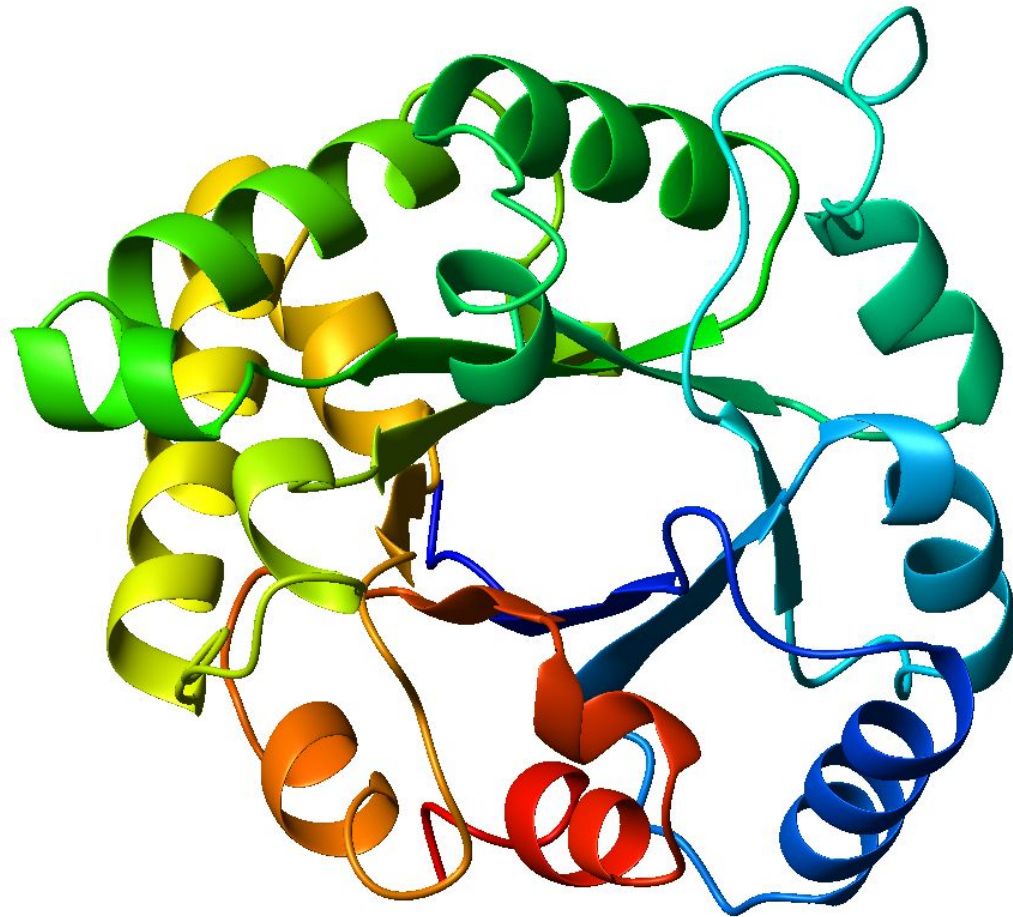


Биохимия



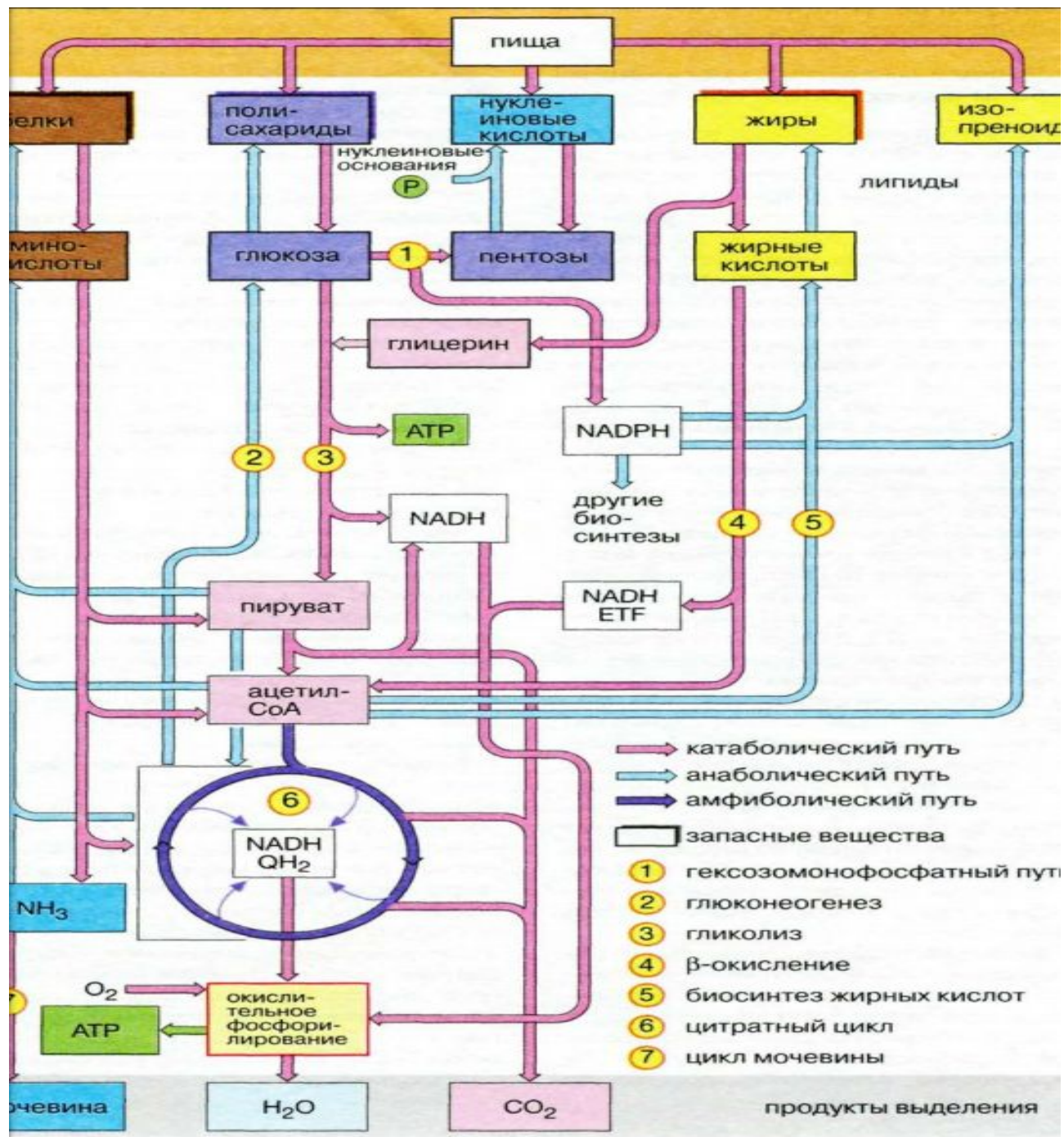
Обмен веществ и энергии (метаболизм)



Катаболизм (от греч. katabole - разрушение) **Анаболизм** (от греч. anabole - подъем)

Обмен веществ в организме





Промежуточный метаболизм: общие сведения



- главная функция Ацетил-КоА — доставлять атомы углерода с ацетил-группой в цикл трикарбоновых кислот, чтобы те были окислены с выделением энергии

Белки

- **Белки** – сложные азотсодержащие биополимеры, мономерами которых служат аминокислоты (органические соединения, содержащие карбоксильную и аминогруппы). Белки выполняют в организме пластические, каталитические, гормональные, транспортные и другие функции, а также обеспечивают специфичность.

Классификация по функции:

структурные белки (коллаген, кератин);

ферментативные (пепсин, амилаза);

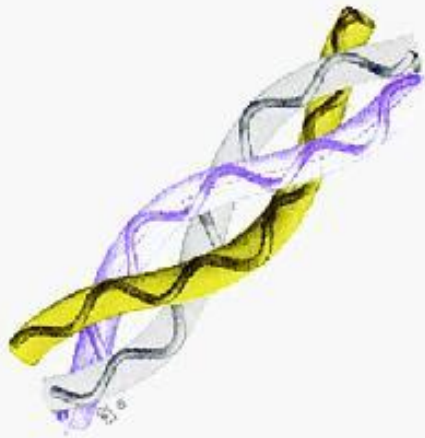
транспортные (трансферрин, альбумин, гемоглобин);

резервно-пищевые (белки яиц и злаков);

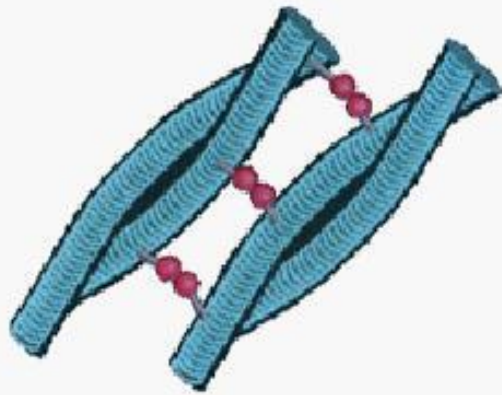
сократительные и двигательные (актин, миозин);

защитные (**иммуноглобулины**, тромбин («ловушка»), фибриноген);

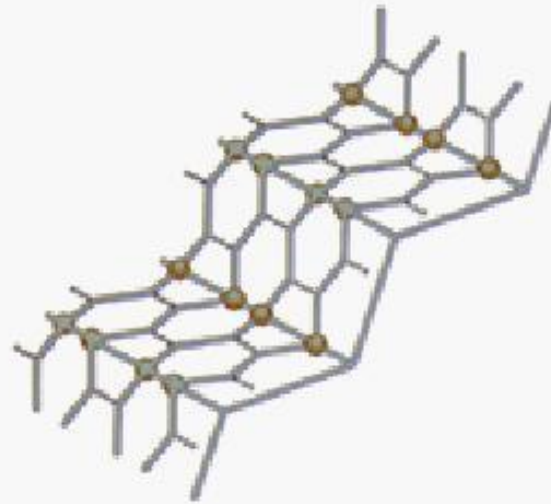
регуляторные (соматотропный гормон, адренокортикотропный гормон, инсулин).



Коллаген



Кератин

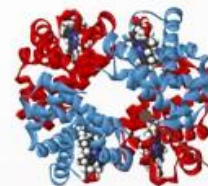
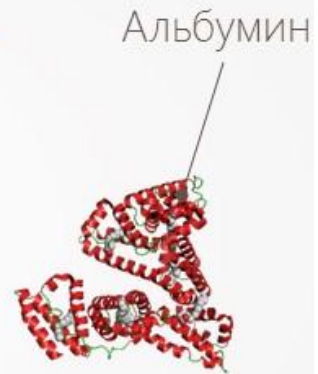
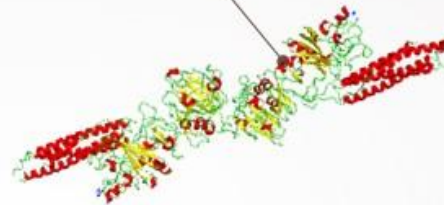
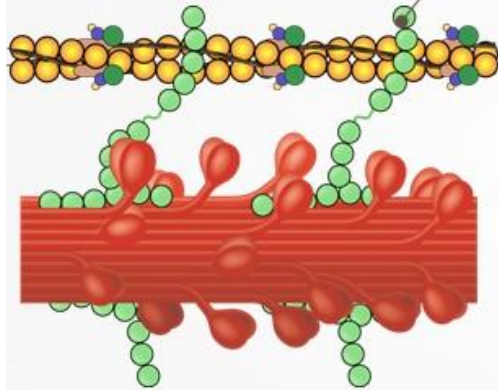


Фиброин

Коллаген
Эластин

Фибриноген
Миозин

Фибрин
Альбумин

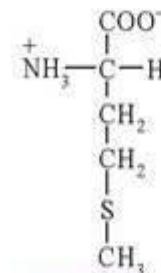
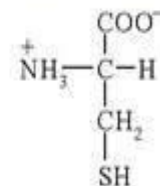
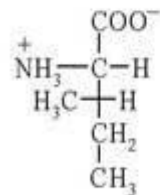
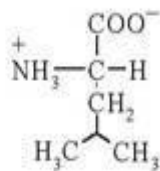
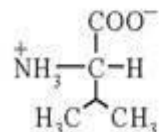
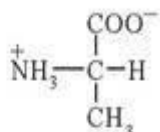
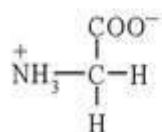


Гемоглобин

АМИНОКИСЛОТЫ

- **10 заменимых аминокислот** (аланин, аспарагин, аспарагиновая кислота (аспартат), глутаминовая кислота (глутамат), глутамин, глицин, тирозин, цистеин, пролин и серин) могут отсутствовать в рационе, так как способны образовываться из других веществ;
- **8 незаменимых аминокислот** (треонин, лейцин, изолейцин, лизин, метионин, фенилаланин, триптофан и валин);
- **2 условно-незаменимые** - аргинин и гистидин. т.е. их синтез происходит в

Алифатические аминокислоты



Глицин (Gly, G)

Аланин (Ala, A)

Валин (Val, V)

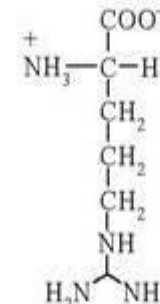
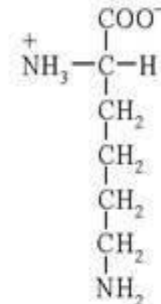
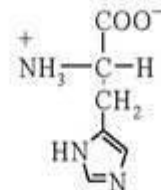
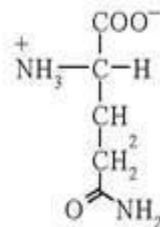
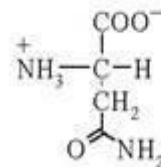
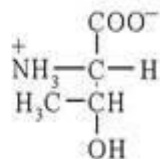
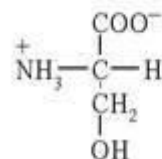
Лейцин (Leu, L)

Изолейцин (Ile, I)

Цистеин (Cys, C)

Метионин (Met, M)

Нейтральные аминокислоты



Серин (Ser, S)

Треонин (Thr, T)

Аспарагин (Asn, N)

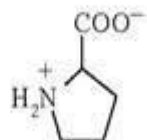
Глутамин (Gln, Q)

Гистидин (His, H)

Лизин (Lys, K)

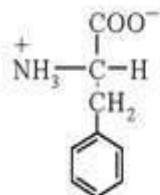
Аргинин (Arg, R)

Иминокислоты

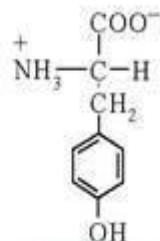


Пролин (Pro, P)

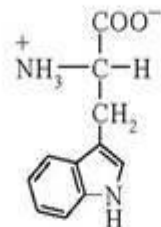
Ароматические аминокислоты



Фенилаланин (Phe, F)

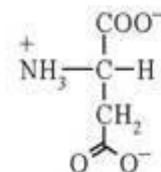


Тирозин (Tyr, Y)

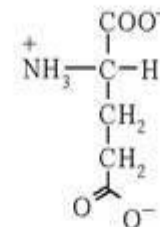


Триптофан (Trp, W)

Кислые аминокислоты



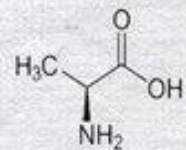
Аспарагиновая кислота (Asp, D)



Глутаминовая кислота (Glu, E)

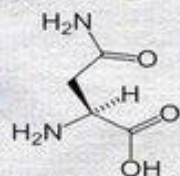
Протеиногенные аминокислоты

Аланин

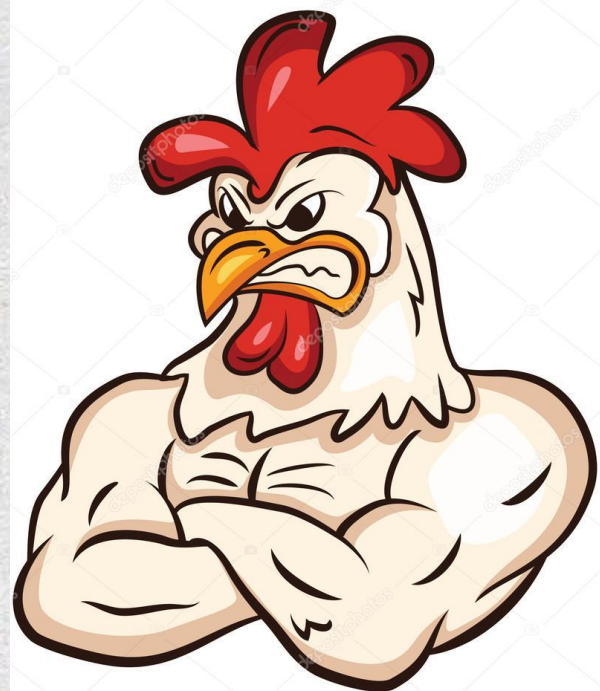


Используется в качестве сырья для синтеза глюкозы. При катаболизме служит переносчиком азота из мышц в печень.

