию о веществе под названием "оризанин", помогающем при болезни бери-бери. К сожалению, статью он написал на японском, поэтому она не получила международного признания. Через год польский химик Казимир Функ тоже успешно выделил экстракт рисовых отрубей и опубликовал результаты своих исследований, назвав полученное вещество "витамином".

Отец витамина



Казимир Функ
(23.02.1884—19.11.1967)

Казимир Функ, успешно выделивший витамин B₁ из рисовых отрубей, первым ввёл в употребление понятие "витамин".

Витамин (vitamine) — это составное слово, в котором vita означает жизнь, а amine указывает на аминные* свойства витамина В₁(тиамина). После этого был открыт ещё много витаминов, и выяснилось, что не все из них имеют аминные свойства, поэтому из английского слова "vitamine" убрали последнюю "е", и теперь оно пишется как "vitamin".

* :Амины – органические соединения, содержащие аминогруппу ($-NH_2$).



Итак, теперь подробнее изучим витамины по отдельности. Взгляни на таблицу 7-1!



Как?! Это всё надо запомнить?!



Необязательно. По мере изучения содержащих витамины продуктов, их функций витамины постепенно запомнятся. Мы же здесь рассмотрим функции, рекомендуемые дневные дозы, основные содержащие продукты жирорастворимых и водорастворимых витаминов по отдельности.

❖ Жирорастворимые витамины

Четыре из 13 необходимых витаминов, нерастворимых в воде, называют жирорастворимыми. При избыточном употреблении они накапливаются в организме, вызывая гипervитаминозы.



Жирорастворимых всего 4, как я помню.

Табл.7-1 Виды и функции жирорастворимых витаминов

Название	Химическое наименование	Основные продукты	Функции	Гипервитаминоз	Авитаминоз	Рекомендуемая или ориентирная доза Взрослые мужчины (женщины)	Максимально допустимая доза*1 Взрослые мужчины (женщины)
Витамин А	Ретинол	Печень, оранжевые овощи(фрукты)	Защита кожи и слизистых, профилактика инфекции	Внутричерепная гипертензия	Куриная слепота, нарушения роста	850 мкг RE*2 (650-700 мкг RE)	Мужчинам и женщинам: 2700 мкг RE
Витамин D	Кальциферол	Рыба и морепродукты, грибы	Усвоение кальция костями, зубами	Гиперкальциемия болезни почек	Рахит, остеопороз	Мужчинам и женщинам: 5.5 мкг	Мужчинам и женщинам: 50 мкг
Витамин Е	Токоферол	Орехи и семена, растительные масла	Антиоксидант	Особо не отмечается	Разрушение эритроцитов, дистрофия мышц	7 мг (6.5 мг)	800-900 мг (650-700 мг)
Витамин К	Филлохинон, менахинон	Соя, оранжевые овощи(фрукты)	Свёртывание крови, формирование костей	Особо не отмечается	Геморрагии, ухудшение свёртываемости крови	75 мг (60-65 мг)	—

*1 : В случае превышения этой дозы есть вероятность нарушений здоровья

*2 : Единица, выражающая действие витамина А в организме. 1 мкг — одна миллионная доля грамма или одна тысячная доля миллиграмма (мг).
(на основе "Стандарты питания жителей Японии (ред.2010 г.)" Министерства охраны труда и здоровья)

■ Витамин А

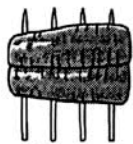
Витамин А незаменим для поддержания здоровья эпителиальных клеток кожи, слизистых оболочек и т.п. Являясь составляющей "родопсина" светочувствительных рецепторов в сетчатке глаза, он сильно связан с восприятием света, поэтому при нехватке витамина А возникают такие симптомы, как никталопия (куриная слепота), при которой ухудшается зрение ночью или при плохом освещении.

При хроническом дефиците снижается иммунитет, что повышает вероятность простудных заболеваний и других инфекций.

Продукты, богатые витамином А



Морковь



Угорь,
зажаренный
на открытом
огне



Свиная печень

■ Витамин D

Был открыт как средство лечения рахита — болезни, при которой у маленьких детей искривляются ноги и спина. Стимулируя всасывание кальция и фосфора в тонкой кишке и почках, он очень важен для усвоения кальция костями и зубами, поэтому для профилактики и лечения остеопороза делают уколы витамина D. Известно, что дефицит у детей проявляется в виде рахита, а у взрослых — остеопороза. Витамин D в больших количествах содержится, например, в рыбе и морепродуктах, в грибах, а также может синтезироваться в организме под воздействием солнечного излучения.

Продукты, богатые витамином D



Печень
морского чёрта



Солёный
лосось



Ледяной гриб

■ Витамин Е

Обладает антиокислительным действием, нейтрализуя возникший в организме активный кислород. Витамины, подобно витамину Е обладающие этим действием, называют витаминами-антиоксидантами. Взаимодействуя с другим антиоксидантом — витамином С, витамин Е предотвращает, например, окислительное старение клеточных мембран, вызываемый окислением холестерина атеросклероз.

В больших количествах содержится в орехах и семенах, например, в миндале, в растительных маслах: сафлоровом, кунжутном, а такое блюдо, как оранжевые овощи стир-фрай (быстрое обжаривание в растительном масле при помешивании), является источником не только витамина D, но и витамина С.

Продукты, богатые витамином E



Миндаль



Растительное
масло



Тыква

■ Витамин K

Активирует фактор свёртывания крови при кровотечениях, поэтому назван буквой "K" от немецкого слова Koagulation (свёртывание).

Кроме того, укрепляет кости, активируя необходимый для фиксации в них кальция белок — остеокальцин, что также предотвращает вымывание кальция из костей.

Содержится в больших количествах в тёмно-зелёных листьях: шпинате и т.п., а также, например, в натто. В связи с этим, пациентам, принимающим антикоагулянты (лекарства, затрудняющие свёртывание крови), иногда рекомендуют не есть натто.

Продукты, богатые витамином K



Натто (блюдо из
перебродивших
соевых бобов)



Шпинат



Аситаба
(Дудник
кейский)

На заметку

Кишечные бактерии — источник некоторых витаминов

Некоторые витамины: K, B6, B12, фолиевая и пантотеновая кислоты, биотин и др. синтезируются кишечными бактериями, поэтому их дефицит возникает очень редко, но может возникнуть, например, в случае гибели кишечных бактерий при длительном стационарном лечении большими дозами антибиотиков.

❖ Водорастворимые витамины

Сюда относятся 9 растворимых в воде необходимых витаминов, которые могут выводиться с мочой, и по этой причине не вызывают гипervитаминоз при избыточном употреблении.

Рис.7-2 Виды и функции водорастворимых витаминов

Название	Химическое наименование	Основные продукты	Функции	Авитаминоз	Рекомендуемая или ориентировочная дневная доза Взрослые мужчины (женщины)	Максимально допустимая доза мужчины (женщины)
Витамин В ₁	Тиамин	Свинина, угорь(жареный на открытом огне), цельные злаки (неочищ. или пророщенный рис и т.п.)	Углеводный обмен	Болезнь бери-бери	1.4 мг (1.1 мг)	—
Витамин В ₂	Рибофлавин	Печень, рыба и морепродукты, коровье молоко	Энергетический обмен	Стоматит, ангулит, дерматиты	1.6 мг (1.1 мг)	—
Ниацин (витамин В ₃)	Никотиновая кислота, никотинамид	Рыба и морепродукты, печень	Энергетический обмен, расщепление ацетальдегида	Дерматиты (пеллагра), неприятный запах изо рта	15 мг NE (11-12 мг NE)	80-85 мг NE ^{ж1} (65 мг NE)
Витамин В ₆	Пиридоксин	Рыба и морепродукты, печень, бананы	Метаболизм аминокислот	Анемия, себорейный дерматит, утренняя тошнота беременных	1.4 мг (1.1 мг)	55-60 мг ^{ж2} (45 мг)
Витамин В ₁₂	Кобаламин	Печень, рыба и морепродукты, моллюски	Кроветворение, обмен жиров и углеводов	Мегалобластная анемия	Мужчинам и женщинам: 2.4 мкг	—
Фолиевая кислота (витамин В ₉)	Птероилглутаминовая кислота	Печень, оранжевые овощи (фрукты)	Кроветворение, обмен аминокислот, синтез нуклеиновых кислот	Мегалобластная анемия	Мужчинам и женщинам: 240 мкг	Мужчинам и женщинам: 1300-1400 мкг ^{ж3}
Витамин В ₅	Пантотеновая кислота	Печень, рыба и морепродукты	Метаболизм нутриентов	Гипогликемия, язва 12-перстной кишки	Мужчинам и женщинам: 5 мг	—
Витамин В ₇	Биотин	Печень, рыба и морепродукты, орехи и семечки	Углеводный обмен, синтез жиров	Дерматиты, экзема	Мужчинам и женщинам: 50 мкг	—
Витамин С	Аскорбиновая кислота	Плоды, оранжевые овощи (фрукты)	Синтез коллагена, антиоксидант	Цинга, повышенная утомляемость	Мужчинам и женщинам: 1000 мг	—

ж1 : Количество никотиновой кислоты. ж2: количество пиридоксина. ж3: Количество птероиллмоноглутаминовой кислоты (на основе "Рекомендация по питанию для жителей Японии (2010 г)" Министерства охраны здоровья и труда)

Витамин В₁ является коферментом, незаменимым для метаболизма углеводов (превращения пирувата в ацетил-КоА и т.п.). Болезнь бери-бери возникает, когда этот обмен затруднён. При хроническом дефиците витамина В₁ затрудняется превращение углеводов в энергию, из-за чего пропадает аппетит, повышается утомляемость.

В больших количествах содержится в свинине, жареном на открытом огне угре, бобовых и т.д., однако при готовке нужно помнить о том, что витамин легко теряется под действием воды и высокой температуры.

Продукты, богатые витамином B₁



Свинина



Угорь, жареный
на открытом
огне



Бескостный
окорок

■ Витамин B₂

Этот витамин необходим для энергетического обмена трёх основных нутриентов, незаменим для бесперебойного функционирования электрон-транспортной цепи в митохондриях. При нехватке витамина B₂ возникает стоматит, ангулит — растрескивание кожи уголков рта и др., причём подобные симптомы дефицита возникают очень быстро, так как у клеток кожи, слизистых — короткий жизненный цикл. В больших количествах содержится в печени и в коровьем молоке. В отличие от других водорастворимых витаминов устойчив к высокой температуре, но неустойчив к световому излучению, поэтому хранить его желательно в непрозрачных плотно закрытых ёмкостях.

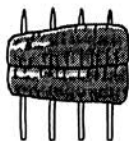
Продукты, богатые витамином B₂



Шашлыки из
куриной
печени



Коровье
молоко



Угорь, жареный
на открытом
огне

■ Ниацин (витамин B₃)

Незаменим в качестве кофермента при производстве АТФ из трёх питательных веществ. Как и витамин B₁, способствует расщеплению ацетальдегида — вещества, являющегося причиной похмельного синдрома. Может синтезироваться из незаменимой кислоты триптофана, но в очень малых количествах: 1 мг из 60 мг триптофана.

Среди симптомов дефицита есть такая болезнь, как пеллагра, которая была распространена в Латинской Америке, где основным продуктом питания была кукуруза, и проявляется дерматитами, поносом, головной болью, головокружением и т.п.

Содержится в рыбе и морепродуктах, которые также содержат триптофан: полосатом тунце, таракое (икре минтая) и др.

Продукты, богатые ниацином



Сасими из
полосатого
тунца



Тарако



Ставрида

■ Витамин B₆

Был открыт в качестве противодерматитного фактора у мышей. Используется в качестве кофермента в метаболизме аминокислот: расщепляет белки с превращением их в энергию, осуществляет кроветворение, формирование мышц и т.п. Нехватка затрудняет синтез кожи, слизистых, вызывая такие симптомы, как дерматиты, стоматит и др., а у беременных также утреннюю тошноту.

В больших количествах содержится в рыбе: полосатом тунце, тихоокеанском голубом тунце, в бананах и т.п.

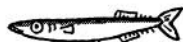
Продукты, богатые витамином B₆



Бананы



Сасими из
тихоокеанского
голубого
тунца



Сайра

■ Витамин B₁₂

Этот витамин, называемый также "витамином кроветворения" и совместно с фолиевой кислотой участвующий в синтезе гемоглобина эритроцитов, был открыт в качестве средства лечения одного из видов злокачественных анемий: мегалобластной анемии, при которой количество эритроцитов уменьшается, образуются гигантские эритроциты (мегалобласты).

Этот витамин содержится только в продуктах животного происхождения, его много в устрицах, печени, яичном желтке и т.д.

Продукты, богатые витамином B₁₂



Устрицы



Шашлык
из куриной
печени



Яйца

■ Фолиевая кислота (витамин B₉)

Как и витамин B₁₂, связана с кроветворением и метаболизмом аминокислот. Особенно важна для синтеза нуклеиновых кислот: при её нехватке затруднён синтез составляющей ДНК — основания под названием тимин. Считается, что нехватка в период беременности может приводить к нервным нарушениям у плода.