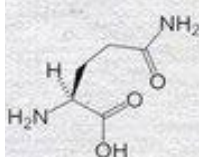
Аспарагиновая кислота



Участвует в работе иммунной системы и служит для синтеза РНК и ДНК. Также способствует превращению углеводов в глюкозу и последующему

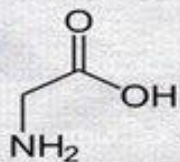


Глютамин

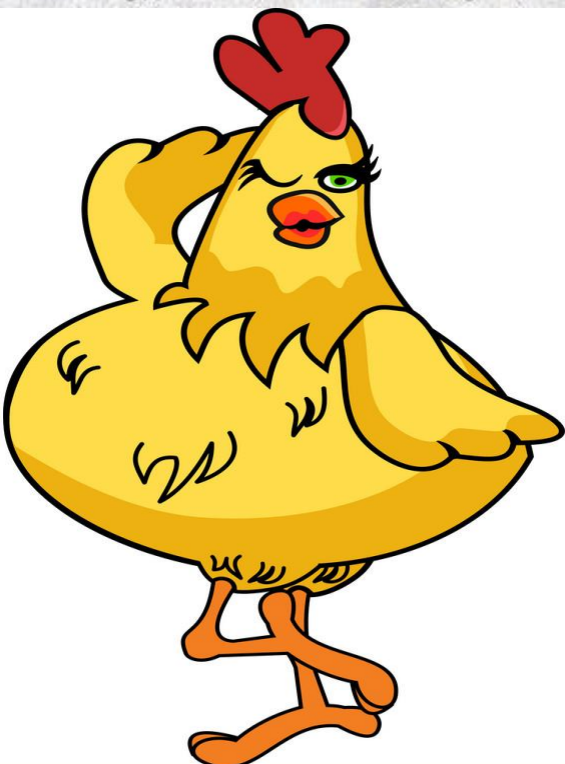


Играет большую роль в синтезе гликогена и энергооборота в клетках мышц. При катаболизме поддерживает синтез белка и стабилизирует удержание жидкости внутри клеток. Способствует повышению результативности тренировок.

Глицин



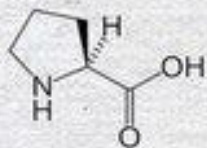
Очень важен для создания соединительных тканей. Ее недостаток вызывает ослабление соединительной ткани.



A decorative border of meat rolls surrounds the central text. The rolls are arranged in a rectangular frame. The top and bottom rows consist of seven rolls each, alternating between brown and grey. The left and right sides each consist of four rolls, alternating between grey and brown. Each roll is a cylinder with a bone protruding from one end.

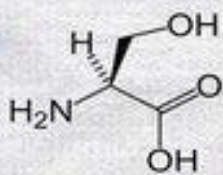
Пролин

Крайне важен для суставов и сердца. При длительном недостатке или перенапряжении во время занятий спортом, используется в качестве источника энергии для мышц.

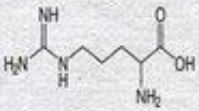


Серин

Играет важную роль в энергоснабжении. Отвечает за процессы запоминания и мышления. Одна из важнейших аминокислот для производства клеточной энергии. Стимулирует иммунную систему.

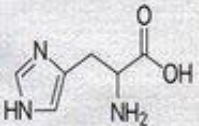


Аргинин



Участвует в обмене веществ и ускоряет восстановление после больших нагрузок. Ускоряет метаболизм жиров и снижает концентрацию холестерина в крови

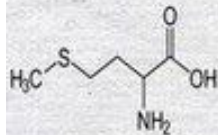
Гистидин



Играет важную роль в метаболизме белков, создании гемоглобина, синтезе кровяных телец. Является одним из важнейших регуляторов свертывания

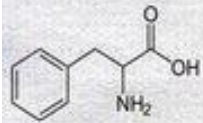


Метионин



Способствует предотвращению образования жировых запасов в печени. Участвует в регенерации тканей печени и почек. Усиливает производство лецитина в печени. Способствует восстановлению после тренировки.

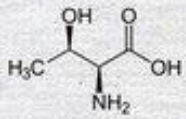
Фенилаланин



Играет значительную роль в синтезе инсулина, папаина и меланина. Способствует выведению почками и печенью продуктов метаболизма.

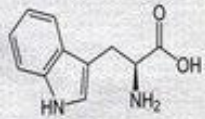


Треонин

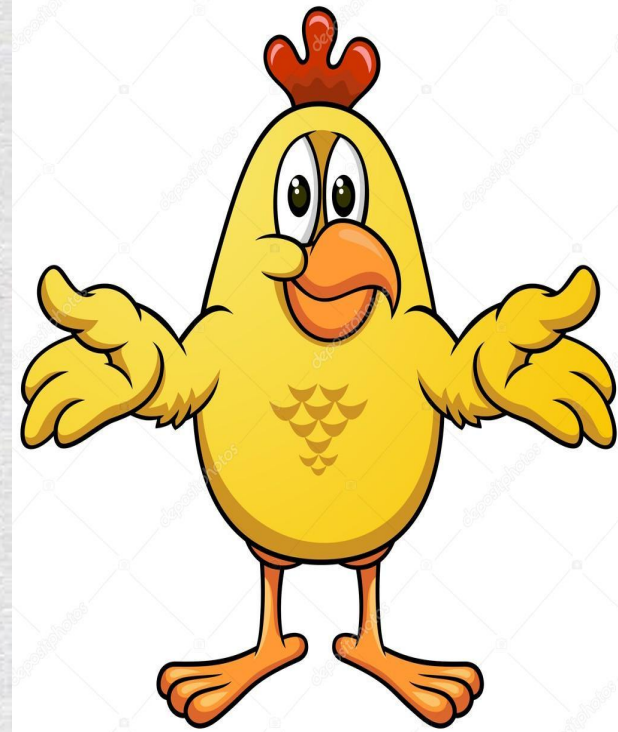


Способствует предотвращению образования жировых запасов в печени. Необходим для нормальной работы иммунной системы.

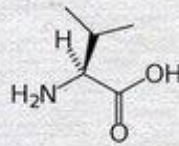
Триптофан –



Способствует выделению в головном мозге серотонина, что приводит к более уравновешенному поведению. Играет важную роль в синтезе ниацина. Потребление триптофана положительно влияет на выработку гормона роста.

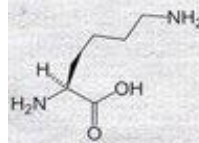


Валин



Служит источником энергии в мышечных клетках и препятствует снижению уровня серотонина.

Лизин

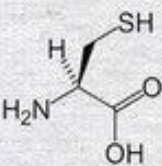


Служит исходным веществом для синтеза карнитина (при достаточном наличии в организме витамина С, В1 и железа). Усиливает действие аргинина. Дефицит лизина отрицательно влияет на синтез белка.



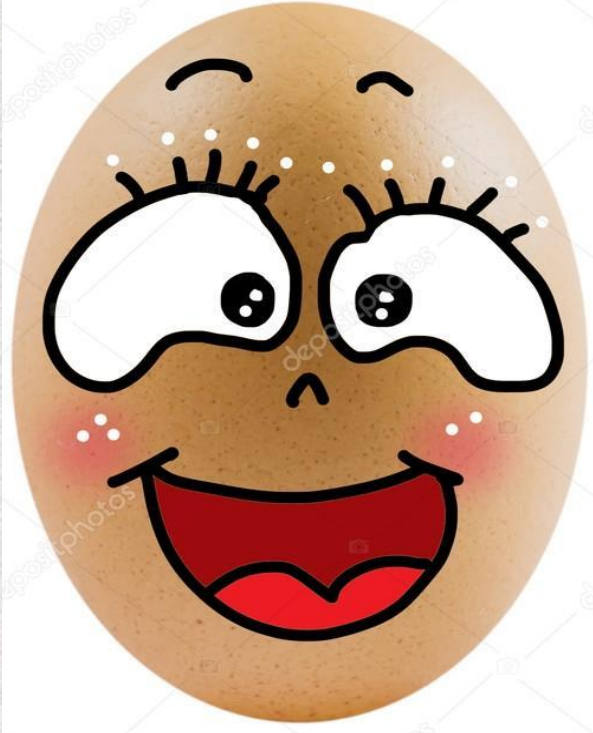
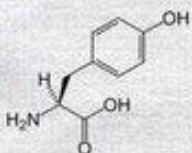
Цистеин

Необходим для роста волос и ногтей. Является важным антиоксидантом. Может синтезироваться из метионина: совместный их прием усиливает липотропные свойства последнего.



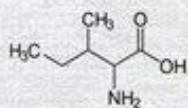
Тирозин

Необходим для нормальной работы надпочечников, щитовидной железы и гипофиза, создания кровяных телец. Обладает мощными стимулирующими свойствами и способствует выработке гормона роста.



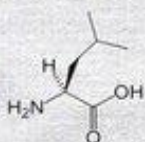
Изолейцин

Является источником энергии для мышечных клеток. Недостаток данной аминокислоты приводит к понижению уровня сахара в крови. Появляется вялость и сонливость. Дефицит изолейцина также приводит к потере мышечной массы.



Лейцин

Способствует синтезу белка в мышцах и печени, и препятствует их разрушению. Может служить источником энергии на клеточном уровне, а также предотвращать производство серотонина и связанное с ним наступление усталости.



Биологическая ценность белков

Наименование пищевого белка	Биологическая ценность	Чистая утилизация, %	Перевариваемость, %	Коэффициент эффективности
Белки молочной сыворотки	104	95	98	3,5
Цельный белок куриного яйца	100	97	100	3,9
Яичный альбумин	88	95	95	3,4
Казеин + сывороточные белки	85	82	96	3,1
Казеин	77	70	87	2,5
Соевый белок	74	61	83	2,3
Белок риса	59	57	89	2,2

- Цельный яичный белок имеет наивысшую усвояемость и считается эталонным, относительно которого оцениваются все остальные белки. Как известно, куриное яйцо состоит из белка, который практически на 100% состоит из альбумина и желтка, который содержит 7 различных белков. Но нежелательно употребление в пищу сырых куриных яиц, так как они содержат вещество значительно замедляющее процесс переваривания (ингибитор

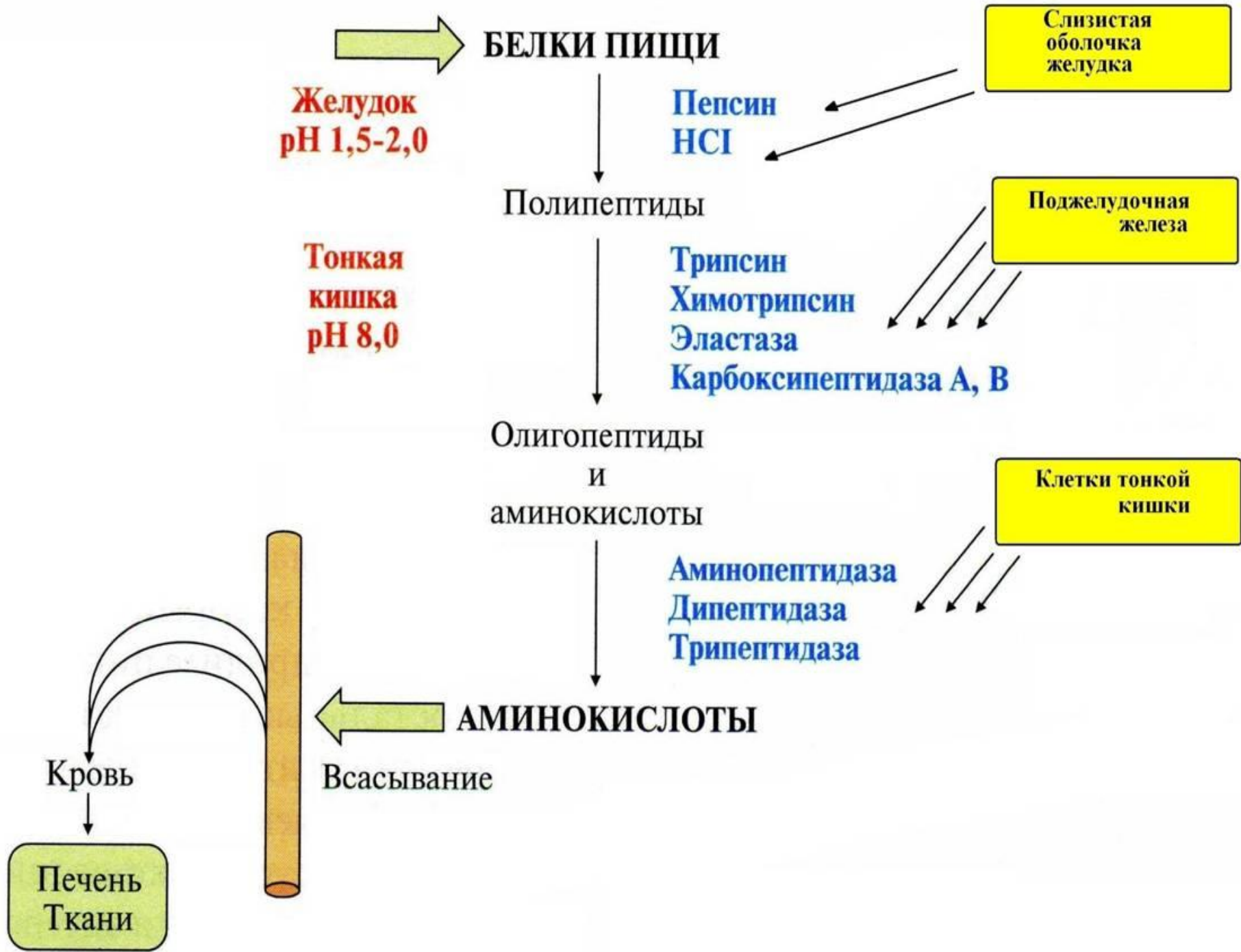
Азотистый баланс

- Это соотношение поступившего в организм азота (в виде азота аминокислот) и выведенного из организма азота (в виде конечных продуктов обмена – мочевины и солей аммония).

Азотистый баланс = поступление N – выведение N

Бывает:

- Отрицательный;
- Равновесие;
- Положительный.



Классификации вегетарианцев

- *Фрукторианцы* – едят только сырые или сушёные фрукты, орехи, семена.
 - *Веганы* – едят только растительную пищу.
 - *Оволактовегетарианцы* – едят растительную пищу, молоко, яйца.
 - *Вегетарианцы* – не едят мясо, птицу, рыбу, а иногда и другие продукты животного происхождения.
-
- Оксфордский обзор 2016 г. , в котором участвовало более 60000 человек, показывает, что нет разницы в общей смертности между вегетарианцами и мясоедами.

Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ)

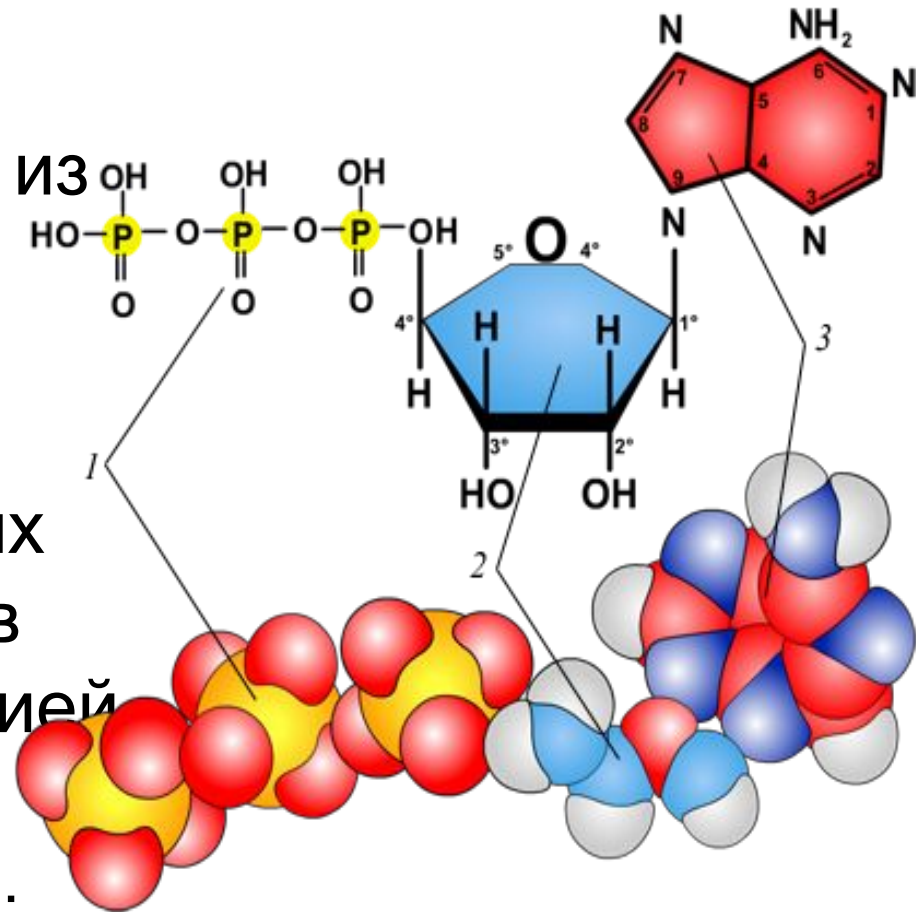
- АТФ

(аденозинтрифосфат) –

органическое соединение из группы нуклеозидтрифосфатов, играющее главную роль в целом ряде биохимических процессов, прежде всего в обеспечении клеток энергией.

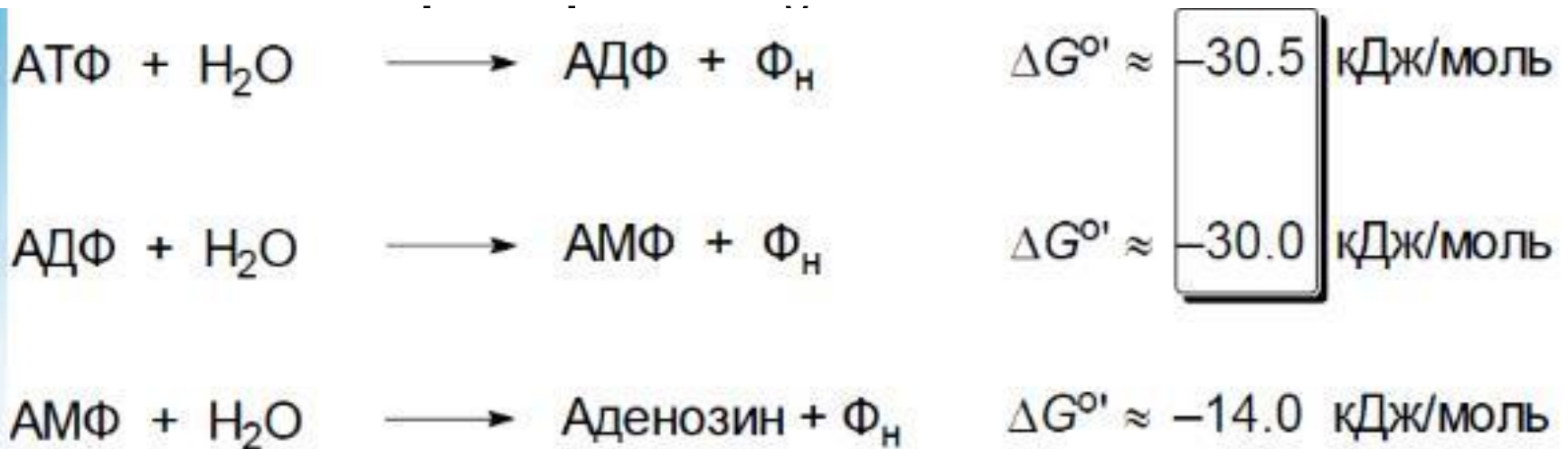
- Состав из:

- Азотистое основание (аденин);
- Рибоза (углевод);
- 3 остатка фосфорной кислоты;



Гидролиз АТФ

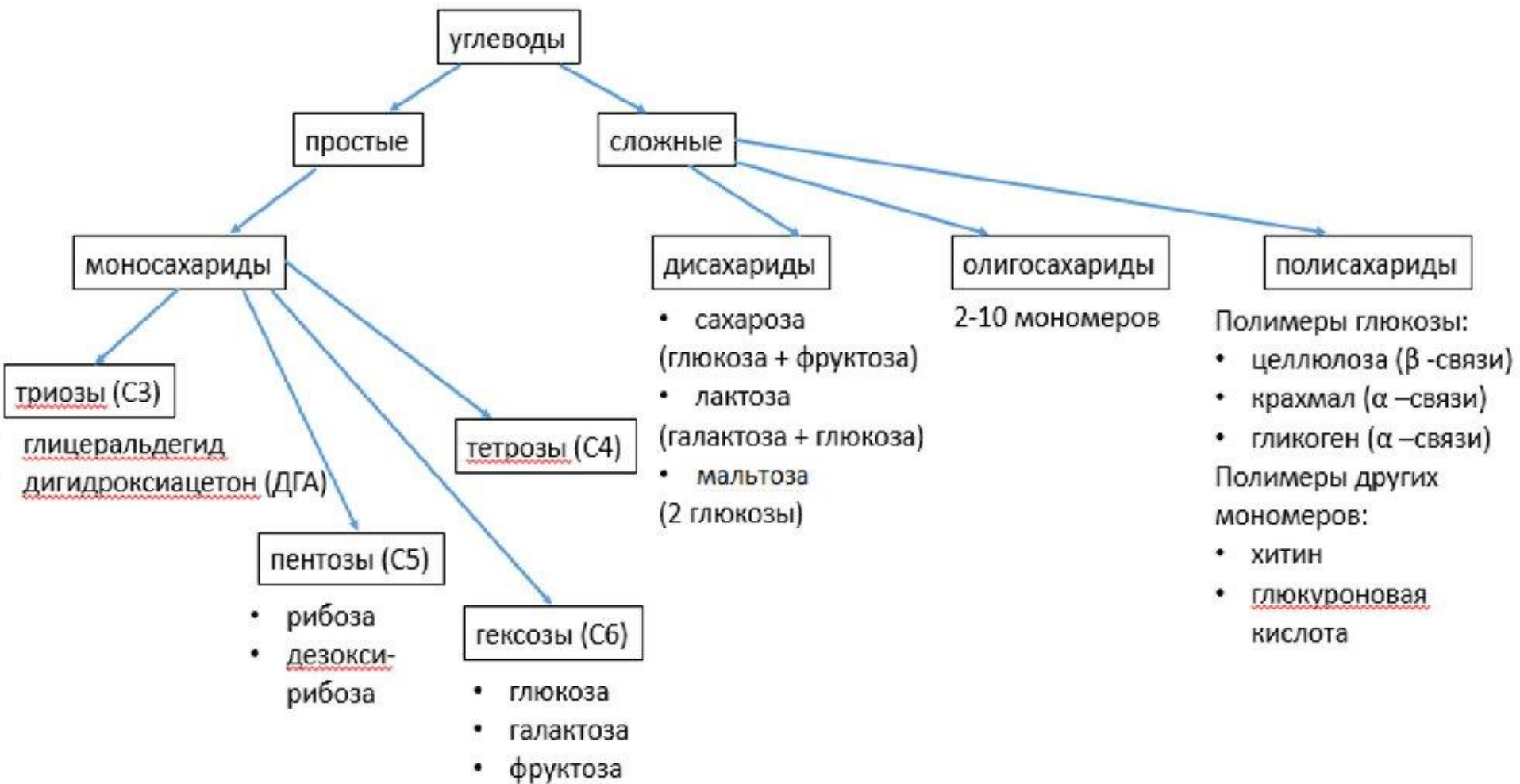
- Выделение энергии, которая используется организмом в самых разных целях, происходит в процессе гидролиза АТФ, приводящего к появлению одной или двух свободных



Функции АТФ

- Является универсальным хранителем и переносчиком энергии в клетке.
- Практически все идущие в клетке биохимические реакции, которые требуют затрат энергии, в качестве ее источника используют АТФ.
- Играет существенную роль в передаче сигнала между нервными клетками и других межклеточных взаимодействиях, в регуляции действия ферментов и гормонов. Является одним из исходных продуктов для синтеза протеинов.





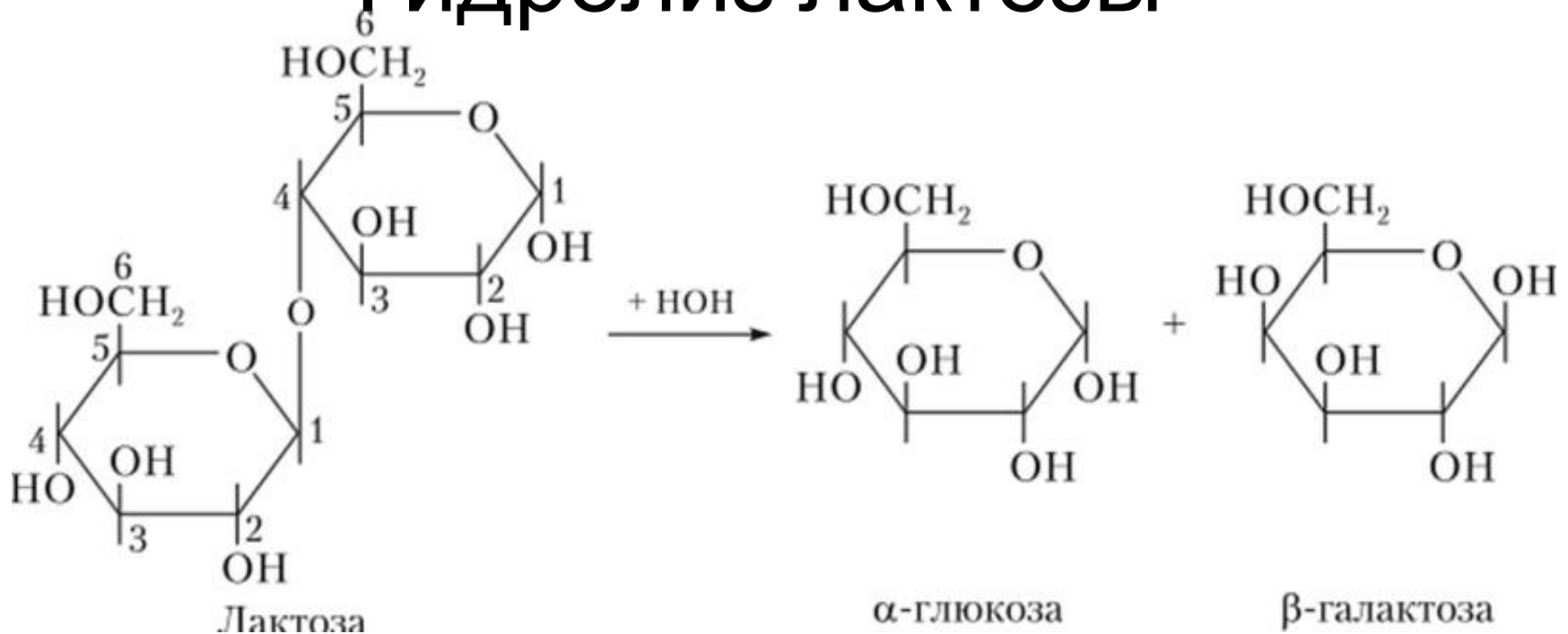
- Углеводы служат источником энергии в нашем организме, энергия нужна нам для движения, умственной работы, восстановления после физических нагрузок. Хотя в последнее время популярны низкоуглеводные диеты, наше тело предпочитает использовать в качестве энергии именно углеводы, а не жиры.