Плохо сохраняется при длительном хранении и легко разрушается при готовке, всасывание затрудняется при чрезмерном употреблении алкоголя. Дефицита можно избежать путём ежедневного употребления, например, оранжевых овощей.

Продукты, богатые фолиевой кислотой



Шпинат



Эдамамэ



Говяжья
печень

■ Пантотеновая кислота (витамин B₅)

Незаменима в качестве составляющей кофермента 4'-фосфопантестенин, играющего важную роль в метаболизме нутриентов и производстве энергии. Вместе с ниацином и витамином B₂ стимулирует β -окисление — реакцию синтеза ацетил-КоА из жирных кислот. При дефиците легко накапливаются жиры, так затрудняется сжигание жирных кислот.

Пантотеновая кислота сравнительно распространена в различных пищевых продуктах, но особенно много её содержится, например, в печени, пшенице.

Продукты, богатые пантотеновой кислотой



Шашлык из
куриной печени



Натто



Камбала

■ Биотин (витамин B₇)

Незаменим в качестве кофермента для таких ферментов, как пируваткарбоксилаза — фермента углеводного обмена, ацетил-КоА-карбоксилаза — фермента, необходимого для метаболизма жирных кислот. При нехватке могут возникать нарушения волос, кожи, ногтей и т.п.

Содержится в рыбе (иваси и др.), печени, орехах и семенах (арахис и др.).

Продукты, богатые биотином



Шашлыки
из куриной
печени



Арахис



Яйца

■ Витамин С

Был открыт в процессе поиска лекарства от цинги, обладает антиокислительным действием, удаляет активные формы кислорода. Цинга возникает в результате ингибирования синтеза коллагена, который, как клей, связывает клетки. В результате нехватки коллагена ослабевают суставы, сосуды, появляются такие симптомы, как артралгия (боли в суставах), кровоточивость дёсен и др.

Также витамин С стимулирует всасывание железа в пищеварительном тракте, повышает иммунитет, являясь эффективным средством профилактики простудных заболеваний. У людей, подверженных психическим или физическим стрессам, курильщиков имеется тенденция к снижению концентрации витамина С в крови, поэтому им часто рекомендуют его активный приём.

Продукты, богатые витамином С



Красный
болгарский
перец



Клубника



Яйца

7-5 Роль минералов

Объясню по отдельности про макро- и микроминералы.



Для начала, взгляни на таблицу 7-3.



Ох... Опять здоровая таблица!



Не волнуйся. Ты сможешь это усвоить, просто изучая по таблице функции минералов и продукты, в которых они содержатся.

Табл.7-3 Минералы и их функции

	Название химического элемента	Содержащие продукты	Функции	Переизбыток	Нехватка	Рекомендуемая или ориентировочная дневная доза Взрослые мужчины (женщины)	Максимально допустимая доза Взрослые мужчины (женщины)
Макроминералы	Кальций (Ca)	Молоко, сыр, умэбоси	Входит в состав костей, зубов и др.	Камни и другие нарушения всасывания минералов	Остеопороз	650-800 мг (650 мг)	Мужчинам и женщинам: 2300 мг
	Фосфор (P)	Рыба и морепродукты, молоко, бобовые	Входит в состав костей, зубов и т.п., а также фосфолипидов и нуклеиновых кислот (ДНК, РНК)	Снижение функции почек, нарушение всасывания кальция	Уменьшение прочности костей, зубов	1000 мг (900 мг)	Мужчинам и женщинам: 3000 мг
	Натрий (Na)	Поваренная соль, соевый соус, паста мисо	Регулировка осмот. давления в клет. жидкости	Гипертония	Снижение аппетита	менее 9 г (менее 7.5 г)*	—
	Калий (K)	Морские водоросли, зерновые, бобовые	Регулировка осмот. давления в клет. жидкости	Гиперкалиемия	Чувство слабости, потеря аппетита	2500 мг (2000 мг)	—
	Магний (Mg)	Орехи и семечки, бобовые, морские водоросли	Стимуляция действия ферментов	Понос	Аритмия, остеопороз	340-370 мг (270-290 мг)	—
	Сера (S)	Почти все продукты, содержащие белки	Входит в состав волос, ногтей, хрящей и т.п.	Нарушения роста	Болезни ногтей, волос, кожи	—	—
	Хлор (Cl)	Соевый соус, паста мисо, продукты быстрого приготовления	Входит в состав желудочного сока	Особо не отмечается	Диспепсия, снижение аппетита	—	—
Микроминералы	Железо (Fe)	Печень, водоросль хидзиджи, шпинат	Входит в состав гемоглобина эритроцитов	Гемомеланоз	Анемия	7-7.5 мг (10.5-11 мг)	50-55 мг (40 мг)
	Цинк (Zn)	Устрицы, говядина	Входит в состав ферментов	Понос, рвота	Снижение вкуса, обоняния	12 мг (9 мг)	40-45 мг (35 мг)
	Медь (Cu)	Печень, какао-бобы	Метаболизм железа	Особо не отмечается	Анемия, нарушения роста	0.9 мг (0.7 мг)	Мужчинам и женщинам: 10 мг
	Йод (I)	Морские водоросли, рыба и морепродукты	Входит в состав тиреоидных гормонов	Зоб	Зоб	Мужчинам и женщинам: 130 мкг	Мужчинам и женщинам: 2200 мкг
	Селен (Se)	Рыба и морепродукты	Антиоксидант	Выпадение волос, рвота	Кардиомиопатия	30 мкг (25 мкг)	280-300 мкг (220-230 мкг)
	Марганец (Mn)	Зерновые, бобовые	Входит в состав ферментов	Болезнь Паркинсона	Снижение репродуктивной функции	4 мг (3.5 мг)	Мужчинам и женщинам: 11 мг
	Молибден (Mo)	Печень, бобовые	Входит в состав ферментов	Повышение уровня мочевой кислоты	Особо не отмечается	25-30 мкг (20-25 мкг)	550-600 мкг (450-500 мкг)
	Хром (Cr)	Мясо, рыба и морепродукты, морские водоросли	Помогает действию инсулина	Особо не отмечается	Повышенный сахар крови	40 мкг (30 мкг)	—
	Кобальт (Co)	Мясо, рыба и морепродукты	Входит в состав витамина B ₁₂	Особо не отмечается	Злокачественная анемия	Нет целевого уровня	—

* : Эквивалентное и ориентировочное количество поваренной соли

(На основе "Стандарты питания жителей Японии (2010)" Министерства охраны здоровья и труда)

❖ Макроминералы

Поговорим об особенностях 7 минералов, содержащихся в организме в относительно больших количествах, и о продуктах, в которых они содержатся.

■ Кальций

Среди всех минералов кальция в организме больше всего: он составляет около 2% массы тела, из которых 98% кальция костей и зубов.

Концентрация кальция в крови поддерживается на уровне примерно 9-10 мг/100 мл. При снижении концентрации в крови кальций из костей растворяется в крови (резорбция костной ткани), а если скорость резорбции превышает скорость образования кости, то возникает остеопороз, известный как симптом дефицита кальция.

Кальций в больших количествах содержится в мелкой рыбе (нибоси), молоке и молочных продуктах, а его всасывание улучшается при употреблении вместе с витамином D.

Продукты, богатые кальцием



Сушёные
креветки



Молоко



Японская
листовая
горчица

■ Фосфор

Минерал, необходимый для всех клеток и тканей организма, вместе с кальцием и магнием входящий в состав твёрдых тканей: костей, зубов и т.п., в виде фосфорной кислоты, входящей в состав нуклеиновых кислот, фосфолипидов и др. По содержанию в организме (около 600 г) фосфор находится на втором месте после кальция.

Фосфором богаты такие продукты, как рыба, молоко, бобовые, он используется в качестве связывающего вещества в колбасах, ветчине и т.п., а в пищевых полуфабрикатах в качестве пищевых добавок часто используются фосфаты.

Обмен фосфора тесно связан с обменом кальция, и если отношение кальций/фосфор в пище составляет от 1/1 к 1/2, то всасывание кальция улучшается.

Продукты, богатые фосфором



Мойва



Такано-тофу



Йогурт

■ Натрий

Почти весь необходимый натрий мы получаем с поваренной солью. Согласно ВОЗ, ориентировочная дневная потребность составляет 5-6 г, однако действительно потребляемое количество обычно больше. Считается, что при переизбытке могут возникать гипертония, болезни сердечно-сосудистой системы.

Продукты, богатые натрием



Умэбоси



Лапша быстрого приготовления



Йогурт

■ Калий

Калий, помимо регуляции осмотического давления в клетке, имеет отношение также к сокращениям мышц, передаче нервных импульсов, углеводному обмену и т.д. В больших количествах содержится в бобовых, клубнях картофеля, зерновых, сушёных кальмарах и т.д.

Продукты, богатые калием



Сушёный кальмар



Соевые бобы



Комбу
(морская водоросль)

■ Магний

Вместе с кальцием и фосфором необходим для формирования костей, зубов и т.п., ещё одна функция — активизация ферментов энергетического обмена.

В больших количествах содержится орехах и семечках: миндале, кешью и т.п., в морских водорослях: вакамэ, хидзики и т.п., в цельных злаках: неочищенном рисе и т.п.

Продукты, богатые магнием



Неочищенный
рис



Миндаль



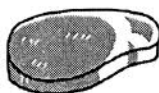
Сушёные
хидзики

■ Сера

Незаменима для поддержания здоровья кожи, волос, ногтей и т.п. Соединяясь с витамином В₁ и пантотеновой кислотой, становится коферментом, стимулирующим обмен жиров и углеводов. Кроме того, повышая иммунитет, предохраняет от бактериальных инфекций, помогает секретиции желчи печенью.

Присутствует практически во всех продуктах, содержащих белки, потому при сбалансированном питании дефицита не возникает.

Продукты, богатые серой



Продукты, содержащие белки (мясо, бобовые, яйца и др.)

■ Хлор

Хлор, входящий в состав желудочного сока и дезинфицирующий пищу во время пищеварения, выполняет ещё такие функции, как активация пепсина — пищеварительного фермента, стимуляция секреции панкреатического сока. Кроме того, он присутствует во внеклеточной жидкости: плазме крови, межклеточной жидкости и т.п., играя важную роль в регуляции осмотического давления.

В больших количествах содержится в умэбоси, лапше быстрого приготовления, соевом соусе, пасте мисо и т.п. и поступает в организм вместе с натрием в виде соли.

Продукты, богатые хлором



Умэбоси



Лапша быстрого
приготовления



Соевый соус

❖ Микроминералы

Теперь расскажу о 9 микроминералах, которые присутствуют в организме в относительно малых количествах, однако выполняют в нём важные функции.

■ Железо

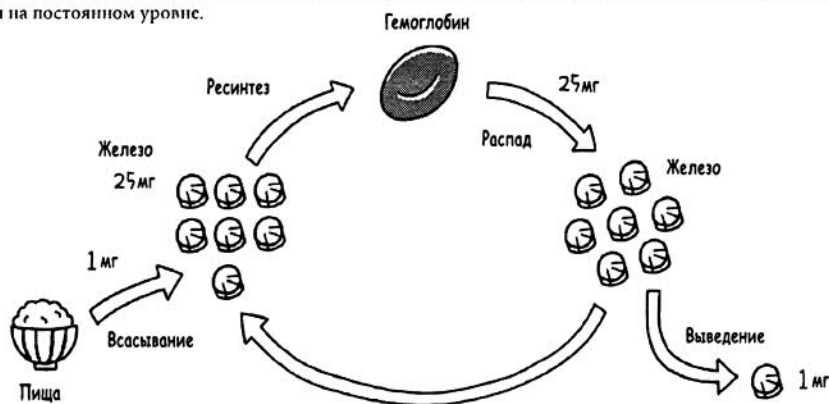
Входит в состав гемоглобина эритроцитов переносящих кислород клеток крови, миоглобулина, запасующего кислород в мышцах и т.д. Всего в организме присутствует 3-4 г железа, из которых 60% используется для синтеза гемоглобина, а 4% для синтеза миоглобина. Эти 64 % называются функциональным железом, а остальное железо запасается в печени, мышцах, костном мозге и т.д. в качестве депонированного железа.

Железо имеет непосредственное отношение к анемии. Оно содержится в печени, шпинате и других продуктах, однако доля всасывания невелика : из продуктов животного происхождения — 15-25%, а растительного — всего 2-5%.

На заметку Организм повторно использует железо

Особенностью железа является многократное использование его в организме: около 8 г гемоглобина (около 1% от общего количества в организме) ежедневно распадается, высвобождая около 25 мг железа, которое, оставаясь внутри организма, используется для синтеза гемоглобина; из организма ежедневно выводится всего около 1 мг железа вместе со слущившимися клетками эпителия тонкой кишки, и примерно такое же количество ежедневно поступает в организм с пищей.

При обильных кровотечениях в результате травм, менструаций пропорционально потерям железа увеличивается его всасывание из пищи, благодаря чему количество железа в организме поддерживается на постоянном уровне.



Продукты, богатые железом



Шашлык из
свиной печени



Морские
водоросли
хидзики



Шпинат

■ Цинк

Присутствует во всех клетках организма, но больше всего его в костях, печени, почках и т.д. Активизирует около 300 видов ферментов, играет также роль в синтезе белков, в транскрипции ДНК.