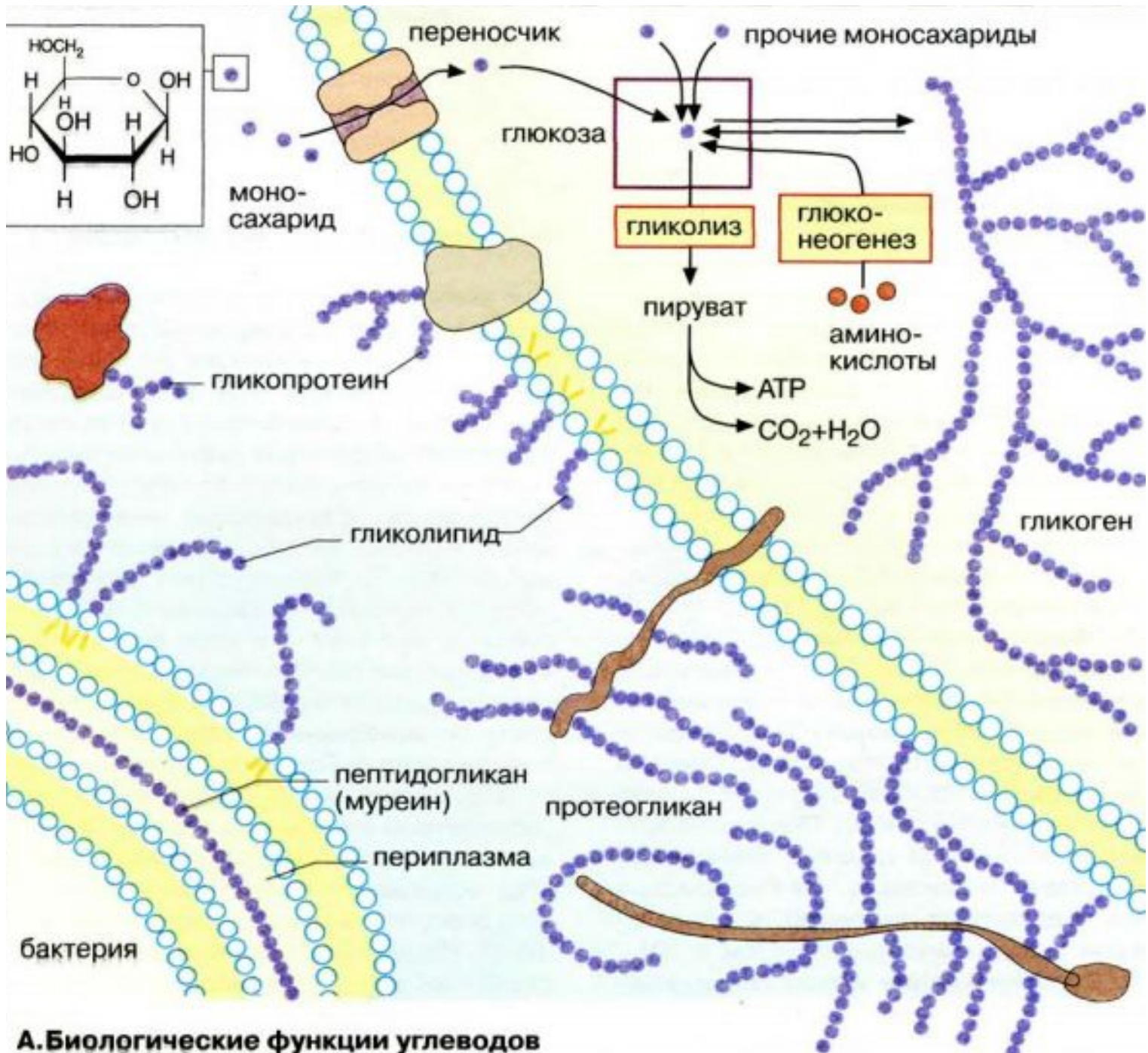
В организме человека свободная глюкоза в основном находится в крови, где ее содержание довольно постоянно и колеблется в узком диапазоне. А так же представлена в виде гликогена в печени 5-6% от общей массы органа и мышцах 2-3% от их массы.

Гидролиз сахарозы

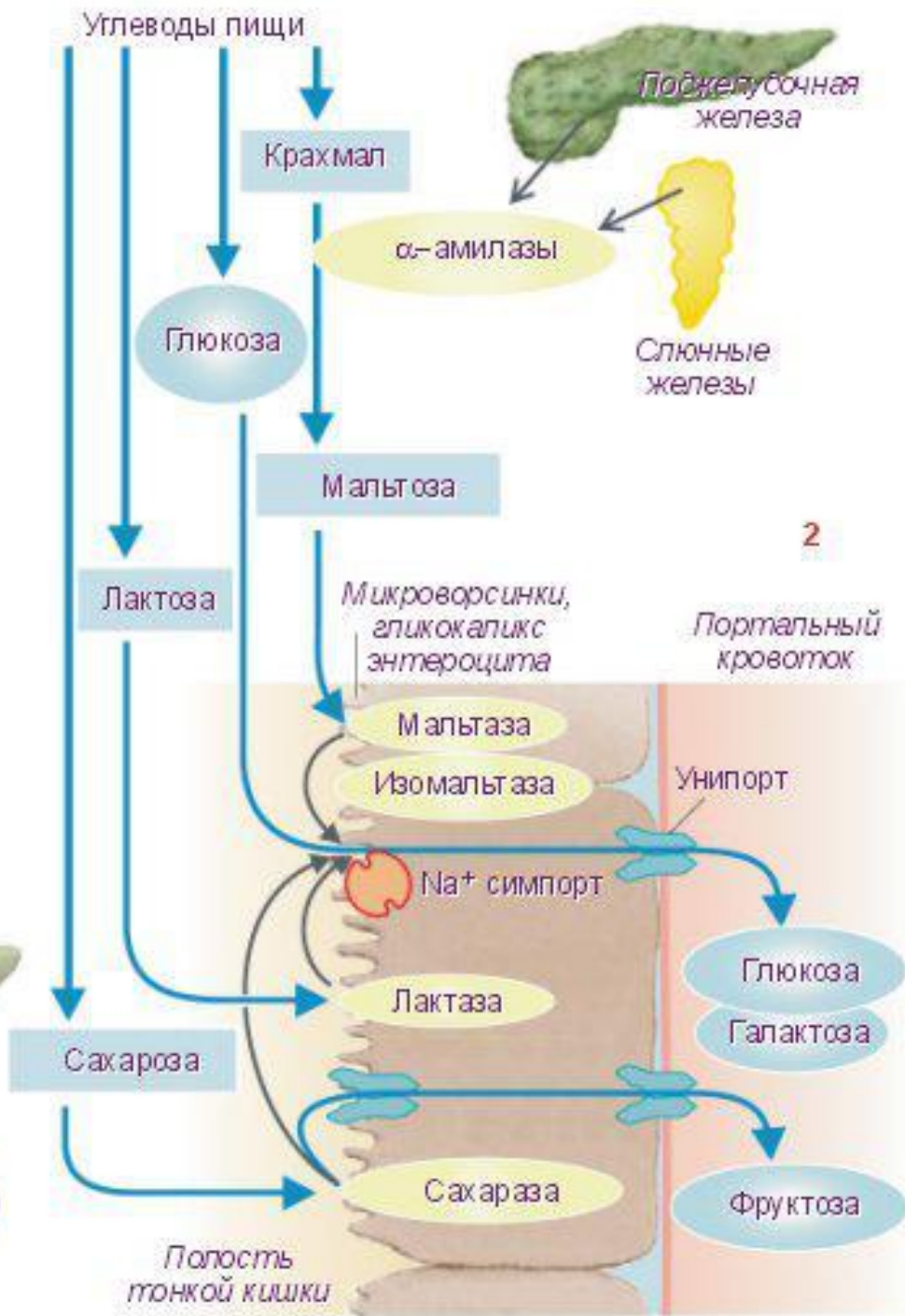
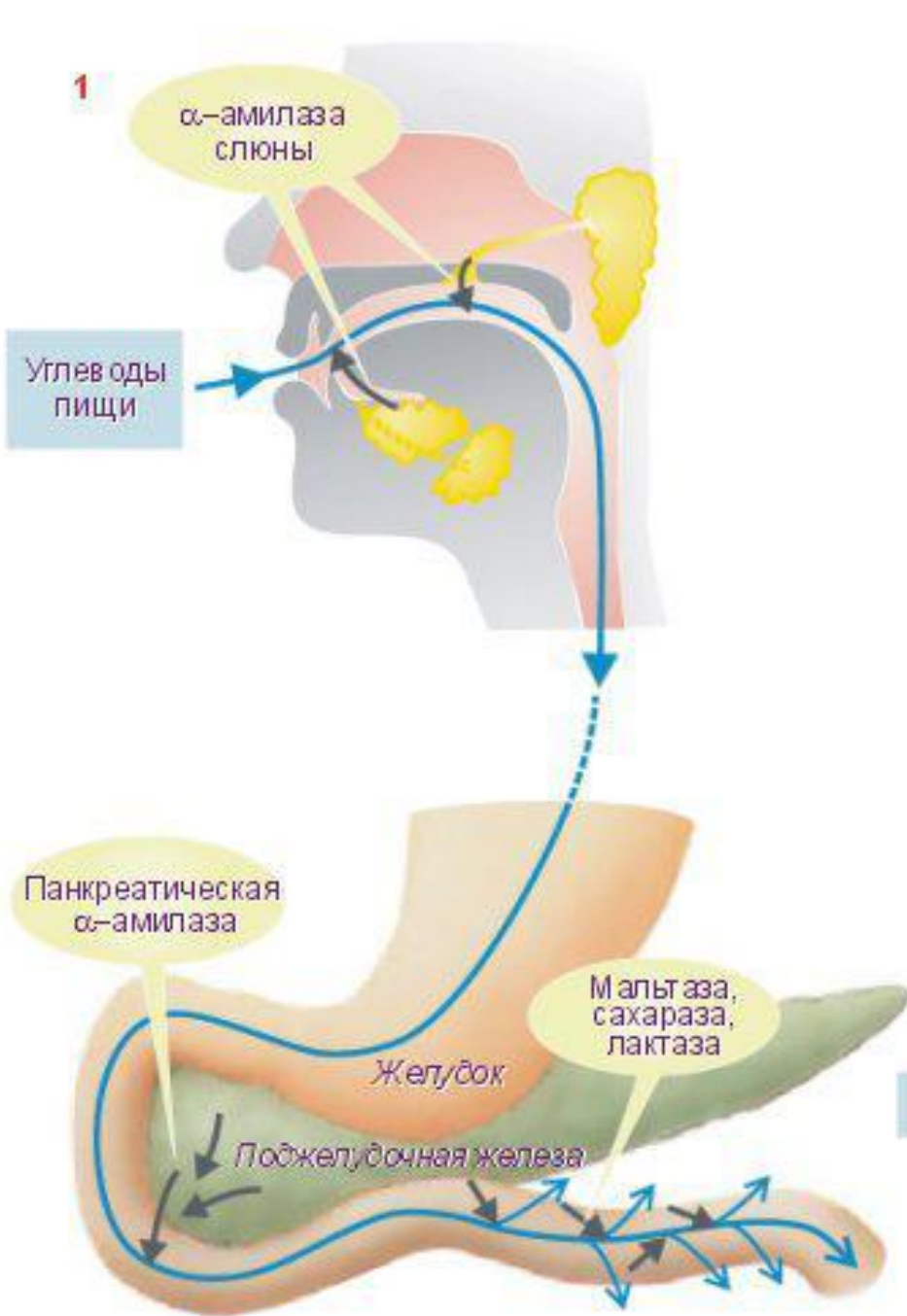


Гидролиз лактозы

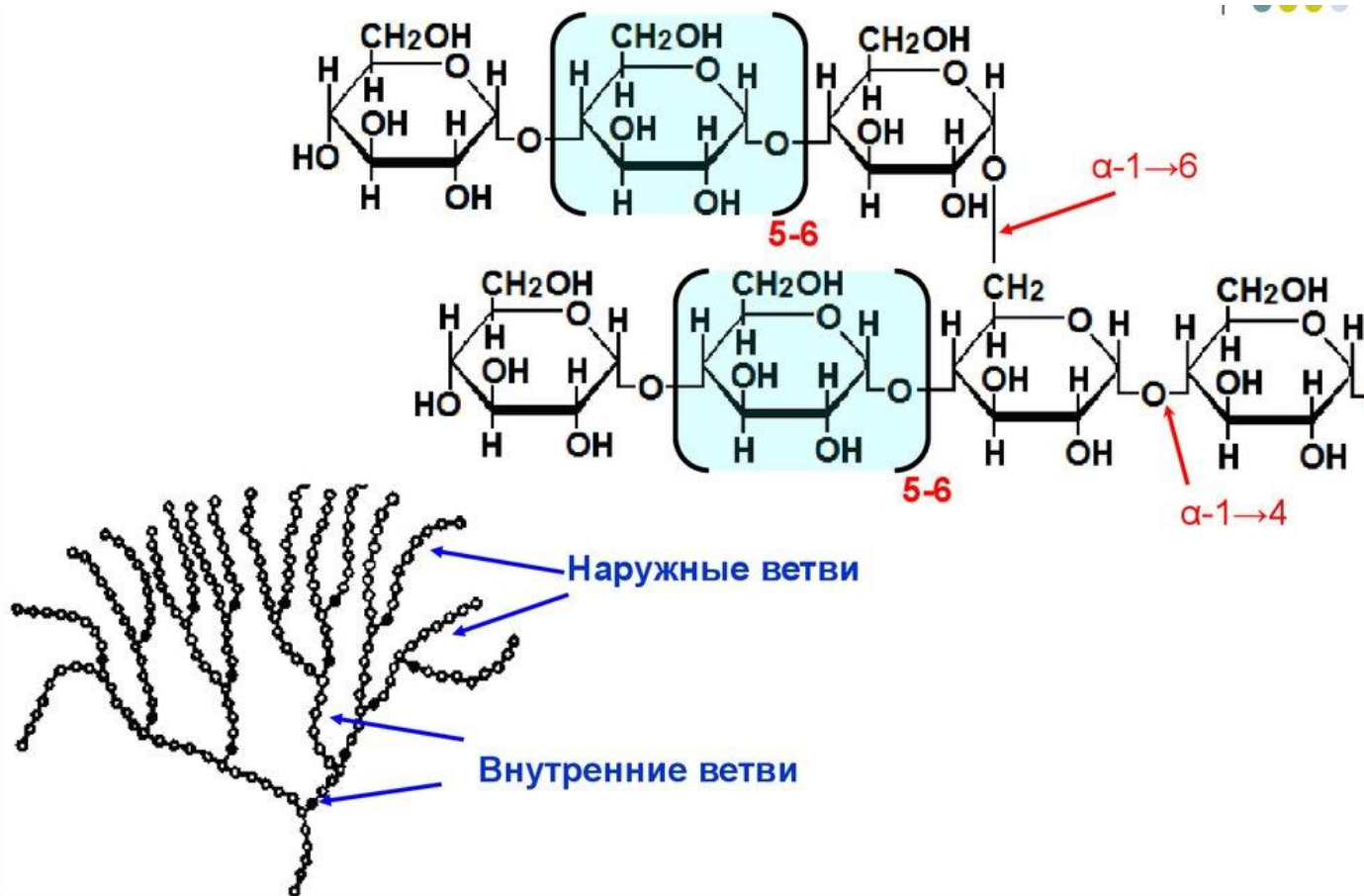




А. Биологические функции углеводов



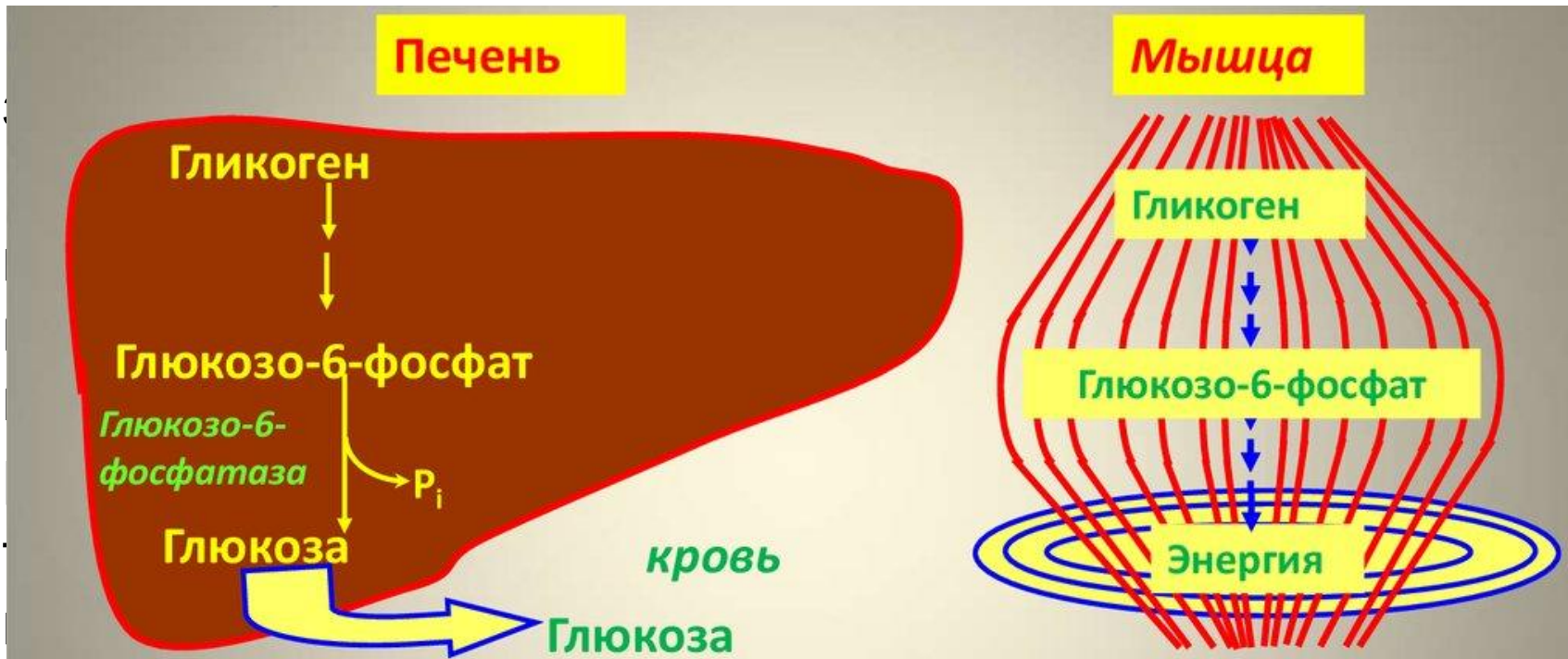
Гликоген



- полисахарид, образованный остатками глюкозы, служит основным запасным углеводом и основной формой хранения глюкозы. Откладывается в виде гранул в цитоплазме в клетках многих типов (главным образом в клетках печени и мышц).

Гликоген

Мобилизация гликогена (гликогенолиз)



обеспечения глюкозой работы самих миоцитов. Здесь отсутствует глюкозо-6-фосфатаза, поэтому гликоген мышц не может быть источником глюкозы в крови. Таким образом, мышцы, как впрочем и остальные органы, используют гликоген только для собственных

«Сколько гликогена может принять мышца за раз? И как долго она его может усваивать?» (с)

- В целом, скорость усвоения углеводов 40-50 грамм\час.
- Мышцы задерживают 50-60 граммов гликогена или 12-15 грамм углеводов на 1 кг мышечной массы.

рис 1

Условия отдыха



- В состоянии покоя, поглощение глюкозы из тонкой кишки неактивно, но при этом уровень глюкозы в крови относительно постоянен. И это несмотря на то, что в состоянии покоя, организм использует около 10 г глюкозы в час, из которых примерно 5-6 г использует мозг. Остальные 4-5 г расходуются печенью, жиром и мышцами. Мозг расходует глюкозу всегда, вне зависимости от того, чем мы заняты, отдыхаем, гуляем, или сдаем экзамены.

рис 2

В условиях работы



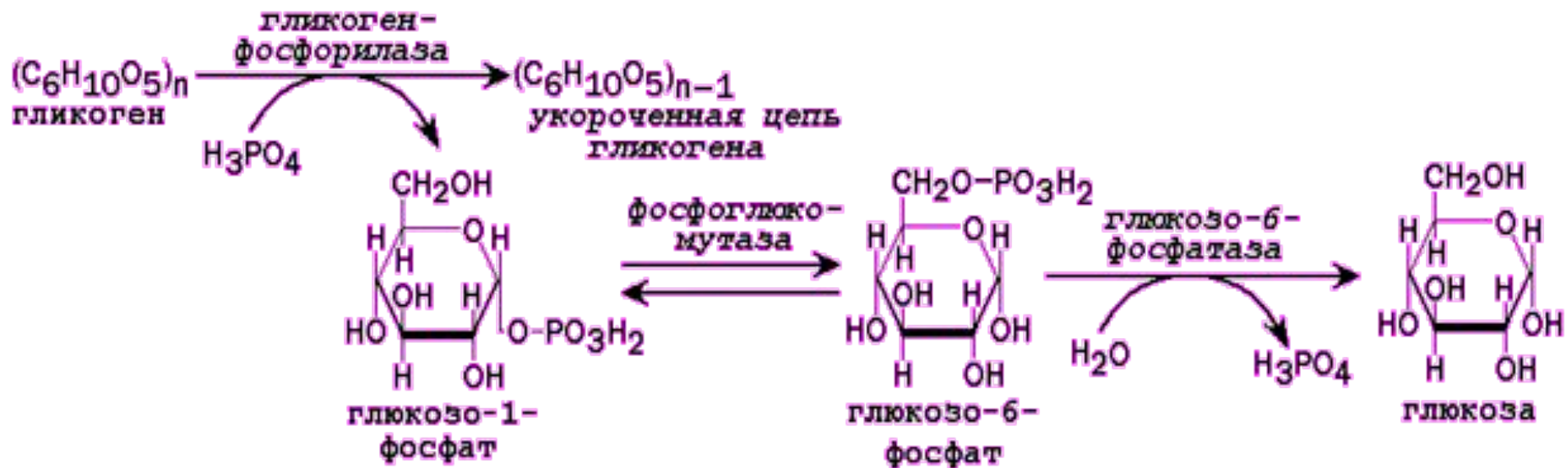
- Мышцы могут увеличивать оборот энергии в 18-20 раз под рабочими нагрузками, используя жирные кислоты и глюкозу в качестве субстратов для аэробного метаболизма и производства АТФ (для энергии). Тяжелая мышечная работа зависит от глюкозы для производства анаэробной энергии. Как видно из рисунка 2, несмотря на огромное увеличение количества глюкозы (46 г/час), взятой из крови работающими мышцами, уровень глюкозы в самой крови остается неизменным. Секреция инсулина снижается, увеличивается секреция глюкагона, что провоцирует печень расходовать гликоген, и начинать глюконеогенез. Таким образом, организм пытается создать необходимый баланс поглощения глюкозы мышцами. Отмечу, что мозг при этом расходует глюкозу все с той же скоростью, что и в состоянии покоя.
- Чрезмерная тяжелая и продолжительная физическая работа может привести к резкому падению уровня сахара в крови. Марафонцы, лыжники и другие подобные спортсмены, используя свое тело в условиях максимальной производительности, иногда могут упасть без сил, не дойдя до финиша. Все потому, что глюконеогенез в печени не способен так быстро «поставлять» глюкозу в кровь, насколько быстро мышцы могут ее расходовать.
- Поэтому, когда кончатся запасы гликогена, у любого человека будет всего два пути:
 - снизить физическую активность (скорость), для того, чтобы печень успевала поддерживать уровень сахара в крови;

После приема пищи рис 3



- Один прием пищи изменяет уровень сахара в крови. Обычный сбалансированный прием пищи содержит примерно 90г глюкозы, главным образом в виде полисахаридов, которые всасываются примерно в течение 120 минут. Глюкоза из пищи используется в качестве немедленного энергетического субстрата, и любой ее избыток будет храниться в виде гликогена. В случае избыточного питания (профицита калорий), избыток пойдет и в жировое депо.
- После приема пищи, инсулин повышается, секреция глюкагона сводится к минимуму, и печень принимает глюкозу, которая потом хранится в виде гликогена для последующего использования, и вывода в кровь. Инсулин также стимулирует поглощение глюкозы и синтез гликогена в мышцах. При этом гликоген в мышцах никак не может выйти в кровь. Гликоген в мышцах используется исключительно для энергии при мышечной активности.
- Мозг, как и прежде, поглощает свою «дозу» глюкозы.

Синтез и распад гликогена в печени



- Мобилизация (распад) гликогена или **гликогенолиз** активируется при недостатке свободной глюкозы в клетке, а значит и в крови (голодание, мышечная работа). При этом **уровень глюкозы крови** "целенаправленно" поддерживает только **печень**, в которой имеется глюкозо-6-фосфатаза, гидролизующая фосфатный

Регуляция синтеза и распада гликогена

- Метаболизм гликогена в печени, мышцах и других клетках регулируется несколькими гормонами, одни из которых активируют синтез гликогена, а другие – распад гликогена.
- При этом **в одной клетке** не могут идти одновременно синтез и распад гликогена – это противоположные процессы с совершенно с разными задачами. **Синтез и распад исключают друг друга или, по-другому, они реципрокны.**
- Активность ключевых ферментов метаболизма гликогена **гликогенфосфорилазы** и **гликогенсинтазы** изменяется в зависимости наличия в составе фермента фосфорной кислоты – они активны либо в **фосфорилированной**, либо в **дефосфорилированной** форме.

ЛИПИДЫ

Органические вещества биологической природы, нерастворимые в воде, но растворимые в неполярных растворителях (бензол, эфир, хлороформ)

ОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

При гидролизе в щелочной среде образуют спирт и соли жирных кислот

ПРОСТЫЕ ЛИПИДЫ

При гидролизе образуют спирты и жирные кислоты

ВОСКА

ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИНЫ
(нейтральные жиры)

СЛОЖНЫЕ ЛИПИДЫ

При гидролизе образуют спирты, жирные кислоты и другие вещества (углеводы, азотсодержащие вещества, фосфорную кислоту)

ФОСФОЛИПИДЫ

ГЛИКОЛИПИДЫ

Цереброзиды

Сульфолипиды

Ганглиозиды

ГЛИЦЕРОФОСФОЛИПИДЫ

Фосфатидилхолины
(лецитины)

Фосфатидилэтаноламины
(кефалины)

Фосфатидилсерины

Фосфатидилинозитолы

Плазмалогены

Кардиолипиды

СФИНГОФОСФОЛИПИДЫ

Сфингомиелины

НЕОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

Не гидролизуются в щелочной или кислой среде

Производные насыщенного углеводорода – циклопентанпергидрофенантрена.

Стероиды делят на группы в зависимости от количества углеродных атомов боковой цепи у C₁₇

СТЕРИНЫ, СТЕРИДЫ

Эфиры стерinov и жирных кислот (восемь углеродных атомов у C₁₇) – холестерин, эфиры холестерина

ЖЕЛЧНЫЕ КИСЛОТЫ

Холевая, дезоксихолевая и хенодезоксихолевая кислоты (пять углеродных атомов у C₁₇)

СТЕРОИДНЫЕ ГОРМОНЫ

Кортикостероиды и прогестероны (два углеродных атома у C₁₇).

СТЕРОИДНЫЕ ВИТАМИНЫ

Витамины D₂ и D₃, провитамины D (эргостерин, 7-дигидрохолестерин), восемь углеродных атомов у

Обмен липидов



НАСЫЩЕННЫЕ ЖИРЫ	НЕНАСЫЩЕННЫЕ ЖИРЫ		
	МОНОНЕНАСЫЩЕННЫЕ	ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫЕ	
	ОМЕГА 9	ОМЕГА 3	ОМЕГА 6
Сливочное масло и молочные жиры	Оливковое масло	Рыба и рыбий жир	Подсолнечное масло
Мясо, сало, животные жиры	Арахисовое масло	Льняное масло	Кукурузное масло
Пальмовое масло	Авокадо	Рапсовое масло	Орехи, семечки
Кокосовое масло	Маслины	Масло грецкого ореха	Хлопковое масло
Масло какао	Мясо птицы	Масло зародышей пшеницы	Соевое масло

ПНЖК

- Метаанализ 2012 года, куда вошли 20 исследований на 68680 человеках, показал, что приём ПНЖК не снижает риска инфарктов, инсультов, общей и сердечной смертности.
- Другой метаанализ, где исследовалась эффективность добавок для профилактики вторичных осложнений у людей с заболеваниями ССС, свидетельствует, что нет достаточных доказательств их действенности. Метаанализ базировался на 14 рандомизированных плацебо-контролируемых исследованиях с 20485 пациентами.
- И последний метаанализ (2012) посвящен связи между потреблением рыбы и профилактикой цереброваскулярных заболеваний, в том числе инсультов (дает умеренный положительный эффект). При этом совсем необязательно, что он связан именно с омега-3 ЖК. Для пилуль такой связи не выявили.

Функции липидов

Резервно-энергетическая функция

Триацилглицеролы подкожного жира являются основным энергетическим резервом организма при голодании. В адипоцитах жиры могут составлять 65-85% веса. Для поперечно-полосатой мускулатуры, печени и почек они являются основным источником энергии.

Структурная функция

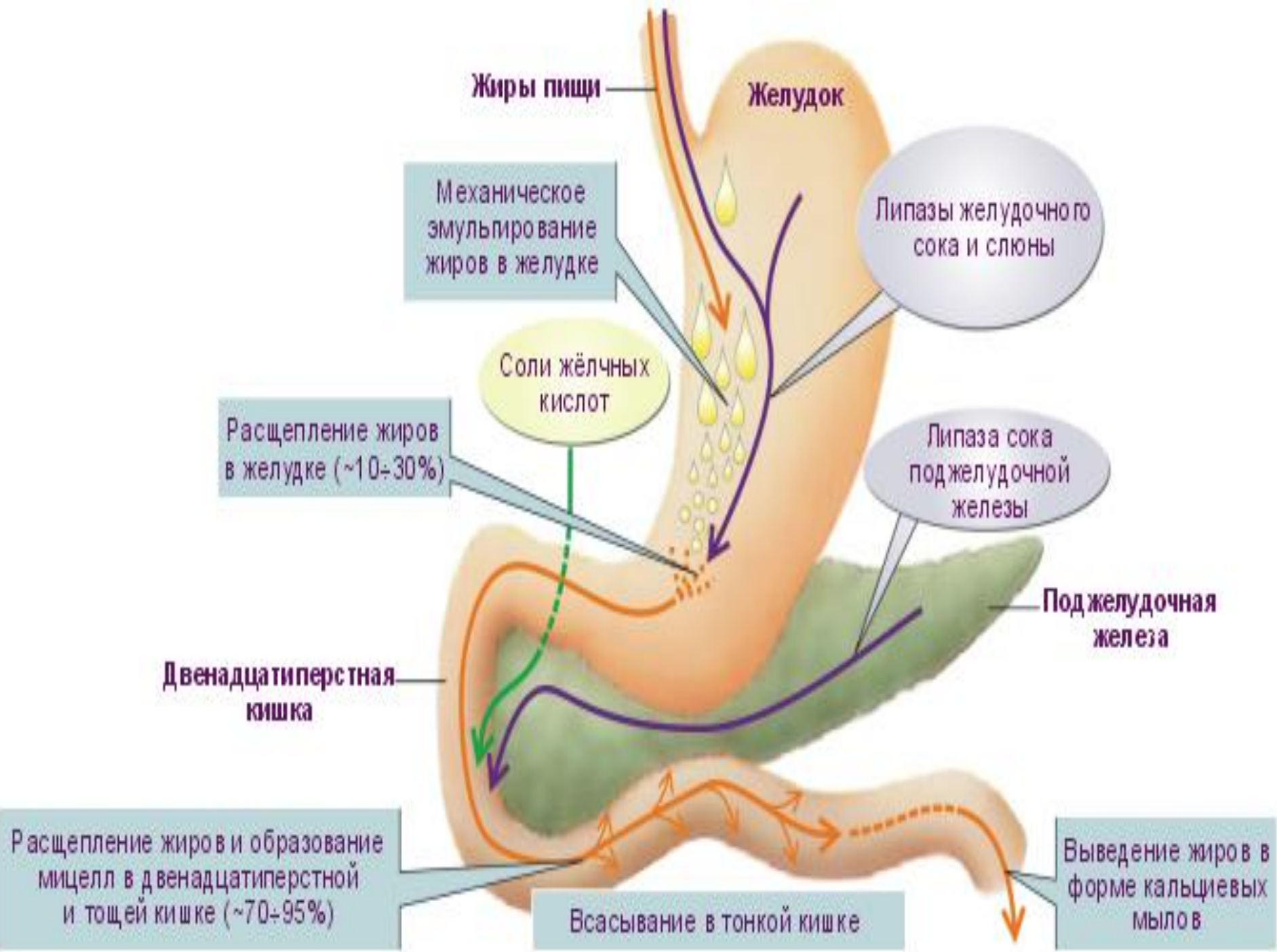
Мембраны клеток состоят из **фосфолипидов**, обязательным компонентом являются **гликолипиды** и **холестерол**.