Известно, что при нехватке цинка возникает снижение вкуса — гипогевзия, так как короткоживущие клетки вкусовых сосочков языка при нехватке цинка не могут хорошо ресинтезироваться.

Продукты, богатые цинком



Устрицы



Филе говяжьей
лопатки



Камчатский
краб

■ Медь

Помогает обмену железа: гемоглобин не может синтезироваться без меди даже тогда, когда железа в организме много. Кроме того, при дефиците меди всасывание железа снижается, что легко приводит к анемии.

Медью богаты рыба и морепродукты: устрицы, сушёные кальмары и т.п., а также печень и др.

Продукты, богатые медью



Сушёный
кальмар



Шашлыки из
говяжьей
печени



Какао-бобы

■ Йод

Около 50% из всего йода организма содержится в щитовидной железе, он входит в состав тиреоидных гормонов, которые способствуют росту костей, поэтому йод должен присутствовать в питании маленьких детей.

В больших количествах содержится в морских водорослях: комбу, вакамэ и т.д. Желательно принимать в оптимальном количестве, так как переизбыток йода может вызвать зоб также, как и его нехватка.

Продукты, богатые йодом



Иваси



Ставрида



Комбу

■ Селен

Важен как вещество, входящее в состав антиоксидантного фермента — глутатионпероксидазы. В организме селена содержится очень мало даже в сравнении с другими микроэлементами.

Содержится в рыбе и морепродуктах: иваси, корюшке малоротой японской, а также в растительной пище из регионов с высокой концентрацией селена в почве.

Продукты, богатые селеном



Иваси



Варёная
камбала



Лук-батун

■ Марганец

Повышает функцию гипофиза, активизирует секрецию различных гормонов, помогает метаболизму жиров и углеводов, мочевой кислоты, входит в состав многих ферментов.

Содержится в основном в продуктах растительного происхождения, в первую очередь — в зерновых, бобовых и т.п.

Продукты, богатые марганцем



Каштаны



Неочищенный
рис



Грецкие
орехи

■ Молибден

Основной компонент ксантиноксидазы, необходимой для метаболизма нуклеиновых кислот. Содержится в основном в печени, почках. Играет также роль в кроветворении в качестве основного компонента ферментов, стимулирующих действие железа. В организме присутствует в очень малых количествах.

Содержится в печени, бобовых.

Продукты, богатые молибденом



Эдамамэ



Арахис



Шашлык из
свиной печени

■ Хром

Этот минерал, помогающий действию инсулина, незаменим для углеводного обмена. Он поддерживает нормальный уровень сахара крови, предохраняет от сахарного диабета и дислипидемии, связан также с метаболизмом жиров, улучшая показатели нейтральных жиров, холестерина и т.п. В организме присутствует в ничтожно малых количествах.

Содержится в мясе, рыбе и морепродуктах, морских водорослях и т.д.

Продукты, богатые хромом



Мясо



Рыба и
морепродукты



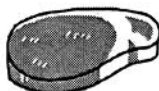
Морские
водоросли

■ Кобальт

Входя в состав витамина B_{12} , этот минерал незаменим для кроветворения. Как и витамин B_{12} , он предохраняет от злокачественной анемии, поддерживает нормальную работу нервной системы.

Содержится только в продуктах животного происхождения: мясе, рыбе и морепродуктах и т.п.

Продукты, богатые кобальтом



Мясо



Рыба и морепродукты

На заметку Соль: морская и очищенная

Натрий является незаменимым для жизни человека минералом, его предполагаемая средняя необходимая дневная доза составляет для взрослых обоих полов 600 мг (1.5 г поваренной соли). Другими словами, для поддержания жизни достаточно всего 1 г в день натрия, однако это действительно незаменимый минерал, поддерживающий передачу нервных импульсов, сокращение сердца и мышц, поэтому истощение его запасов означает смерть.

Натрий можно получать, если грызть хрящи животных, однако японцы с давних времён зависели от морской соли.

"Собирая морские водоросли в утренний штитель, выжимая из них соль в вечерний штитель" (стих Каса Канамура из сборника песен "Манъёсю")

Здесь описывается, как собранные во время утреннего штителя водоросли высушивают на солнце в течение дня, а вечером жарят на огне, получая из них соль методом "пепельной соли", при котором в пепел водорослей сначала капают морскую воду, получая концентрированный раствор соли, который затем выпаривают в котле до получения "грубой соли", при дальнейшем обжигании которой получается "твёрдая соль", способная долго сохраняться.

Этот самобытный японский метод получения соли повышением концентрации с последующим выпариванием даёт морскую соль, содержащую, кроме хлорида натрия ($NaCl$), также и так называемую "нигари" (горечь), основным компонентом которой является хлорид магния ($MgCl_2$). Таким образом, этот метод отличается от современного метода, основанного на использовании ионообменной мембраны и позволяющего получать столовую соль, содержащую только хлорид натрия, тем, что полученная старым методом соль содержит также магний.

По имеющейся информации, достоверность которой пока строго не установлена, магний снижает риск развития сахарного диабета II типа. Но это не означает, что морскую соль нужно есть без ограничений, ведь это очень легко может привести к переизбытку натрия.

Кстати, такие названия продукции, как "природная соль" или "минеральная соль", запрещены "Правилами по защите свободной конкуренции, касающимися названий пищевой продукции", установленными Комитетом по защите справедливой торговли в области пищевых продуктов.

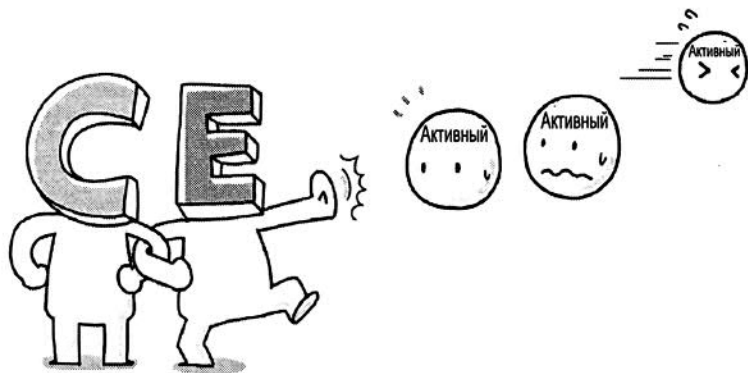
Нейтрализация активного кислорода витаминами Е и С

Жирорастворимый витамин Е входит в состав клеточных мембран, состоящих из липидов, а водорастворимый витамин С присутствует вне и внутри клетки.

Кислород, полученный при дыхании, превращается в организме в активные формы кислорода, о которых будет рассказано в 8-5 главы 8, которые, как считается, наносят вред организму. Одним из факторов вреда является разрушение клеток: молекулы, вступив в контакт с активным кислородом, повреждаются, и, в свою очередь, повреждают другие молекулы, с которыми вступают в контакт. Эти передающиеся по цепочке повреждения в конечном итоге приводят к разрушению клеток, тканей.

Витамины Е и С устраниают активный кислород следующим образом. Витамин Е быстро реагирует с активным кислородом, нейтрализуя его, в результате чего образуется радикал* витамина Е ($E\cdot$) стабильное вещество с очень низкой химической активностью, не способное повреждать другие молекулы. Однако при этом витамин Е утрачивает антиоксидантные свойства, и для их восстановления требуется помощь витамина С, вновь превращающего радикал витамина Е в антиоксидант. Считается, что по этой причине витамины Е и С полезно употреблять вместе.

※ : Внутри атома вокруг ядра вращаются электроны, число которых на каждой из электронных орбит, окружающих атомное ядро, установлено и всегда является чётным. Дело в том, что электроны имеют свойства образовывать пары, в которых они становятся более устойчивы. Однако встречаются и одиночные, так называемые "неспаренные" электроны, делающие атом нестабильным и более реакционноспособным. Такой атом называется "радикалом".



Витамин Е нейтрализует активные формы кислорода, а витамин С восстанавливает антиоксидантные свойства витамина Е.

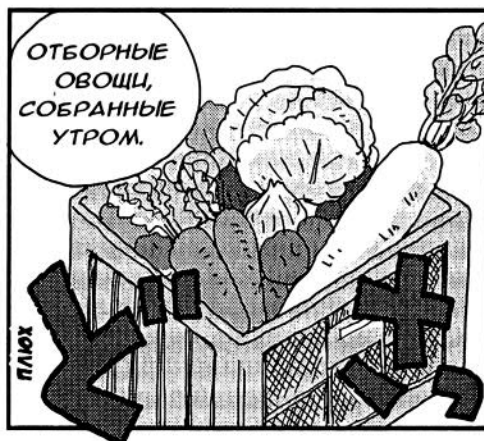
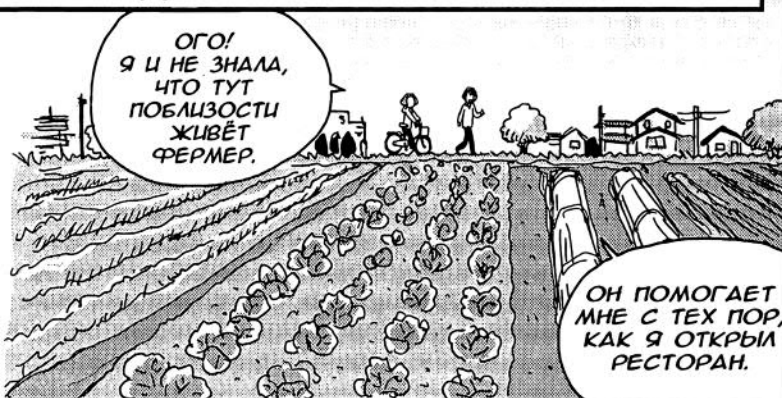


ВОДА И КИСЛОРОД



Нутриенты, важные для жизнедеятельности

8-1 Вода - нутриент, необходимый для любой жизнедеятельности







ТЫ ВЕДЬ ЗНАЕШЬ,
ЧТО СРЕДИ ВСЕХ
СОСТАВЛЯЮЩИХ
ОРГАНИЗМА
ЧЕЛОВЕКА
ВОДЫ БОЛЬШЕ
ВСЕГО?

60% МАССЫ
ТЕЛА СОСТАВЛЯЕТ
ВОДА...

АА,
У ВЗРОСЛЫХ
МУЖЧИН.

ЭТО
ОТ ВОЗРАСТА
ТОЖЕ
ЗАВИСИТ.

Доля воды в зависимости от возраста

Младенцы
и маленькие
дети



70-80%
массы тела

Взрослые
мужчины



Около 60%
массы тела

Люди
преклонного
возраста



Около 50%
массы тела

ПО МЕРЕ
СТАРЕНИЯ
ВОДЫ
СТАНОВИТСЯ
МЕНЬШЕ.

АХ, ВОТ ПОЧЕМУ
КОЖА
СТАНОВИТСЯ
СУШЕ...

Доля воды в организме

Взрослые
мужчины



Около 60%

Взрослые
женщины



Около 50%

У ЖЕНЩИН ВЕДЬ
ЖИРА БОЛЬШЕ,
НЕ ТАК ЛИ?

А ЖИР И ВОДА
ОТТАЛКИВАЮТСЯ,
ПОЭТОМУ, ЧЕМ
БОЛЬШЕ ЖИРА,
ТЕМ МЕНЬШЕ МОЖНО
ЗАПАСТИ ВОДЫ.

ХИ, ХИ

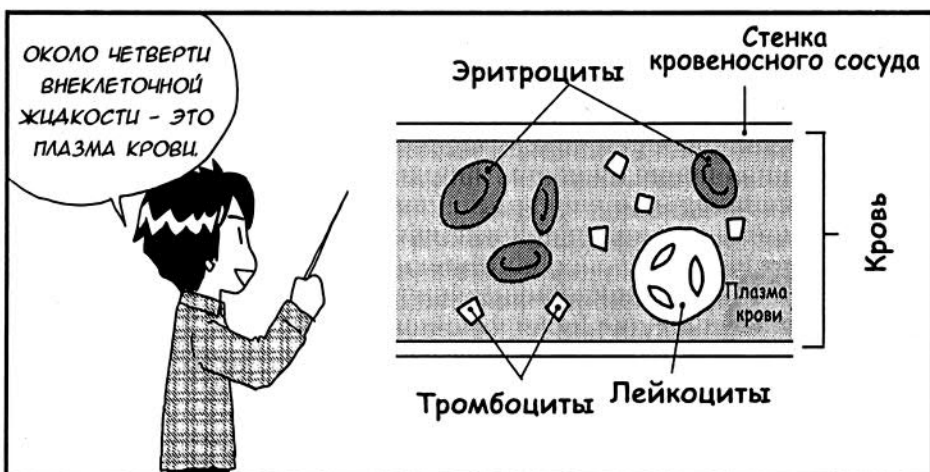
И ОТ ПОЛА
ЭТО
ТОЖЕ
ЗАВИСИТ.

У ЖЕНЩИН
ВОДЫ
МЕНЬШЕ.

ПОЧЕМУ?

АА? ...

АА, НАВЕРНОЕ,
ПОМЕНИШЕ...



※ 1: Вся жидкость крови без твёрдых компонентов: эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов и др. Кроме того, к внеклеточной жидкости относятся слюна, слёзы, лимфа, жидкость костного мозга, межклеточная жидкость и др.

8-2 Функции воды

ВОДА В ОРГАНИЗМЕ ВЫПОЛНЯЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ФУНКЦИИ.



Функции воды

- ① Транспортировка нутриентов и шлаков
- ② Регулировка температуры тела
- ③ Физическая среда для протекания любых химических реакций, происходящих в организме

① - ЭТО КРОВЬ, ЛИМФА, РАЗНОСИЯЩЕ НУТРИЕНТЫ ПО ОРГАНИЗМУ, А ТАКЖЕ, НАПРИМЕР, МОЧА, С КОТОРОЙ ВЫВОДЯТСЯ ШЛАКИ.



② ДОСТИГАЕТСЯ БЛАГОДАРЯ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЁМКОСТИ И УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЕ ПАРООБРАЗОВАНИЯ И КОНДЕНСАЦИИ ВОДЫ.



УДЕЛЬНАЯ...

УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЁМКОСТЬ - ЭТО КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ НАГРЕВАНИЯ 1 Г ВЕЩЕСТВА НА 1°C.



ЧЕМ ВЫШЕ УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЁМКОСТЬ ВЕЩЕСТВА, ТЕМ БОЛЬШЕ ЭНЕРГИИ НУЖНО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ТЕМПЕРАТУРЫ.

ЗНАЧИТ, УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЁМКОСТЬ*2 ВОДЫ ВЫСОКАЯ?



САМАЯ ВЫСОКАЯ СРЕДИ ВЕЩЕСТВ.

ПОЭТОМУ ВОДА УСТОЙЧИВА К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ.



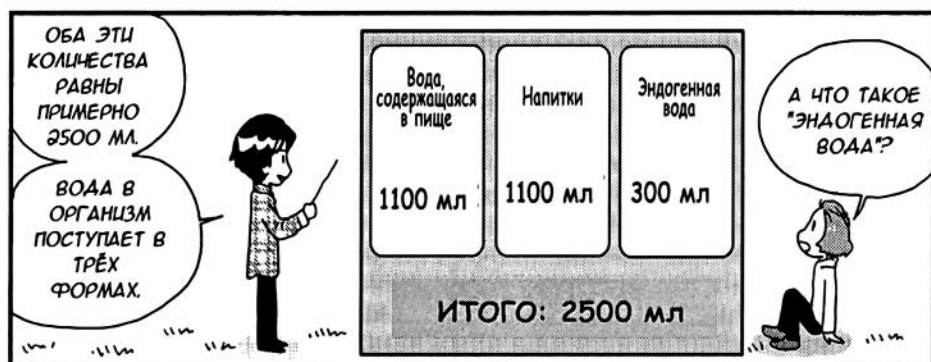
ЗНАЧИТ, ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА ОСОБО НЕ ПОВЫШАЕТСЯ ДАЖЕ В САМЫЙ ЖАРКИЙ ДЕНЬ БЛАГОДАРЯ ВОДЕ ОРГАНИЗМА?



*2: Количество теплоты, требующееся для нагревания 1 г вещества на 1°C. Чем выше удельная теплоёмкость вещества, тем оно труднее нагревается и остывает. И наоборот, вещества с низкой удельной теплоёмкостью легко нагреваются и остывают.



※ : Это называется водным балансом.



НЕ ТАК ЛИ? ВЕДЬ ВОДА ЗАЕСЬ ТОЖЕ ОБРАЗУЕТСЯ?

« ЭСНО »

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

ЭТО И ЕСТЬ ЭНДОГЕННАЯ ВОДА.



ВОДА
ВЫВОДИТСЯ
ИЗ ОРГАНИЗМА
В ЭТИХ ТРЕХ
ФОРМАХ.



Моча	Кал	Неощутимое потоотделение
1 500мл •Факультативная моча 1 000мл •Облигатная моча 500мл	100 мл	900мл
ИТОГО: 2500 мл		

ОПЯТЬ
НЕЗНАКОМЫЕ
СЛОВА...



ОБЛИГАТНАЯ И
ФАКУЛЬТАТИВАЯ
МОЧА?

ЕСЛИ ВЫПИТЬ
МНОГО ВОДЫ, ТО
И МОЧИ ВЫДЕЛАЕТ
МНОГО,
НЕ ТАК ЛИ?

И НАОБОРОТ -
ЕСЛИ НЕ ПИТЬ,
ТО И МОЧИ НЕ
ВЫДЕЛАЕТ.



ЭТА МОЧА,
ЗАВИСЯЩАЯ ОТ
КОЛИЧЕСТВА
ВЫПИТОЙ ВОДЫ,
НАЗЫВАЕТСЯ
ФАКУЛЬТАТИВНОЙ.

А ОБЛИГАТНАЯ?

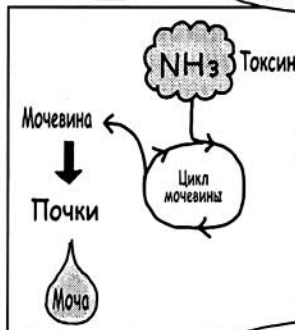
ЭТО ЗНАЧИТ -
НЕИЗБЕЖНАЯ?



АА.

ВСПОМНИ ЦИКЛ
МОЧЕВИНЫ*.

В ПРОЦЕССЕ
ПРЕВРАЩЕНИЯ
АМИНОКИСЛОТ В АТФ
ТОКСИЧНЫЙ АММИАК
ПРЕВРАЩАЛСЯ
В МОЧЕВИНУ
И ВЫВОДИЛСЯ,
ПОМНИШЬ?



А НЕОЩУТИМОЕ
ПОТООТДЕЛЕНИЕ?



ЭТО, НАПРИМЕР,
ВЛАГА ВЫДЫХАЕМОГО
ВОЗДУХА, ВЛАГА,
ИСПАРАЮЩАЯСЯ
С КОЖИ ИЛИ
ИЗ ЛЕГКИХ.

ЯСНО.

МЫ ЕГО
НЕ ЗАМЕЧАЕМ,
И ПОЭТОМУ
ОНО -
НЕОЩУТИМОЕ.



ТАКИМ ОБРАЗОМ,
ЭТО МОЧА,
В КОТОРОЙ
ШЛАКИ, КОТОРЫЕ
НУЖНО ВЫВЕСТИ.

ЭТУ МОЧУ НАЗЫВАЮТ
ОБЛИГАТНОЙ ПОТОМУ,
ЧТО ОНА ВЫХОДИТ,
ДАЖЕ ЕСЛИ МЫ
НЕ ВЫПИЛИ НИ КАПЛИ
ВОДЫ.

* : см. Дополнительную информацию 5-8 главы 5.

8-3 Функции кислорода



ТЕПЕРЬ ПОГОВОРИМ
О КИСЛОРОДЕ,
НЕОБХОДИМОМ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА АТФ.

1-АЯ СТАДИЯ -
ГЛИКОЛИЗ
ИДЁТ ДАЖЕ
БЕЗ КИСЛОРОДА, НО
ДЛЯ ЦИКЛА КРЕБСА
И ЭЛЕКТРОН-
ТРАНСПОРТНОЙ ЦЕПИ
ОН НУЖЕН,
ДА?



ДА.

А ПОМНИШЬ
КОЛИЧЕСТВА АТФ,
СИНТЕЗИРУЕМЫЕ
С КИСЛОРОДОМ
И БЕЗ
КИСЛОРОДА?



Без кислорода

Гликолиз — 2 молекулы



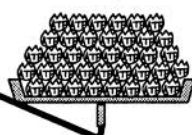
С кислородом

Гликолиз — 2 молекулы

Цикл Кребса — 2 молекулы

Электрон-транспортная цепь — 34 молекулы

Итого — 38 молекул



ВОТ ТАК
ЭТО БЫЛО.

С КИСЛОРОДОМ
ПОЛУЧАЕТСЯ
ЦЕЛЫХ 38 ШТУК,
ДА?



ГОЛОВНОЙ МОЗГ
ПОТРЕБЛЯЕТ
МНОГО АТФ, ПОЭТОМУ
ОДНОГО ГЛИКОЛИЗА
ЕМУ МАЛО.

ЭТО САМЫЙ
ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ
К КИСЛОРОДНОМУ
ГОЛОДАНИЮ ОРГАН -
ВСЕГО ЧЕРЕЗ 5 МИН.
БЕЗ КИСЛОРОДА
ОН ЛЕТАЛЬНО
ПОВРЕЖДАЕТСЯ.

И УЖЕ НЕ
МОЖЕТ
ВОССТАНОВИТЬСЯ.



ДА.

ЭТО ВСЁ,
ЧТО ТЕБЕ
НУЖНО О
НИХ ЗНАТЬ.

И ВОДА,
И КИСЛОРОД -
ВАЖНЫЕ
НУТРИЕНТЫ,
ДА?







Дополнительная информация



Вода и кислород, которые, хотя и не классифицируются как нутриенты, непосредственно связаны с жизнью. Несмотря на их неизмеримую пользу, считается, что полученный с дыханием кислород превращается в токсичные активные формы. Здесь мы обсудим связь кислорода и жизни, акцентируясь на активных формах кислорода и механизмах их нейтрализации.

8-4 Жизнь эволюционировала, приспосабливаясь к кислороду

Когда примерно 4.6 млрд. лет назад родилась Земля, кислорода на её поверхности почти не было. Примерно 3.5 млрд. лет назад в океане зародились водоросли, которые в качестве побочного продукта фотосинтеза вырабатывали кислород, понемногу насыщая им океан. Примерно 2 млрд. лет назад кислород из океана стал выходить в атмосферу, а примерно 600 млн. лет назад произошла великая перемена, которую называют "кембрийским взрывом": концентрация кислорода в атмосфере превысила 1%*, и в море появились разнообразные живые организмы, в том числе с панцирями, скелетами и т.п.

Таким образом, атмосфера Земли формировалась на протяжении более чем 2 млрд. лет, и по мере изменения среды обитания организмы эволюционировали, приспосабливаясь к кислороду, и механизмы производства АТФ с использованием кислорода тоже появились в результате этого.

* :Так называемая "точка Пастера".

Кембрийский взрыв произошёл благодаря кислороду



8-5 Кислород — это яд?

Как я уже объяснял, на последнем этапе синтеза АТФ — в конце электрон-транспортной цепи (ЭТЦ), кислород реагирует с ионом водорода и электронами с образованием воды.

Строго говоря, кислород при этом получает один за другим 4 электрона, каждый раз при этом меняя форму. Когда все 4 электрона получены, реакция превращения в воду завершается (рис. 8-1). Это называют четырёхэлектронным восстановлением. Молекула кислорода, приобретая 1 электрон (одноэлектронное восстановление): " $O_2^{\cdot-}$ " или так называемый супероксид-анион, чрезвычайно реакционноспособна (легко вступает в реакции с другими химическими соединениями) благодаря неспаренному электрону^{*1}.

Когда этот супероксид-анион получает ещё один электрон, образуется пероксид водорода, когда ещё один — молекула под названием гидроксильный радикал, который, наконец, превращается в воду, получив последний электрон.

Промежуточные вещества четырёхэлектронного восстановления: супероксид-анион, пероксид водорода и гидроксильный радикал называют активными формами кислорода или активным кислородом. Примерно 2% кислорода, полученного с дыханием, переходит в активные формы.

Все эти активные формы обладают высокой реакционной способностью, поэтому они повреждают все соприкоснувшиеся с ними молекулы организма (ДНК, белки и т.п.), вырывая из них, например, водород, электроны. По одной из теорий, причина рака является повреждение ДНК активными формами кислорода.

В процессе приспособления к кислородной среде живые организмы преобрили также средства противодействия активным формам кислорода.

* 1 : См. "Интересные факты" главы 7.