Сигнальная функция

Гликолипиды выполняют рецепторные функции и **задачи взаимодействия с другими клетками**.

Защитная функция

Подкожный жир является хорошим термоизолирующим средством, наряду с **брыжеечным (абдоминальным) жиром** он обеспечивает механическую защиту внутренних органов

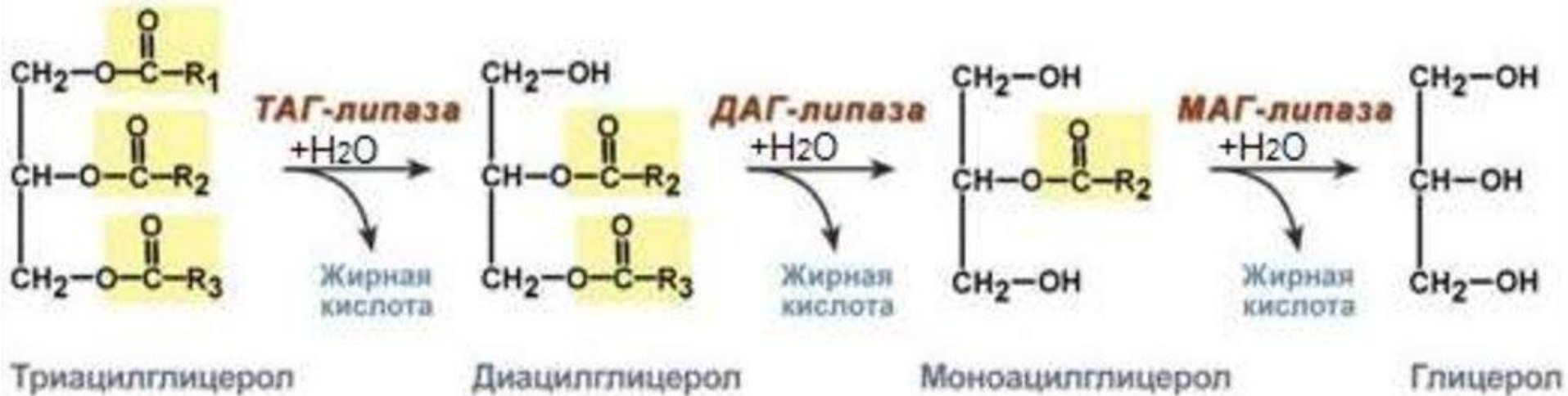


Катаболизм жиров

- Под влиянием симпатической нервной системы и адреналина жир выходит из жировых депо и поступает в кровь. Основные превращения происходят в печени, где жир распадается на глицерин и жирные кислоты.
- Дальнейшее окисление жирных кислот происходит в митохондриях в два этапа. Окисление жиров происходит при обязательном использовании молекулярного кислорода, которого требуется намного больше по сравнению с окислением углеводов, т.к. в

МОБИЛИЗАЦИЯ ЖИРОВ

Мобилизации жиров (липолиз) – это гидролиз триацилглицеролов до глицерола и жирных кислот.



Гидролиз внутриклеточного жира осуществляется под действием **гормончувствительной липазы - ТАГ-липазы.**

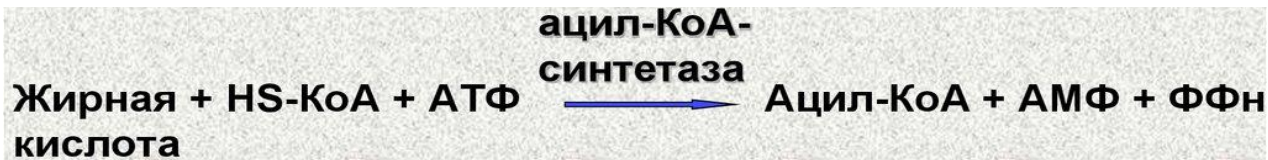
Образовавшийся диацилглицерол другие тканевые липазы (диацилглицероллипаза, моноацилглицероллипаза) гидролизуют до глицерола и жирных кислот.

Окисление жирных кислот (β -окисление)

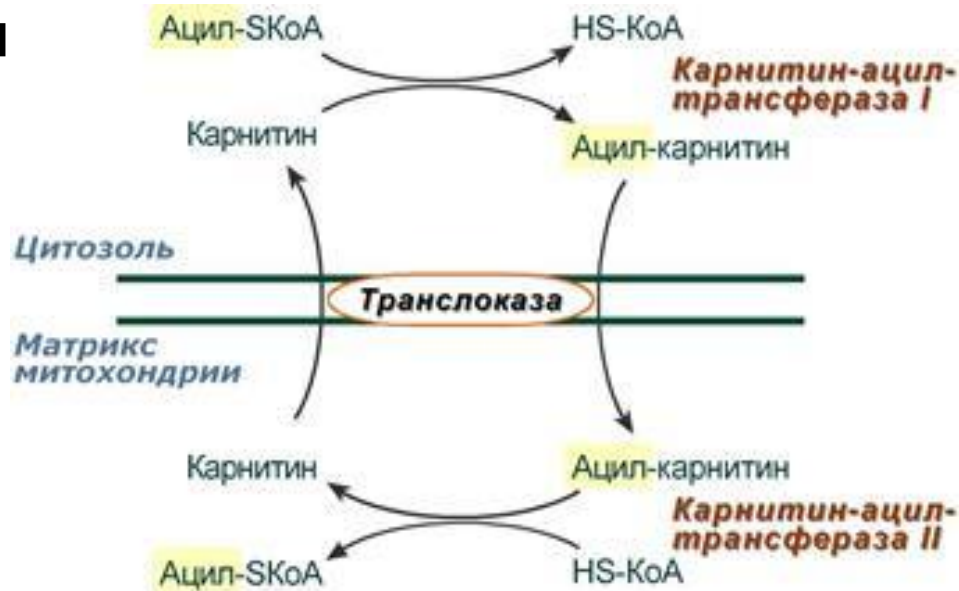
- Это окисление 3-го углеродного атома жирной кислоты (β -положение) в карбоксильную группу для преобразования энергии, заключенной в жирных кислотах, в энергию связей АТФ.

Этапы β -окисления

1. Активация жирной кислоты;

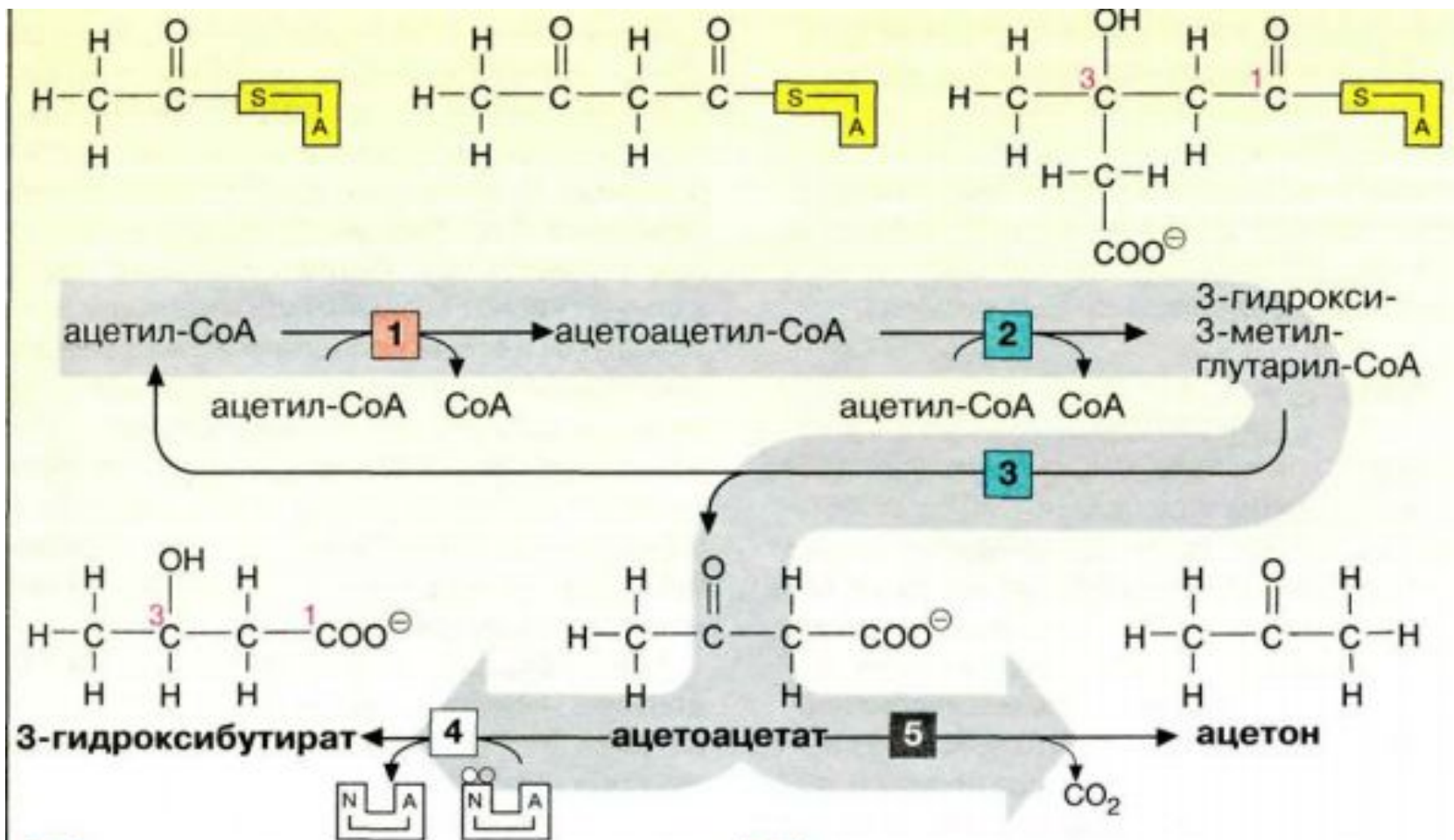


2. Карнитин-зависимый транспорт жирных кислот в митохондрии



3. После связывания с карнитином жирная кислота переносится через мембрану **транслоказой**. Здесь на внутренней стороне мембраны фермент карнитин-ацилтрансфераза II вновь образует ацил-SКоА который

Кетогенез



1 ацетил-CoA-C-ацилтрансфераза 2.3.1.16

3 гидроксиметилглутарил-CoA-лиаза 4.1.3.4

2 гидроксиметилглутарил-CoA-синтаза 4.1.3.5

4 3-гидроксибутиратдегидрогеназа 1.1.1.30

Б. Биосинтез кетонových тел

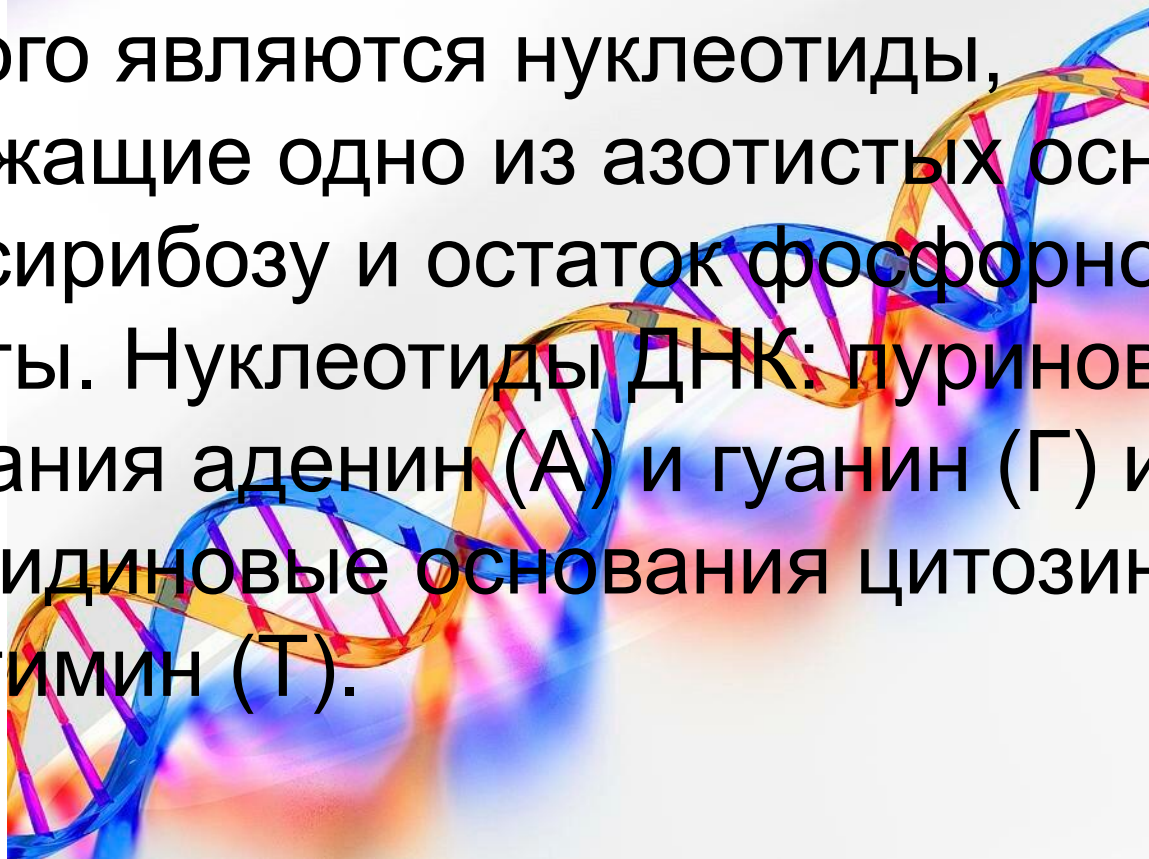
5 неферментативная реакция

Нуклеиновые кислоты

- **Нуклеиновые кислоты** - природные высокомолекулярные органические соединения, обеспечивающие хранение и передачу наследственной (генетической) информации в живых организмах.
- **ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота)** – нуклеиновая кислота, содержащая углеводный компонент дезоксирибозу.
- **РНК (рибонуклеиновая кислота)** - нуклеиновая кислота, содержащая углеводный компонент рибозу.

ДНК, её состав

- ДНК представляет собой двухцепочечный биологический полимер, мономерами которого являются нуклеотиды, содержащие одно из азотистых оснований, дезоксирибозу и остаток фосфорной кислоты. Нуклеотиды ДНК: пуриновые основания аденин (А) и гуанин (Г) и пиримидиновые основания цитозин (Ц) и тимин (Т).



ДНК, её состав

- Структурная организация

Полинуклеотидные цепи молекулы ДНК антипараллельны и соединены друг с другом водородными связями по принципу комплиментарности в двойную спираль.

- Локализация в клетке

ДНК находится в ядре клетки в виде комплекса с ядерными белками (гистонами).

- Биологическая роль

Функция у ДНК одна - хранение генетической информации.

РНК, её состав

- Рибонуклеиновые кислоты представлены одной полинуклеотидной цепью, которая состоит из четырех разновидностей нуклеотидов, содержащих сахар, рибозу, фосфат и одно из четырех азотистых оснований — аденин, гуанин, урацил или цитозин. РНК синтезируется на молекулах ДНК при помощи ферментов РНК-полимераз с соблюдением принципа комплементарности и антипараллельности, причем аденину ДНК в РНК комплементарен урацил.
- Все многообразие РНК, действующих в клетке,

Типы РНК

- **Матричная (информационная) РНК** — РНК, которая служит посредником при передаче информации, закодированной в ДНК к рибосомам, молекулярным машинам, синтезирующим белки живого организма. Информация о последовательности аминокислот белка содержится в мРНК.
- **Транспортные (тРНК)** - переносят специфические аминокислоты в место синтеза пептидной связи в рибосоме.
- **Рибосомальные РНК (рРНК)** — каталитическая составляющая рибосом. Рибосома присоединяется к

Синтез ДНК и РНК

- Транскрипция (переписывание) – это синтез РНК на матрице ДНК (перенос генетической информации с ДНК на РНК);
- Трансляция (передача генетической информации) – механизм, с помощью которого последовательность РНК переводится в последовательность аминокислот белка.



Биосинтез белка

- Первый этап – **транскрипция**. Для синтеза белка особое значение имеет синтез матричных или информационных РНК, так как здесь записана информация о будущем белке. Т. протекает в ядре клеток. Затем с помощью специальных ферментов, образовавшаяся матричная РНК перемещается в цитоплазму.
- Второй этап – **рекогниция**. Аминокислоты избирательно связываются с своими переносчиками *транспортными РНК* (с помощью фермента *амино-ацил – т-РНК синтетазы*).
- Третий этап – **трансляция**. Он происходит на **рибосомах**. Каждая рибосома состоит из двух частей – большой и малой субъединиц. Они состоят из рибосомных РНК и белков.

Особенности биосинтеза белков

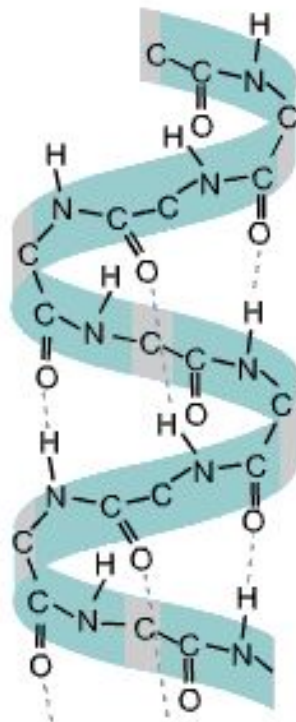
- 1. Первичная структура белков формируется строго на основе данных записанных в молекулах ДНК и информационных РНК,
- 2. Высшие структуры белка (вторичная, третичная, четвертичная) возникают самопроизвольно на основе первичной структуры.
- 3. В некоторых случаях полипептидная цепь после завершения синтеза подвергается незначительной химической модификации, в результате чего в ней появляются неcodируемые аминокислоты, не относящиеся к 20 обычным. Примером такого превращения является белок коллаген, где аминокислоты лизин и пролин превращаются в оксипролин и оксилизин.
- 4. Синтез белков в организме ускоряется соматотропным гормоном и гормоном тестостероном.
- 5. Синтез белков очень энергоемкий процесс, требующий огромного количества АТФ.
- 6. Многие антибиотики подавляют трансляцию.

Структуры белка

Первичная структура
(цепочка аминокислот)



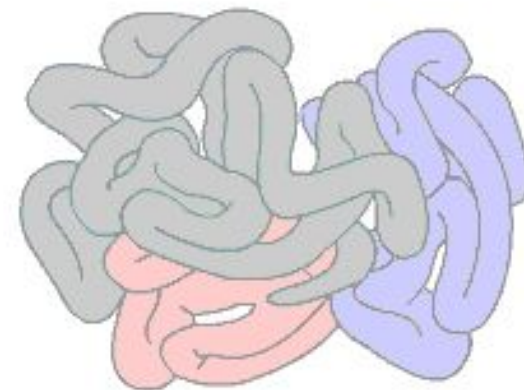
Вторичная структура
(α -спираль)



Третичная структура



Четвертичная структура
(клубок белков)



Витамины

- Витамины – низкомолекулярные органические соединения различного строения.

Необходимые для поддержания жизненных функций организма. Витамины делят на водорастворимые и жирорастворимые, кроме того, в настоящее время выделяют энзимовитамин (В1, В2, РР, В6, В12, Н, пантотеновая и фолиевая кислота), гормоновитамин (А, Д, К), а также витамин-антиоксидант или редокс-витамин (А, С, Е, липоевая кислота,

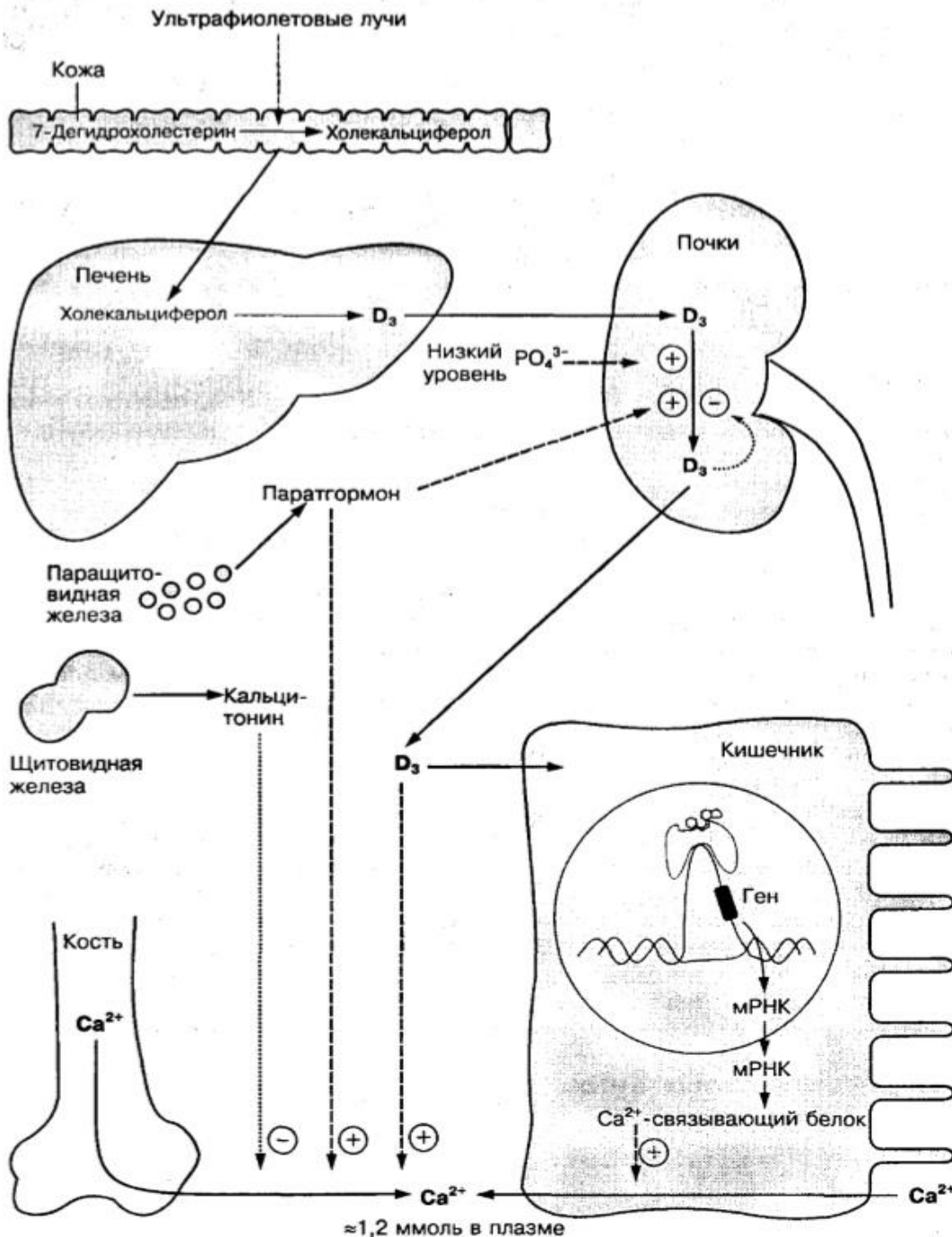
Жирорастворимые витамины

Витамины	Норма содержания в крови	Функция в организме	Нехватка	Избыток	Источники	Физические эффекты
Витамин А Ретинол	300/500 мкг/л сыворотки	Поддержание трофического состояния тканей, регуляция роста организма, функции сетчатки	Куриная слепота, ксерофтальмия, шершавая кожа, сухая слизистая	Отсутствие аппетита, головная боль, изменение структуры костей и кожи	Из каротина или каротеноида, присутствующего в овощах, фруктах с желтой мякотью, молока, печени, яичного желтка	Разрушается при хранении продуктов в теплом или проветриваемом месте
Витамин D Кальциферол	1-5 нг/мл сыворотки	Способствует усвоению кальция. Участвует в жировом и углеводном обмене, воздействует на гормоны паращитовидной железы, на простагландины	Недостаток кальция в костях и зубах, рахит у детей, остеомаляция у взрослых	Осложнения на почки, тошнота, диарея, снижение веса	Из печени и внутренностей животных, питающихся рыбой или из печени трески, кисломолочных продуктов	Не страдают от воздействия тепла
Витамин E А-Токоферол	5-6 мг/л сыворотки	Поддержание функциональной целостности мышц и репродуктивных органов	Мышечная дистрофия, некроз печени, выкидыш, анемия	Не выявлены	Молоко, яйца, мясо, рыба, зерновые и овощи, миндаль и арахис	Разрушается при хранении и от воздействия ультрафиолетовых лучей
Витамин K K1 Филохинон	0,10-0,66 нг/мл сыворотки	Способствует коагуляции крови, т.к. стимулирует синтез протромбина, регулирует окислительно-восстановительные процессы	Ослабление стенок сосудов, внутренние и внешние кровоизлияния, нарушения обмена веществ	При сверхдозах желтуха	Овощи и зеленые листья, зерновые, фрукты и мясо, свиная печень, растительные масла	Разрушается при хранении и от воздействия ультрафиолетовых лучей

Витамин

Д

Кальциферолы (более 10 аналогов) являются ненасыщенными циклическими спиртами, близкими к стеринам. Витамин D₃ синтезируется в организме человека в подкожной клетчатке из провитамина 7-дегидрохолестерина под действием ультрафиолетовых лучей. В печени он переходит в активную форму, поступает в почки и кишечник, где регулирует процессы выхода кальция в плазму крови. Постоянное поступление витамина D в организм особенно важно для спортсменов-тяжелотлетов, у которых скелет подвергается огромному напряжению.



Витамин	Витамеры	Активные формы витаминов	Функции витаминов
<i>Водорастворимые витамины</i>			
Витамин С	Аскорбиновая кислота, дегидроаскорбиновая кислота	Не известны	Участвует в гидроксилировании пролина в оксипролин в процессе созревания коллагена
Тиамин (витамин В ₁)	Тиамин	Тиаминдифосфат (ТДФ, тиаминпирофосфат, кокарбоксилаза)	В форме ТДФ является коферментом ферментов углеводно–энергетического обмена
Рибофлавин (витамин В ₂)	Рибофлавин	Флавиномононуклеотид (ФМН), флавинадениндинуклеотид (ФАД)	В форме ФМН и ФАД образует простетические группы флавиновых оксидоредуктаз – ферментов энергетического, липидного, аминокислотного обмена
Пантотеновая кислота (устаревшее название – витамин В ₅)	Пантотеновая кислота	Кофермент А (коэнзим А; КоА)	В форме КоА участвует в процессах биосинтеза, окисления и других превращениях жирных кислот и стероидов (холестерина, стероидных гормонов), в процессах ацилирования, синтезе ацетилхолина
Витамин В ₆	Пиридоксаль, пиридоксин, пиридоксамин	Пиридоксальфосфат (ПАЛФ)	В форме ПАЛФ является коферментом большого числа ферментов азотистого обмена (трансаминаз, декарбоксилаз аминокислот) и ферментов, участвующих в обмене серосодержащих аминокислот, триптофана, синтезе гема
Витамин В ₁₂ (кобаламины)	Цианокобаламин, оксикобаламин	Метилкобаламин (СН ₃ В ₁₂), дезоксиаденилкобаламин (ДАВ ₁₂)	В форме СН ₃ В ₁₂ участвует в синтезе метионина из гомоцистеина; в форме ДАВ ₁₂ участвует в расщеплении жирных кислот и аминокислот с разветвленной цепью или нечетным числом атомов углерода
Ниацин (витамин РР)	Никотиновая кислота, никотинамид	Никотинамидадениндинуклеотид (НАД); никотинамидадениндинуклеотид–фосфат (НАДФ)	В форме НАД и НАДФ является первичным акцептором и донором электронов и протонов в окислительно–восстановительных реакциях, катализируемых различными дегидрогеназами
Фолат (устаревшее название – витамин В ₉)	Фолиевая кислота, полиглутаматы фолиевой кислоты	Тетрагидрофолиевая кислота (ТГФК)	В форме ТГФК осуществляет перенос одноуглеродных фрагментов при биосинтезе пуриновых оснований, тимидина, метионина
Биотин (устаревшее название – витамин Н)	Биотин	Остаток биотина, связанный с ε–аминогруппой остатка лизина в молекуле апофермента	Входит в состав карбоксилаз, осуществляющих начальный этап биосинтеза жирных кислот