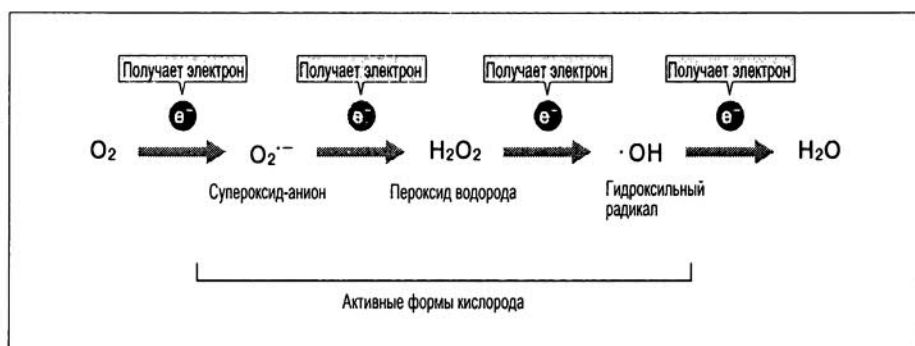


Рис.8-1 Процесс четырёхэлектронного восстановления кислорода

Считается, что активный кислород повреждает клетки



Активный кислород приобретает 4 электрона и превращается в воду

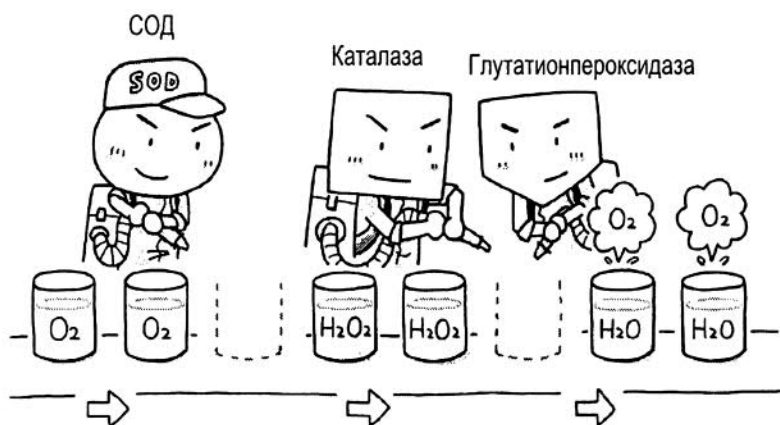
Одним из таких средств является фермент супероксиддисмутаза, или коротко — СОД, превращающий супероксид-анион в пероксид водорода, которая тоже является активной формой кислорода, однако смысл в этом превращении есть, так как клетки обладают ферментами, такими, как каталаза, глутатионпероксидаза, превращающими её в кислород и воду. Другими словами, силами этих трёх ферментов можно защитить клетку от активных форм кислорода, которые, например, просочились из митохондрий.

Ещё одно средство защиты — витамины-антиоксиданты С и Е^{*}, поэтому желательно регулярно употреблять продукты, в которых они содержатся в достаточных количествах: оранжевые овощи, фрукты и т.д. Регулярно употреблять в пищу белки тоже полезно, так как и СОД, и каталаза, и глутатионпероксидаза являются белками.

Однако, хотя живые организмы имеют эти два средства, считается, что скорость образования активных форм кислорода больше, чем скорость их нейтрализации, потому некоторое их количество всё равно остаётся в организме. Предполагают, что этот остаточный активный кислород имеет отношение к старению и различным болезням, однако нет результатов реальных измерений количеств активных форм кислорода, синтезируемых в организме, поэтому относитесь к этому как к одной из теорий.

* 2 : См. "Интересные факты" главы 7.

Ферменты, нейтрализующие активные формы кислорода



Три фермента работают вместе, нейтрализуя активный кислород.

8-6 Сгорание нутриентов и дыхательный коэффициент



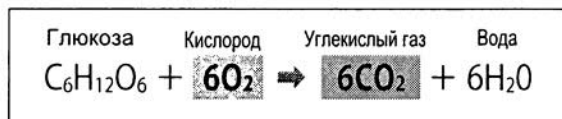
Помнишь формулу химической реакции, которая здесь внизу?



Да, это реакция глюкозы и кислорода с образованием воды.

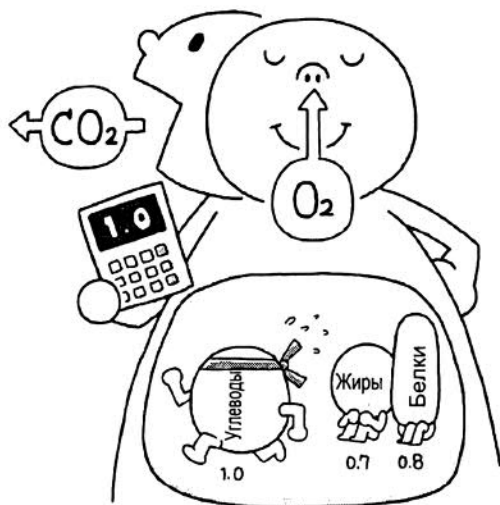


Верно! Эндогенная вода. Теперь обратим внимание на кислород и углекислый газ в этой формуле.



Отношение выделенного объема углекислого газа к поглощенному объему кислорода называется дыхательным коэффициентом (ДК). Он позволяет оценить соотношения количеств сгоревших нутриентов, процессы метаболизма в различных органах и т.п.

Дыхательные коэффициенты трёх основных нутриентов



Дыхательный коэффициент показывает, который из нутриентов сжигает

Дыхательный коэффициент рассчитывается по следующей формуле.

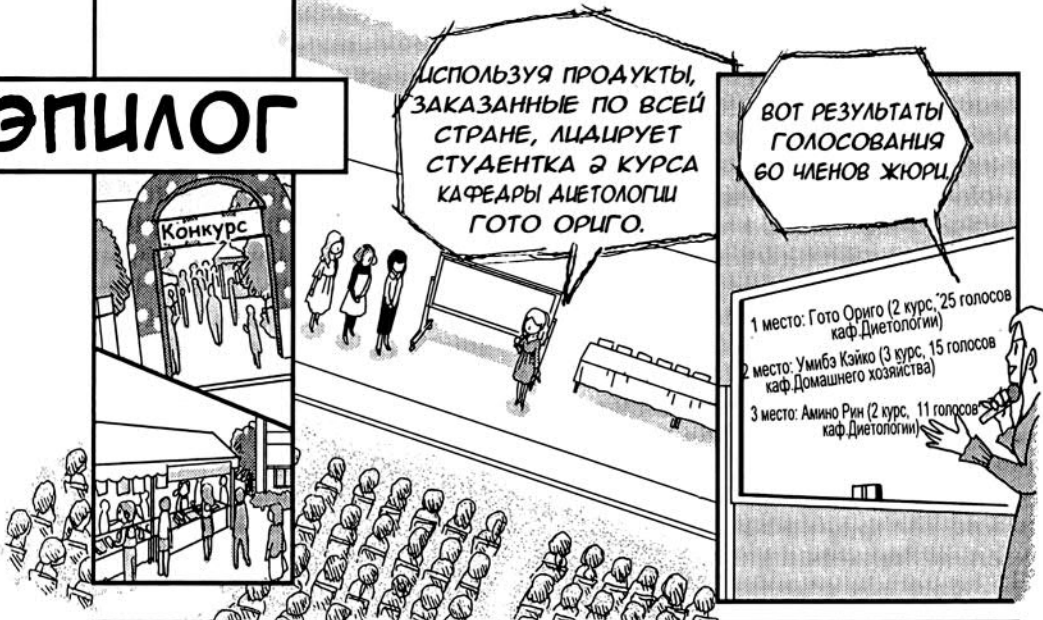
$$\text{ДК} = \frac{\text{Количество образовавшегося } \text{CO}_2}{\text{Количество израсходованного } \text{O}_2}$$

Для глюкозы из 6 молекул кислорода образуется 6 молекул углекислого газа, поэтому дыхательный коэффициент равен $6/6=1$. Для жиров он равен 0.7, а для белков — 0.8.

👉 Проверьте себя!

- ☐ Вода, образующаяся при метаболизме нутриентов в организме, называется эндогенной. Из 1 г углеводов образуется 0.56 мл, 1 г жиров—1.07 мл, а 1 г белков—0.41 мл эндогенной воды.
- ☐ Большое потребление воды не означает увеличение количества облигатной мочи.
- ☐ Приобретая 4 электрона, кислород превращается в эндогенную воду.

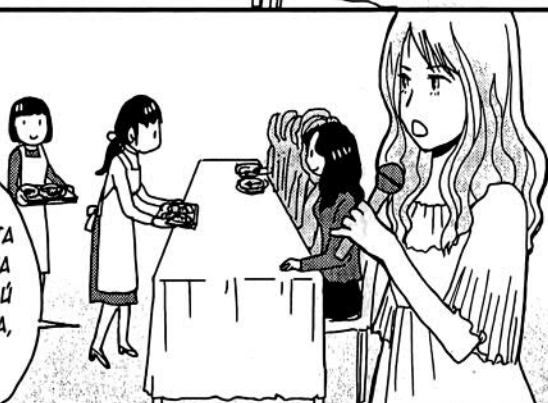
ЭПИЛОГ





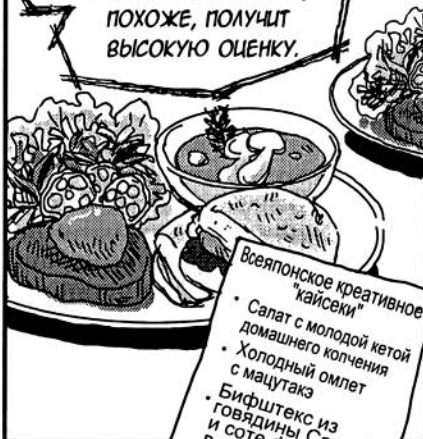
ТЕМА МОЕЙ РАБОТЫ -
ВСЕЯПОНСКОЕ
КРЕАТИВНОЕ
"КАЙСЭКИ".

ТЩАТЕЛЬНО ВЫБРАННЫЕ
ПРОДУКТЫ:
ОСЕННЯЯ КЕТА И МОЛОДАЯ КЕТА
СИРЕТОКО С СЕВЕРА, ГОВЯДИНА
САГА СОРТА А5, ОВОЩИ КЁЯСАЙ
ИЗ КИОТО, МАЦУТАКЭ ИЗ ТАМЕБА,
ПЕРЕДАЮТ ОЧАРОВАНИЕ
ЯПОНСКОЙ ОСЕНИ



ОГО!

РАБОТА ГОТО ОРИГО,
ПОХОЖЕ, ПОЛУЧИТ
ВЫСОКУЮ ОЦЕНКУ.



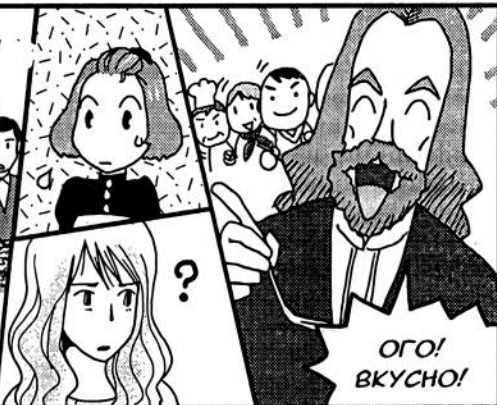
Всеяпонское креативное
"кайсэки"

- Салат с молодой кетой домашнего колчения с мацутака
- Холодный омлет
- Бифштекс из говядины Сага и сое фугары в соусе портувейна
- Сэндвич фокачча с иберской свиной и овощами Кёясай

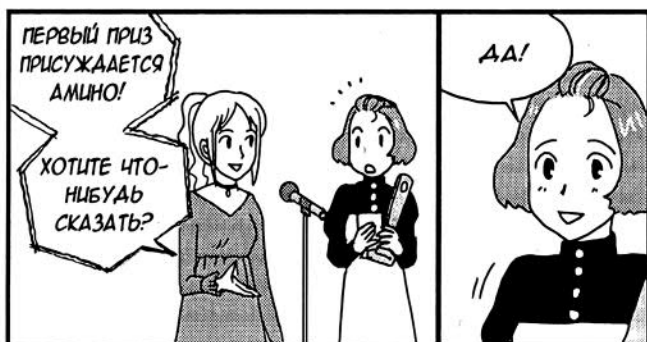
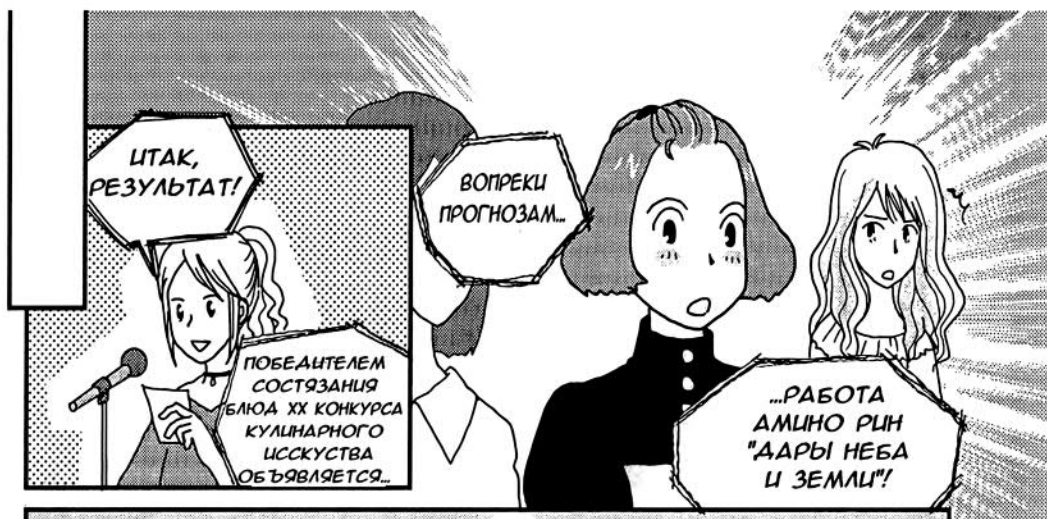




ММ...
В ПИЩЕ
ВАЖНЫ НЕ ТОЛЬКО
КАЧЕСТВЕННЫЕ
ПРОДУКТЫ...
...НО И НАСТРОЕНИЕ
ИХ ПОТРЕБИТЕЛЯ
И ПРОИЗВОДИТЕЛЯ.



©Леонардо да Винчи

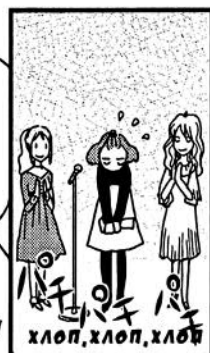


Я ОЧЕНЬ
БЛАГОДАРНА ВАМ
ЗА НАГРАДУ
ПО КУЛИНАРНО-
МОЕМУ ЛЮБИМО-
МУ ЗАНЯТИЮ.

В НАСТОЯЩЕЕ
ВРЕМЯ
Я ИЗУЧАЮ
ДИЕТОЛОГИЮ...

ЭТО СЛОЖНАЯ
ДИСЦИПЛИНА, НО
ВЫЗЫВАЕТ
ВОСХИЩЕНИЕ
ЕЁ РОЛЬ В ЖИЗНИ
ЧЕЛОВЕКА.

И Я НАМЕРЕНА
ПРИМЕНЯТЬ МОИ
ЗНАНИЯ С ПОЛЬЗОЮ
ДЛЯ ВСЕХ!



АА, РЕКТОР
ЕСТЬ РЕКТОР.

СОВЕРШЕННО
ДРУГОЙ
ПОДХОД.

БЛАГОДАРЮ
ВАС
ЗА ЭТОТ УРОК.

ЧТО?

СЕГОДНЯ
Я ПРОСТУЖЕН,
И МНЕ ХОТЕЛОСЬ
ЧЕГО-НИБУДЬ
ТЕПЛОГО.

ЧТО?



МИНЭ-САН,
БОЛЬШОЕ
СПАСИБО!

А ТЕПЕРЬ
МЫ ПОЙДЕМ
В РЕСТОРАН
ВМЕСТЕ!



Район Гиндза
Ресторан

ТЮКА-ИТИБАН★
Билет на двоих

шух



〈 Конец 〉

ПРИЛОЖЕНИЕ



ПИЩА И ЗДОРОВЬЕ

❖ Общие истоки медицины и питания, функции пищи

Японское название науки о питании — Эйё-гаку, предложил Саики Тадасу (1886—1959 гг.), которого называют отцом науки о питании. В городе Иё префектуры Эхимэ, где он провёл детство, есть буддийский храм Эйё, именем которого Сайки и предложил назвать эту науку об укреплении здоровья.

Наука о питании состоит из таких разделов, как диетология больных (клиническая диетология), изучающая причины, механизмы развития и методы лечения различных патологий с точки зрения питания; практическая диетология, изучающая питание человека на всех этапах жизненного пути от рождения до смерти; общественная диетология, изучающая методы поддержания и укрепления здоровья, профилактики заболеваний в коллективах. Так как целью науки о питании является изучение питания человека, в её основе лежат такие дисциплины, как физиология, патология, биохимия, понимание которых необходимо для овладения клинической или практической диетологией.

В данной книге основной акцент сделан на смысл нутриентов и метаболизма. Независимо от состояния здоровья, для поддержания жизни человеку необходимы нутриенты, поэтому для понимания сути науки о питании необходимы знания об их динамике внутри организма.

Вышеупомянутый Саики изучал вопрос о том, можно ли поддерживать здоровье, питаясь только рисом и солью. Современные люди знают, что это невозможно: необходимы также белки, витамины и минералы.

Важность пяти основных нутриентов, витаминов и минералов изучают уже в начальной школе. Однако вопросы о необходимых количествах каждого из нутриентов, о количественном и качественном составе здоровой пищи на самом деле очень глубоки и до конца не изучены. Много непонятого остаётся, например, в механизмах физиологического действия витаминов.

Для поддержания здоровья и помощи больным в выздоровлении, кроме особенностей строения каждого из нутриентов необходимо также понимать процессы их переваривания, всасывания и внутриклеточного метаболизма, которые могут показаться слишком сложными и запутанными. Чтобы решить данную проблему, можно пойти путём упорного заучивания даже на основе начальных знаний по химии.

Человек может умереть от незначительного количества яда, но редко может вылечить болезнь с помощью всего одного лекарства. Поддерживать здоровье одним рисом и солью невозможно. Человек живёт благодаря взаимодействию и обмену информацией между 60 трлн. клеток организма и умирает в случае невозможности получения энергетических молекул и повторного синтеза клеток, внутриклеточных веществ. По некоторым теориям, человек должен жить не менее 120 лет, но для этого необходимо употреблять подходящую пищу в умеренном количестве.

Понятие о том, что пища и здоровье — одно и то же (пища — это лекарство), предлагает поддерживать здоровье, каждый день придерживаясь сбалансированного питания. Схожим является понятие о "функциях пищевых продуктов", делящее все функции на первичные, вторичные и третичные.

Лекарство определяется как вещество, влияющее на функции организма, то есть обладающее лекарственным эффектом, однако понятие о "функциях пищевых продуктов" не подразумевает его наличие, ведь простое употребление пищи вряд ли поможет избавиться от болезни, если не иметь в виду профилактику. Пища и лекарства разделены огромной пропастью в плане содержания действующих веществ. Однако при систематическом употреблении нельзя, наверное, игнорировать даже вещества, которые содержатся в пище в очень малых количествах. В связи с этим, в этом приложении будет затронут вопрос о функциональных продуктах, а также о болезнях из-за неправильного образа жизни.

❖ О функциональных продуктах

На рис. 1 показаны три основных функции пищевых продуктов.

Первая — это "питательность". К ней относятся три основных нутриента (углеводы, жиры и белки), а также витамины, минералы. С первичной функцией пищи связано содержание в ней определённых нутриентов.

Кроме того, пища должна быть аппетитной и вкусной, что должно восприниматься зрением, обонянием и вкусом. Эта способность приятно воздействовать на органы чувств называется "приятностью" пищи и является её вторичной функцией.

В последнее время большое внимание уделяется третичной функции пищи — регуляции организма. Это, другими словами, гомеостаз — функция поддержания относительно стабильного внутреннего состояния, невосприимчивого к внешним воздействиям.

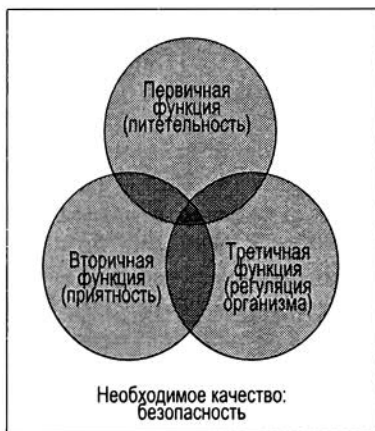


Рис.1 Функции пищевых продуктов

Табл.1 Антиоксиданты в пищевых продуктах

Антиоксидант	Продукты питания
Каротин	Оранжевые овощи: морковь, болгарский перец и др.
Катехин	Зелёный чай
Ресвератрол	Красное вино
Фитиновая кислота	Соевые бобы, злаковые, различные виды картофеля
Глутатион	Шпинат, брокколи
Изофлавоны	Соевые бобы

Предметно говоря, к этой функции относятся антиоксидантная активность — способность нейтрализовать активные формы кислорода в организме; регуляция кровяного давления — способность поддерживать нормальное кровяное давление; защитные свойства, повышающие иммунитет организма и т.п.

В последнее время особое внимание уделяется антиоксидантной активности. Все вы, наверное, слышали каротине оранжевых овощей, катехине зелёного чая, ресвератроле красного вина, изофлавонов соевых бобов. По большей части эти продукты имеют растительное происхождение (табл. 1).

Кроме антиоксидантной активности к третьей функции пищи относятся содержащиеся в ней пищевые волокна (рис. 2), которые раньше считались совершенно ненужными организму, однако в последующих исследованиях обнаружили многие их полезные эффекты: нормализация уровня сыровоточного холестерина, профилактика сахарного диабета, сдерживание роста кровяного давления, увеличение количества полезных бактерий (молочнокислых и др.) в кишечнике, стимуляция опорожнения кишечника, регуляция перистальтики и т.д.

В 1991 году была введена в действие система "полезных пищевых продуктов", в соответствии с которой продукты, в которых министерство охраны здоровья и труда Японии признало наличие третичной функции, отмечаются специальным знаком (рис. 3). Кроме того, продаётся также много пищевых добавок, направленных на выполнение третичной функции. В настоящее время ведётся поиск различных возможностей третичной функции, помогающих предотвратить заболевания из-за неправильного образа жизни.

❖ Неправильный образ жизни и ожирение

Считается, что есть 2 группы факторов риска: генетическая предрасположенность, связанная с врождёнными свойствами организма, и влияние внешней среды. Последние могут быть устранены благодаря изменению образа жизни.

Различные возрастные болезни возникают под воздействием этих факторов. В давние времена, когда, как ещё 50 лет назад, средняя продолжительность жизни составляла всего 50 лет, или ещё раньше, когда она была всего 20 лет, люди часто умирали до приобретения "болезней цивилизации", однако в настоящее время, когда Япония стала страной долгожителей, эти болезни стали серьёзной проблемой.



Рис.2 Продукты, богатые клетчаткой (пищевыми волокнами)

Существует много видов клетчатки: целлюлоза (основной компонент клеточных стенок растений), пектины фруктов, глюкоманнан аморфофаллуса коньяку, хитин и хитозан животных и т.д.



(Одобрено агенством защиты потребителей)

(Пищевой продукт для поддержания здоровья)

Рис.3 Знак полезных пищевых продуктов

Для того, чтобы переносить голод, человек в результате эволюции приобрёл гены, позволяющие запасать в организме полученные нутриенты. В нашу эпоху человек может без особых физических нагрузок получать почти всё ему необходимое, а доступность высококалорийной пищи способствует распространённости ожирения. Считается достоверным, что такие заболевания, как сахарный диабет, гипертония, инсульты головного мозга и т.п. связаны с ожирением. По одной из теорий, две трети смертей в Японии связаны с болезнями цивилизации, из них 30-60% вызываются ожирением.

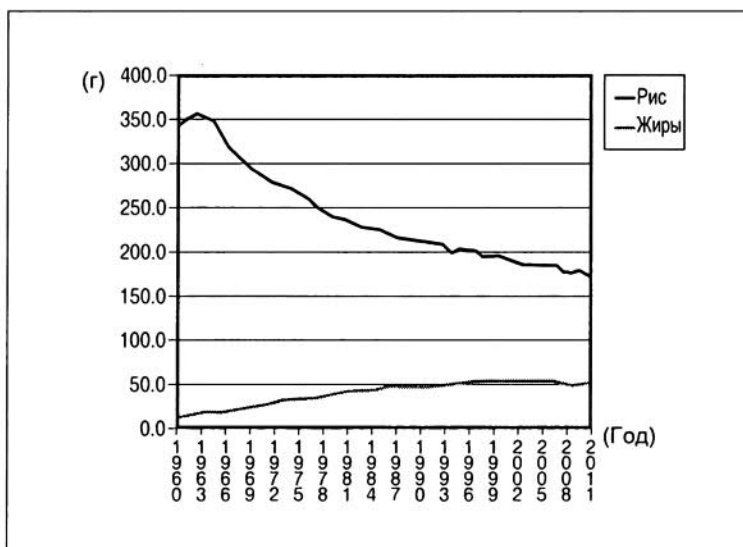


Рис.4 Изменение дневного потребления продуктов (риса и жиров) японцами (на основе "Сводки спроса-предложения для пищевых продуктов", выпущенной Министерством сельского, лесного и водного хозяйства Японии)

Одной из причин ожирения в Японии является нарушение баланса питательных веществ в процессе европеизации пищевых обычаев. На рис. 4 показано изменение количества продуктов, потребляемых японцами. Особенно изменилось потребление риса, которое в настоящее время стало меньше 60 кг в год на человека, а 30-40 лет составляло около 120 кг. В эпоху Эдо, как считается, оно составляло около 150 кг (старинная мера веса "коку" равна 150 кг). С другой стороны, потребление жиров и масел поддерживается на высоком уровне. Для оценки ожирения используется коэффициент ИМТ (Индекс Массы Тела), показывающий соотношение роста и веса. Он рассчитывается по формуле $ИМТ = \frac{Масса\ тела(кг)}{(Рост\ (м))^2}$ и для человека ростом 175 см и весом 80 кг $ИМТ = 80 / (1.75)^2 = 26.1$. Для японцев идеальным значением считается значение 22.

Синдром, при котором жировые отложения во внутренних органах вызывают такие болезни, как сахарный диабет, в конечном итоге приводя к инфаркту миокарда или инсульту головного мозга, называется метаболическим. Его диагностируют в случае, если площадь внутреннего жира при компьютерной томографии брюшной полости составила не менее 100 см². В качестве ориентира используется также окружность талии: не менее 85 см у мужчин и не менее 90 см у женщин. У женщин жировые отложения толще, так как при одинаковом количестве жира больше, чем у мужчин, утолщается талия. В любом случае, если окружность талии больше приведённых значений и удовлетворяются не менее 2 критериев (рис. 5), то ставят диагноз метаболического синдрома.

Табл.2 Критерии степени ожирения

Степень ожирения	ИМТ
Худоба	Менее 18.5
Норма	От 18.5 до 25
Ожирение (1 ст.)	От 25 до 30
Ожирение (2 ст.)	От 30 до 35
Ожирение (3 ст.)	От 35 до 40
Ожирение (4 ст.)	Не менее 40

(Таблица "Классификация степеней ожирения" по "Критерии диагностики ожирения" Японского общества ожирения, с частичными изменениями)

- Окружность талии: не менее 85 см у мужчин, не менее 90 см у женщин
- При соответствии вышеуказанному и и не менее чем двум нижеуказанным критериям ставится диагноз ожирения.
- Гипертриглицеридемия ≥ 150 мг/100 мл и/или гипохолестеринемия ЛВП < 40 мг/100 мл
- Сахар крови на голодный желудок ≥ 100 мг/100 мл
- Артериальное давление: диастолическое ≥ 85 мм рт.ст и/или систолическое ≥ 130 мм рт.ст.

Рис.5 Критерии диагностики метаболического синдрома

Как же защититься от ожирения? Это звучит банально, но если потребляемая энергия не будет превышать расходуемую, то ожирения не будет, что значительно снизит риск возникновения болезней цивилизации. Этого в определённой мере можно добиться ежедневной регуляцией питания и физических нагрузок.

Оптимальное количество пищи зависит от пола, возраста, уровня физических нагрузок и т.п. В качестве более-менее понятного ориентира можно использовать "Модель сбалансированного питания"[✕].

Во времена Саики Тадасу, главный врач военно-морского флота Такаки Канэхиро улучшил питание военнослужащих и заложил фундамент для изучения механизма возникновения болезни бери-бери. Так, он обнаружил, что при увеличении в тюремном рационе количества рисово-ячменной смеси заболеваемость бери-бери резко снижалась. Таким образом, правильное питание, наряду с физическими нагрузками, позволят нам оставаться стройными, здоровыми и будут способствовать долголетию.

✕ : С сайта Министерства охраны здоровья и труда Японии
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/pdf/eiyou-syokuji4.pdf>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- авт.Такэмура Масахару, худ.Кикияро, оформ. Office sawa
"Занимательная биохимия", изд Ohmsha, 2009 г
- ред.Танака Масахару, худ.Кояма Кэйко, оформ.В+СОМ
"Основы физиологии в манге", изд Ohmsha, 2011 г
- авт.Сонода Масару, "Понятная наука о питании", изд. Gijutsu-Hyohron Co., Ltd., 2012
- авт.Хаяси Дзюндзо и др., "Основы науки о питании", изд. KENPAKUSHA, 2010
- авт.Хагивара Киёфуми, "Молекулярная биохимия, которая вам понравится", изд. KODANSHA LTD., 2002
- авт.Танака Эцуро, "Биохимия, которая вам понравится", изд. KODANSHA LTD., 2012
- авт.Тагава Кунио, "Диетология метаболизма с точки зрения работы организма", изд. TAKARA BIO INC., 2003



ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ



ГРЕЧ.

α -кетоглутарат—127,134

α -линоленовая кислота—87

α -спираль—110

β -лист—110

β -моноацилглицерин—74

β -окисление—89

А

Аденин—26

Аденозиндифосфат (АДФ, англ. ADP)—27

Аденозинмонофосфат (АМФ, англ. AMP)

Аденозинтрифосфат (АТФ, англ. ATP)—17,26,89,179

Адреналин—63,89

Активные формы кислорода
(активный кислород)—168,182

Активный транспорт—17

Аланин—129

Альбумины—89

Альдегидная группа—21

Амилаза поджелудочной
железы—55

Амилаза слюны—54

Амилоза—52,61

Амилопектин—52,61

Аминогруппа—21,108,117

Аминокислотный
профиль—104,115

Аминокислотный пул—101

Аминокислотный скор—105,114

Аминокислоты—97,108

Аммиак—117

Анаэробный метаболизм—38

Анемия—163

Антиоксидантная активность—193

Антиоксиданты—193

Антитела IgA—116

Артериосклероз—94

АТФ-синтаза—42

Ацетилкофермент А
(ацетил-КоА)—32,39,89

Б

Балластные вещества—8

Белки организма—100,101

Белки—7,97,109

Белковые комплексы—42

Биологически активные добавки
к пище (БАД)—148

Биотин—154,157

Болезни цивилизации—193

Болезнь бери-бери—22

Бочка Либиха—103

В

Валин—115

Витамин А—144,151,152

Витамин В₁—143,150,154

Витамин В₁₂—154,156

Витамин В₂—154,155

Витамин В₃—154,155

Витамин В₅—154,157

Витамин В₆—154,156
Витамин В₇—154,157
Витамин В₉—154,157
Витамин С—154,158,168
Витамин D—144,151,152
Витамин Е—144,151,152,168
Витамин К—151,153
Витамины группы В —143
Витамины-антиоксиданты—152
Витамины—7,141,143
Вкусовые сосочки—164
Внеклеточная жидкость—174
Внутренняя мембрана—33,42
Внутриклеточная жидкость—174
Вода—8
Водный баланс—176
Водорастворимые
витамины—144,154
Всасывание—11,56,111
Вторичная структура—110
Вторичная функция—192
Выделение—11

Г

Галактоза—51,60
Гемоглобин—163
Гидроксильный радикал—182
Гидроксильная группа—21,84
Гидроксильная группа—84
Гидрофильная часть—91
Гидрофобная часть—91
Гипервитаминозы—146
Гистидин—115
Гликоген печени—64

Гликоген—35,52,64
Гликогенные аминокислоты—124
Гликозидная связь—60
Гликолиз—31,38,125
Глицерин—72,130,135
Глюкагон—63,89
Глюкоза
(виноградный сахар)—18,51,60,136
Глюкозо-аланиновый цикл—129
Глюкокортикоиды—63
Глюконеогенез—63,125,132
Глютатионпероксидаза—183
Головной мозг—66,179
Гомеостаз—192
Гормон роста—63
Гормонально-чувствительные
липазы—89
Гормоны—63
Градиент концентрации—42

Д

Декстрин—54
Денатурация—113
Депонированное железо—163
Динамическое равновесие—100
Дипептиды—111
Дисахариды—52
Длинноцепочечные жирные
кислоты—83,84
Дополняющее действие—106
Дыхательный коэффициент—184

Ж

Желатин—118
Железо—159,163
Желчные кислоты—73

Животные белки—114
Жирные кислоты—72,83,89,135
Жирорастворимые
витамины—144,151
Жиры—7,71

З

Заменимые аминокислоты—99

И

Изолейцин—115
Индекс массы тела (ИМТ, англ.
BMI)—195
Инсулин—63,131
Ионы водорода—42

Й

Йод—159,165

К

Казимир Функ—150
Калий—159,161
Кальций—159,160
Карбоксильная группа—21,83,108
Каталаза—183
Кембрийский взрыв—183
Кетогенные аминокислоты—124
Кетоновые тела—90
Кислород—8,179,181
Кишечные бактерии—153
Клетка—99
Клеточная мембрана—73,91
Клетчатка (пищевые волокна)—8,193
Кобальт—159,167
Коллаген—118
Короткоцепочечные жирные
кислоты—83

Коферменты—144
Крахмал—18,52,54
Ксантинооксидаза—166

Л

Лактаза—57
Лактат (молочная кислота)—39,128,134
Лактоза (молочный сахар)—52
Лейцин—115
Лецитин—73,92
Лизин—115
Линолевая кислота—87
Липаза поджелудочной железы—75
Липопротеинлипаза—78
Липопротеины высокой плотности
(ЛПВП)—81,93
Липопротеины низкой плотности
(ЛПНП)—93
Липопротеины очень низкой
плотности (ЛПОНП)—80,93
Липопротеины—76,92

М

Магний—159,161
Макроминералы—147, 160
Макрофаги—94
Малат
(Яблочная кислота)—127,132
Мальтаза—56
Мальтоза (солодовый сахар)—52,54
Марганец—159,165
Матрикс—32,42
Мегалобластная анемия—156
Медь—159,164
Межмембранное пространство—33,42
Мембранное переваривание—55

Метаболизм—11
Метаболический синдром—195
Метионин—115
Механическое переваривание—10
Микроворсинки—11,56
Микроминералы—147,163
Микроэлементы—141
Миндалина—62
Минералы—7,141,147,158
Миоглобин—163
Митохондрия—32,42
Модель сбалансированного питания—196
Молекулярная масса—28
Молекулярная формула—20
Молибден—159,166
Моль—28
Мононенасыщенные жирные кислоты—87
Моносахариды—51,60
Мочевина—117
Мышечный гликоген—64

Н

Насыщенные жирные кислоты—85,86
Натрий—159,161,167
Незаменимые аминокислоты—99,115
Незаменимые жирные кислоты—88
Нейтральные жиры—72,84,89
Ненасыщенные жирные кислоты
омега-3 (n-3)—87
Ненасыщенные жирные кислоты
омега-6 (n-6)—87

Ненасыщенные жирные кислоты—85,86
Неощутимое потоотделение—178
Ниацин—154,155
Никотинамидадениндинуклеотид (NAD')—41
-восстановленная форма (NADH)—41,42
Никталоптия (куриная слепота)—152
Нормы питания в Японии—22
Нутриенты
(питательные вещества)—8

О

Облигатная моча—178
Ожирение—193
Окисленные ЛПНП—93
Оксалоацетат—127,134
Олигопептиды—108
Олигосахариды—51,52
Органы пищеварения—9
Остаток хиломикрона—79
Остеокальцин—153
Остеопороз—152

П

Пантотеновая кислота—154,157
Пеллагра—155
Пенистые клетки—94
Пепсин—111
Пептидаза—116
Пептидная связь—108
Пептиды—108
Пептоны—111
Первая лимитирующая аминокислота—105,115

Первичная структура—109
Первичная функция—192
Переваривание—10,53,74,111
Пероксид водорода—182
Печень—57,79,125
Пируват
(пировиноградная
кислота)—31,39,125,132
Питание—8
Пищеварительные
ферменты—10,54
Пищевая аллергия—116
Плазма крови—174
Плохой холестерин—81
Полезные пищевые продукты—192
Полиненасыщенные жирные
кислоты—87
Полипептиды—108
Полисахариды—52
Пять основных нутриентов—8

Р

Разобщители (uncoupler)—46
Растительные белки—114
Рахит—152
Реакция дегидратации—64
Рибоза—26
Родопсин—152

С

Саики Тадасу—191
Сахар крови—30
Сахараза—75
Сахарный диабет—63
Сахароза (сахар)—52,61
Селен—159,165

Сера—159,162
Симптомы нехватки—149
Симптомы переизбытка—148
Сложноэфирные связи—84
Среднепочечные жирные
кислоты—83
Стеариновая кислота—85
Стероидные гормоны—73
Структурные формулы—20
Субъединица—111
Сукцинил-КоА—127,134
Супероксид-анион—182
Супероксиддисмутаза—183

Т

Тиреоидные гормоны—63,165
Тонкая кишка—11,55
Точка Пастера—181
Транс-жирные кислоты—88
Транс-форма—88
Треонин—115
Треонин—115
Третичная структура—110
Третичная функция—192
Три основных нутриента—7
Трипептиды—111
Триптофан—115,155

У

Углеводы—7,50,60
Углеродная цепь—83,84
Углеродный скелет—117
Удельная теплоёмкость—175
Удельная теплота парообразования
(и конденсации)—175,176
Уровень сахара крови—62,63

Ф

Факультативная моча—178
Фенилаланин—115
Флавинадениндинуклеотид
(FAD)—41
-восстановленная форма
(FADH₂)—41,42
Фолиевая кислота—154,157
Фосфоенолпируват—126,132
Фосфолипаза—74
Фосфолипиды—73,77,91
Фосфор—159,160
Фосфорная кислота—27
Фруктоза
(Фруктовый сахар)—51,60
Фумарат—127,134
Функциональное железо—163
Функциональные группы
(замещающие группы)—21
Функциональные продукты—192

Х

Хиломикрон—77,92
Химические уравнения—20
Химическое переваривание—10
Хлор—159,162
Холестерин—73,91
Хороший холестерин—81
Хром—159,166

Ц

Центр голода—62
Центр насыщения—62
Цикл АТФ—29
Цикл Кори—129

Цикл Кребса

цикл трикарбоновых кислот(ЦТК),
цикл лимонной кислоты (цитратный
цикл) —32,40

Цикл мочевины—117,178

Цинк—147,159,164

Цис-форма—88

Ч

Четверичная структура—111

Четырёхэлектронное
восстановление—182

Э

Экстренное продовольствие—18

Электрон-транспортная
цепь(ЭТЦ)—33,42

Электроны—42

Эмульгация—74

Эндогенная вода—177

Энергия—17

Эритроциты—66

■ Об авторе

Сонода Масару

Доктор медицины. Родился в 1948 г. в г. Исэ преф. Миэ. После окончания бакалавриата Токийского университета фармацевтики поступил на работу в акционерную компанию "Тоё-дзёдо" (в наст. время — акционерная компания "Асахи-касэй Когё"). В 1977 году стал доцентом Медицинского университета Саитама. В 1985-1986 гг. стажировался в Национальном институте онкологии (США), Национальных институтах здоровья (США). В 1998 году стал адъюнкт-профессором факультета Домашнего хозяйства Женского университета Кёрицу, а в 2000 году профессором того же университета.

Основные работы:

"Понятная наука о питании", Gijutsu-Hyohron Co., Ltd.

"Основы науки о питании" (совместное авторство), KENPAKUSHA

"Понятная и интересная диетология" (редактирование), TAC-shuppan

■ Оформление манги

Акционерная компания Bescom Co., Ltd.

- Художник/Кояма Кэйко (Koguma koubou, <http://www.koguma.info>)
- Иллюстрации к тексту/Бази (иллюстратор)
- Помощь в редактировании/Саго Икуэ
- Сценарий/Симада Эйдзи, Сакияма Сонкё (акционерная компания Bescom Co., Ltd.)
- Дизайн обложки/Акционерная компания Bescom Co., Ltd.
- ДТР и редактирование/Акционерная компания Bescom Co., Ltd.
- Кулинарный консультант/Ацуми Маюми

Родилась в 1974 г. в преф. Тиба, работала диетологом в детском саду, в настоящее время является координатором питания. В качестве диетолога и координатора питания выполняет заказы по разработке фирменных блюд, концепций заведений общепита, проводит семинары и мастер-классы кулинарного искусства.



Книги издательства «ДМК Пресс» можно заказать в торгово-издательском холдинге «Планета Альянс» наложенным платежом, выслав открытку или письмо по почтовому адресу: 115487, г. Москва, 2-й Нагатинский пр-д, д. 6А.

При оформлении заказа следует указать адрес (полностью), по которому должны быть высланы книги; фамилию, имя и отчество получателя.

Желательно также указать свой телефон и электронный адрес.

Эти книги вы можете заказать и в интернет-магазине: www.aliants-kniga.ru.

Оптовые закупки: тел. (499) 782-38-89.

Электронный адрес: books@aliants-kniga.ru.

Сонода Масару (автор), Кояма Кэйко (художник)

Занимательная наука о питании. Манга

Главный редактор *Д. А. Мовчан*

dmpress@gmail.com

Перевод с японского *А. Б. Клионский*

Научный редактор *С. С. Калёнов*

Корректор *Г. А. Синяева*

Верстальщик *А. Б. Клионский*

Формат 70×100 1/16.

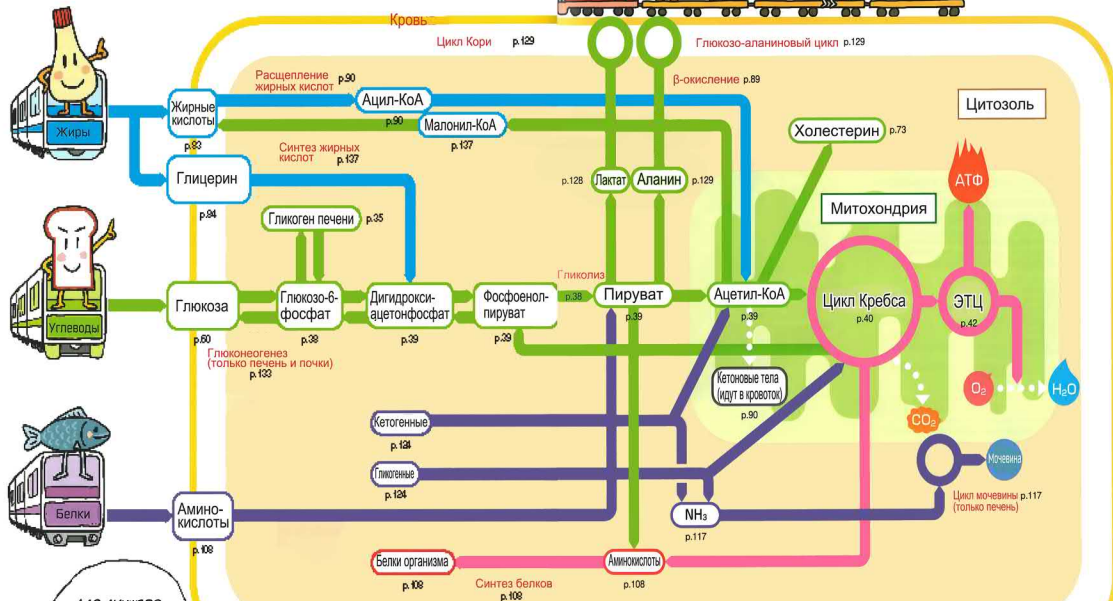
Гарнитура Anime Ace. Печать офсетная.

Усл. п. л. 20,43. Тираж 500 экз.

Веб-сайт издательства ДМК Пресс: www.dmpress.com

Three major nutrients

Белки



ДЛЯ ЛУЧШЕГО
УСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА
КНИГИ Я ИЗОБРАЗИЛ
ОСНОВНЫЕ ПУТИ
МЕТАБОЛИЗМА В ВИДЕ
СХЕМЫ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ
СЕТИ

ДЛЯ КАЖДОГО
ТЕРМИНА УКАЗАН
НОМЕР СТРАНИЦЫ!

Конкурс кулинарного искусства, составление работ
Первый приз

Дары неба и земли

Амина Рин, факультет домашнего хозяйства, кафедрa диетологии, 2 курс

Я попросил диетолога и координатора питания г-жу Азгулу Маному приготовить блюдо победившей на конкурсе кулинарного искусства героини этой манги Аmino Рин. Приведу здесь рецепт и данные о калорийности.



1 Рис и запки к комбу ручного изготовления

Измельчить комбу и каудобу, посыпать блюдо фурикаэ со комбу, жареным "спир-фрай" с соевым соусом и мирин.

Витамины, минералы, клетчатка

Ингредиенты (на 1 человека) Приготовление

Вареный рис со злаками (выбор злаков произвольный)	100 г
Кауду (бульон салты)	3 см
Каудобу (бульон салты)	подходящее количество
Соевый соус	пол чайной ложки
Мирин	пол чайной ложки
Кукурузное масло	пол чайной ложки

- 1 Грубо измельчить комбу и каудобу, поджарить "спир-фрай" в кукурузном масле на сковороде, затем подлить соевый соус и мирин и жарить на медленном огне.
- 2 Положить рис со злаками в посуду, посыпать ① сверху

2 Суп мико с крупнонарезанным дайконом, опятами и имбирем

Грубo нарезать дайкон крупными кусками, варить с опятами, листьями дайкона и мелко нарезанным имбирем.

Имбирь согревает, бульон из опят позволяет сохранить теп

Ингредиенты (на 1 человека) Приготовление

Дайкон	100 г
Опята	20 г
Имбирь	5 г
Бульон даки	100 мл
Паста мико	1 чайная ложка

- 1 Дайкон нарезать кружками, немного поварить. Опята промыть, имбирь мелко нарезать.
- 2 Налить бульон даки в кастрюлю, поставить на плиту, положить дайкон и имбирь из ① и варить. Когда дайкон станет мягким, добавить опята и довести до кипения, добавить пасту мико.

3 Свежий салат из фермерских овощей (под соусом из хумуса и пряных трав)

Мясной, красный латук, радисно, смесь трав, помидоры "Черри" и т. Д. Дрессинг содержит измельченную хуму и пряные травы.

В хумусе особенно много витамина С, который, например, защищает от простуд

Ингредиенты (на 1 человека)	Приготовление
Промывальные листья, овощи: мясной, красный латук и т. л.	20 г
Хумус	10 г
Соль, чёрный перец	немного
Измельчённая петрушка	пол чайных ложки
Оливковое масло	пол чайных ложки
Лимонный сок	1 чайная ложка

итого ≈642 ккал

≈177 ккал

6 Батат в карамели с орехами

Порошить орехи, имеющие эффект согревания, в картофельную спарость. Защита от старения, красота кожи, чистота крови

Ингредиенты (на 1 человека)	Приготовление
Батат	40 г
Оливковое масло	подходящее количество
Сахар	2 столовых ложки
Вода	1 столовая ложка
Миндаль	2 шт.

- 1 Батат тщательно промыть в воде, нарезать на четвертинки толщиной 2 см, миндаль порошить.
- 2 Поджарить ① в оливковом масле.
- 3 Полить на сковороду сахар и налить воду, поставить на огонь. После закипания посыпать батат ② этой карамелью и посыпать миндалем ③.

≈60 ккал

5 Гриль из свежих овощей

Поджарить на гриле турнепс, цукини, морковь, болгарский перец паприка, тыкву, придать вкус солью, чёрным перцем, оливковым маслом

Свежие овощи, богатые β-каротином, приготовленные на гриле, лучше всего подчеркивающим сладкий вкус. Профилактика простуд, красивая кожа, повышение иммунитета

Ингредиенты (на 1 человека)	Приготовление
Турнепс	5 г
Цукини	5 г
Болгарский перец паприка	15 г
Тыква	15 г
Морковь	10 г
Соль, чёрный перец	немного
Оливковое масло	подходящее количество

- 1 Порезать турнепс, цукини, болгарский перец паприку, тыкву, морковь на грабелеобразные куски удобного для еды размера.
- 2 Посыпать ① солью, чёрным перцем, полить оливковым маслом и жарить на гриле 4-5 минут до полного прогревания овощей.

≈125 ккал

6 Свежее томатное рагу с корнеплодами и свинойной

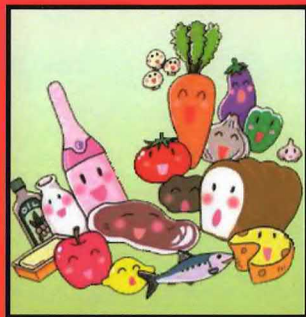
Для выкармливания в небольшом количестве рядом с вареным рисом со злаками. Капюната содержит морковь, свинину, брокколи, грибы смеджи и др.

Профилактический эффект помидоров и восстанавливающий эффект свинины, согревающее действие корнеплодов

Ингредиенты (на 1 человека)	Приготовление
Томо нарезанная свинья выреза	20 г
Тёртый чеснок	пол чайных ложки
Репчатый лук	15 г
Грибы смеджи	5 г
Корень лотоса	10 г
Морковь	5 г
Брокколи	15 г
Соль, чёрный перец	подходящее количество
Оливковое масло	подходящее количество
Помидоры	40 г
Кетчуп	2 столовые ложки

- 1 Порезать свинину на удобные для еды куски. Репчатый лук и корень лотоса порезать толщиной 1 см, порубить морковь, смеджи нарезать от кожи и пополам, брокколи нарезать на куски, удобные для еды.
- 2 В кастрюлю налить немного оливкового масла, положить тёртый чеснок, поставить на огонь и поджарить свинину.
- 3 В ② добавить ① или другие овощи, жарить, добавляя соль и чёрный перец, добавив очищенные от шкурки и измельченные помидоры и поварить.
- 4 Отрегулировать вкус с помощью кетчупа, соли и чёрного перца.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ МАНГА



НАУКА О ПИТАНИИ

СТУДЕНТКА КАФЕДРЫ ДИЕТОЛОГИИ АМИНО РИН НИКАК НЕ МОЖЕТ УСВОИТЬ УЧЕБНУЮ ПРОГРАММУ И УСТРАИВАЕТСЯ НА ПОДРАБОТКУ В РЕСТОРАН, ЧТО ОЧЕНЬ ПОМОГАЕТ ЕЙ В УЧЁБЕ. ВМЕСТЕ С ГЕРОИНЕЙ ВЫ НЕ ТОЛЬКО ПРИМЕТЕ УЧАСТИЕ В КОНКУРСЕ КУЛИНАРНОГО ИСКУССТВА, НО И УЗНАЕТЕ, ПОЧЕМУ МЫ ДОЛЖНЫ ПИТАТЬСЯ, УСВОИТЕ ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ НАУКИ О ПИТАНИИ И НАУЧИТЕСЬ СОСТАВЛЯТЬ СВОЙ СОБСТВЕННЫЙ СБАЛАНСИРОВАННЫЙ РАЦИОН.

БАЗОВЫЕ ЗНАНИЯ НАУКИ О ПИТАНИИ, НЕСОМНЕННО, БУДУТ СПОСОБСТВОВАТЬ ВАШЕМУ ЗДОРОВЬЮ И АКТИВНОСТИ, А ТАКЖЕ ПОМОГУТ БОЛЕЕ КРИТИЧНО ОТНОСИТЬСЯ К РАЗЛИЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ЗДОРОВОМ ПИТАНИИ, КОТОРАЯ ОБРУШИВАЕТСЯ НА НАС.

ВОСПРИНИМАЙТЕ ОСНОВЫ НАУКИ О ПИТАНИИ, НАСЛАЖДАЯСЬ УВЛЕКАТЕЛЬНЫМ СЮЖЕТОМ!

Интернет-магазин: www.dmkpress.com

Книга-почтой: orders@aliants-kniga.ru

Оптовая продажа: "Альянс-книга".

(499)782-3889. books@aliants-kniga.ru

ДМК
ИЗДАТЕЛЬСТВО
www.dmk-рф

ISBN 978-5-97060-563-9



9 785970 605639 >