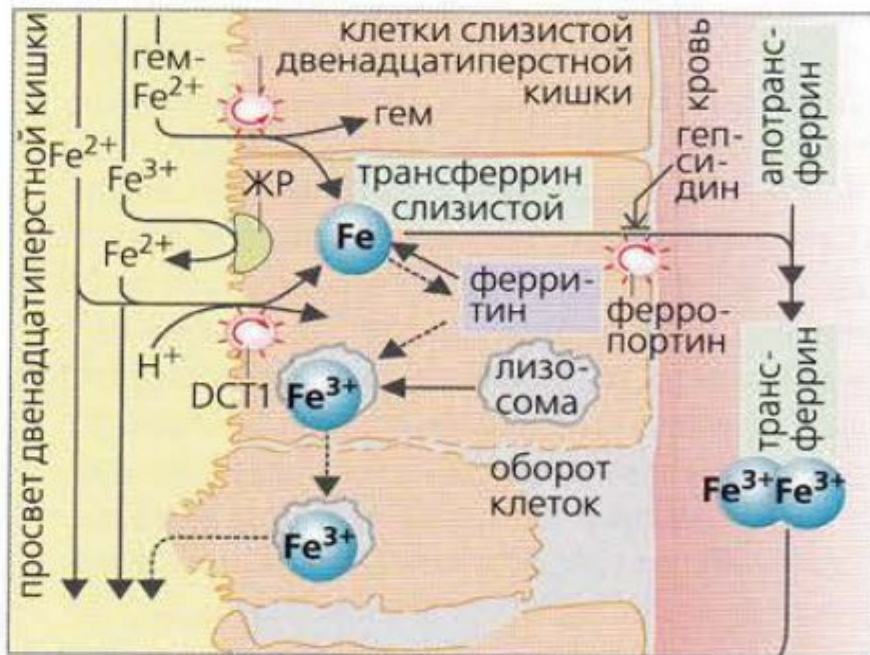
А. Поступление и метаболизм железа

1. Потребление железа

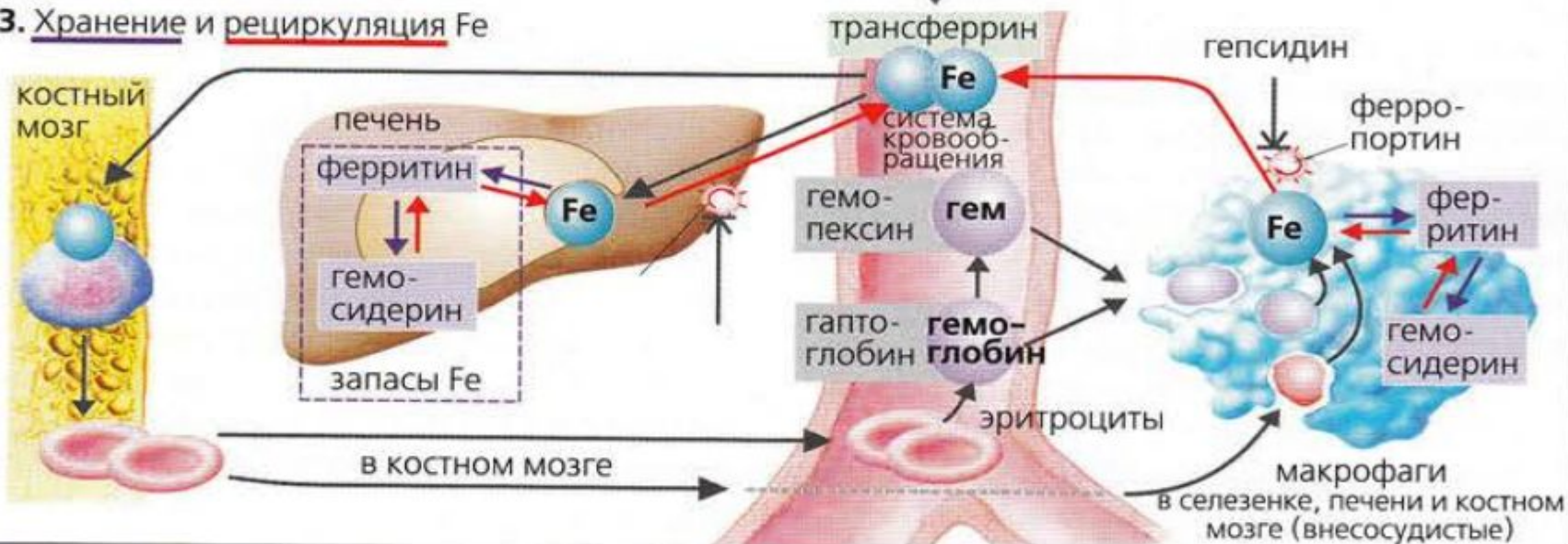
в норме
♀ 10–20 мг/сут
♂ 5–10 мг/сут



2. Всасывание Fe



3. Хранение и рециркуляция Fe



Мифы

- Метаанализ на базе 29 плацебо-контролируемых исследований, в которых приняло участие 11306 человек свидетельствует что аскорбиновая кислота не уменьшает заболеваемость ОРВИ в популяции. Единственный скромный эффект от постоянного приема витамина С – вы проболаете немного меньше. В одном исследовании людям давали витамин С, но между делом сообщали. Что ни получают плацебо. Оказалось, что меньше простужались люди из второй группы, которые на самом деле получали плацебо, но думали, что принимают витамин С.

И витамин С не предотвращает рак и сердечно-сосудистые заболевания.

**На всасывание и усвоение
питательных веществ влияет
огромное количество факторов: от
генетических особенностей до
состояния ЖКТ!***

В когортном исследовании более 35 тысяч британских женщин учёные четко связали уровень запасов железа с генотипом.

ХИМИЯ ИМБИРЯ

VK.COM/CHEMZONE

ВКУС, ЗАПАХ И ОСТРОТА

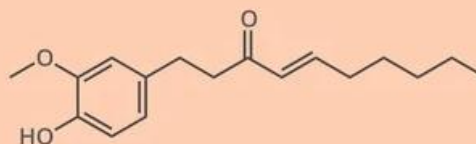


Вкус имбиря зависит от нескольких соединений. Острота свежего имбиря обусловлена гингеролом, вкус же даёт ещё и цингиберен.

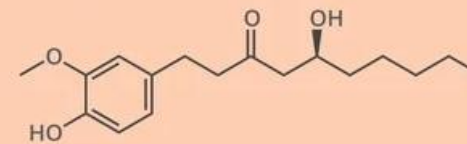
Приготовление имбиря разлагает гингеролы до зингерона, который менее острый и вносит весомый вклад во вкус имбиря. Ещё во время готовки образуется другой класс соединений – шогаолы, которые тоже оказывают влияние на остроту и вкус.



ВОЗМОЖНАЯ ПОЛЬЗА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ



ШОГАОЛ
Образуется при приготовлении/сушке



ГИНГЕРОЛ
Активное составляющее имбиря

Множество соединений в имбире биологически активны. Шогаол эффективен против кашля, а гингерол обладает противовоспалительными и противоаллергенными свойствами. Исследования также свидетельствуют, что [6]-гингерол подавляет формирование новых кровеносных сосудов. Это может быть полезно при лечении опухолей. Также было установлено, что имбирь эффективнее плацебо при лечении тошноты во время беременности и химиотерапии.



ХИМИЯ АВОКАДО

ЧТО ЗАСТАВЛЯЕТ АВОКАДО ТЕМНЕТЬ?



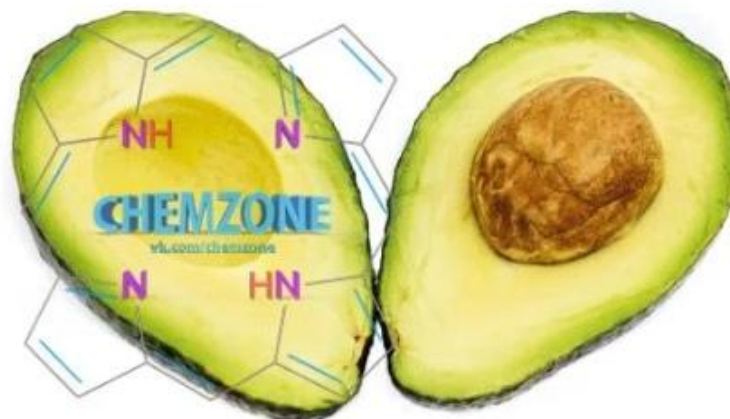
ПИРОКАТЕХИН
(класс фенолы)

1,2-БЕНЗОХИНОН

Авокадо содержит класс соединений, называемый фенолами. Эти вещества могут преобразовываться в соединения, называемые хинонами, когда подвергаются воздействию кислорода, этот процесс ускоряется ферментом полифенолоксидазой.

Некоторые из хинонов токсичны для бактерий, так что этот процесс выгоден фрукту. Тем не менее, хиноны могут реагировать между собой, формируя длинные полимерные цепи, вызывая коричневое окрашивание. Это также встречается у многих других фруктов. Авокадо становится коричневым быстрее, если имеет большое количество полифенолоксидазы.

Полимерные соединения, которые вызывают коричневое окрашивание, — пигменты меланина. Меланин — также основной пигмент, определяющий цвет кожи человека.



ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОТЕМНЕНИЯ АВОКАДО

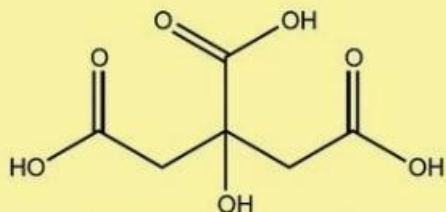


Вопреки распространенному мнению, если оставить косточку в авокадо или гуакамоле, это не остановит потемнение, потому что она не перекрывает доступ кислорода. Заворачивание в целлофан перекрывает доступ кислорода и, следовательно, задерживает потемнение. Добавление сока лимона или лайма или охлаждение авокадо может также замедлить потемнение из-за уменьшения активности фермента полифенолоксидаза.



ХИМИЯ ЛИМОНА

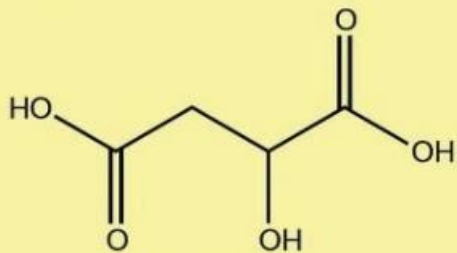
КИСЛОТЫ В ЛИМОНЕ



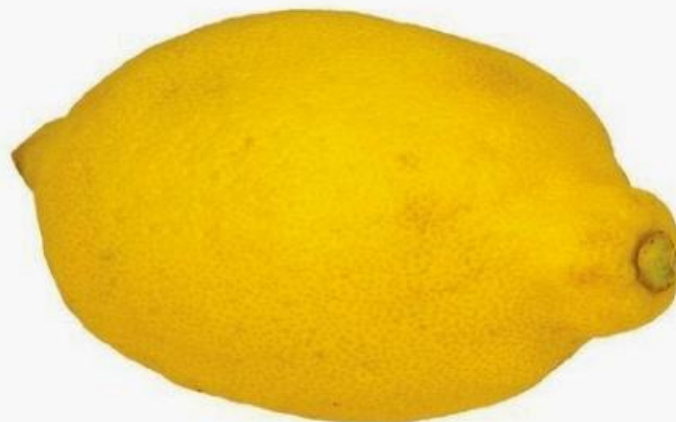
ЛИМОННАЯ КИСЛОТА

Кислый вкус лимона обусловлен присутствием в нем органических кислот. Основная кислота в лимонах - лимонная, она составляет около 5-6% от всего лимонного сока.

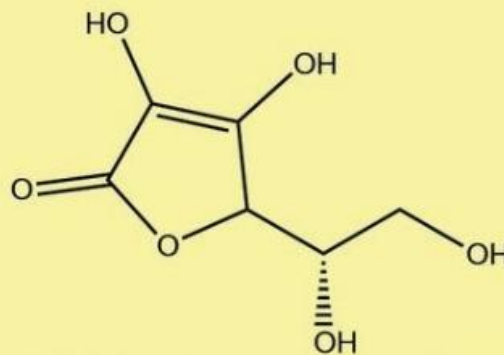
Присутствуют и другие кислоты, но в меньших количествах. Например, яблочная кислота, содержание которой в лимоне составляет 5% от концентрации лимонной кислоты.



ЯБЛОЧНАЯ КИСЛОТА



ВИТАМИН С, ЛИМОНЫ И ЦИНГА



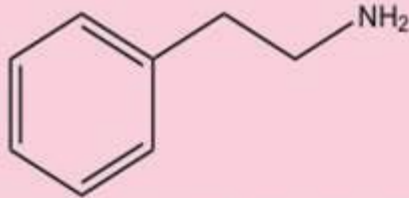
ВИТАМИН С (АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА)

Лимоны содержат большое количество витамина С, также известного как аскорбиновая кислота. Его содержание примерно 50 мг на 100 г массы лимона, что почти столько же, сколько и в апельсине, и в два раза больше, чем в лайме.

Дефицит витамина С может привести к цинге - болезни, которая является причиной выпадения зубов, желтухи и даже смерти. В 1700-х годах все английские корабли обязали включить в рацион лимонный сок, чтобы защитить моряков от цинги.

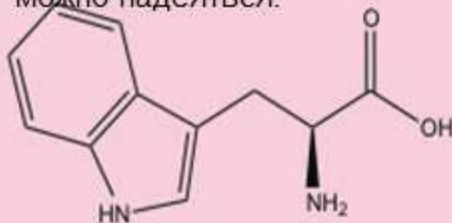
ХИМИЯ ШОКОЛАДА

АФРОДИЗИАК ЛИ ШОКОЛАД?

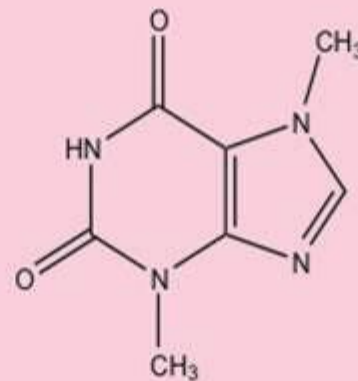


В мозге человека содержится фенилэтиламин, который также называют «вещество любви». Он является прекурсором для некоторых природных нейромедиаторов. Фенилэтиламин в немалых дозах есть и в шоколаде, в ходе процесса пищеварения он разлагается, поэтому до мозга не доходит.

В мозге также присутствует и триптофан, предшественник серотонина (гормона удовольствия). Он, будучи аминокислотой, не разлагается в ЖКТ, однако содержание этого вещества в шоколаде настолько мало, что на его эффект вряд ли можно надеяться.



МОЖНО ЛИ ДАВАТЬ ШОКОЛАДКУ СОБАКЕ?

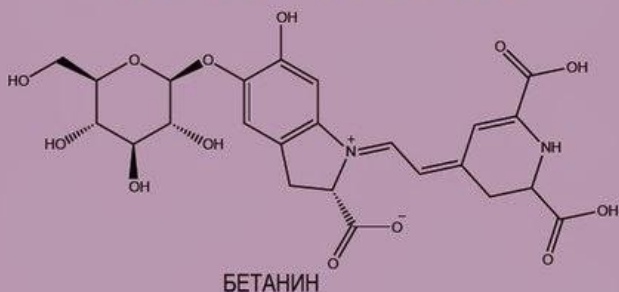


В составе шоколада имеется также и теобромин (отчасти он отвечает за горький вкус шоколада). Теобромин является стимулятором, его влияние на организм сравнимо с эффектом кофеина.

Человеку теобромин шоколада безопасен (если только не съест сразу 10 кг молочного шоколада), а вот собакам и кошкам – увьи. Небольшой кусочек шоколадки может привести к тому, что животное будет страдать рвотой и поносом, а 50 г темного шоколада могут убить котика или небольшую собаку.

ХИМИЯ СВЕКЛЫ

ПОЧЕМУ СВЕКЛА КРАСНАЯ?



За красную окраску свеклы ответственны бетацианины, и основной из них, бетанин, может быть экстрагирован из свеклы и использован в качестве пищевого красителя под названием "свекольный красный", номер E162.

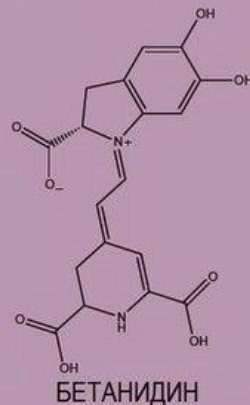
Индиксантин и вульгаксантин - другие найденные в свекле соединения, которые участвуют в формировании ее цвета.



ПОЧЕМУ СВЕКЛА МОЖЕТ ОКРАСИТЬ МОЧУ В КРАСНЫЙ ЦВЕТ?

Те же вещества, которые придают красный цвет свекле, могут также придать красный цвет и моче.

Бетанидин - соединение, вызывающее "битурию" - изменение цвета мочи на красный или розовый. Предполагается, что пигмент обычно разрушается в желудке под действием желудочного сока, что объясняет нечастое его проявление. Если же кислотность желудочного сока недостаточна низка для разрушения пигмента, он в значительном количестве наблюдается в моче. Предполагается также, что имеются генетические факторы, влияющие на проявление битурии.



Химия арбуза

ЦВЕТ И АРОМАТ

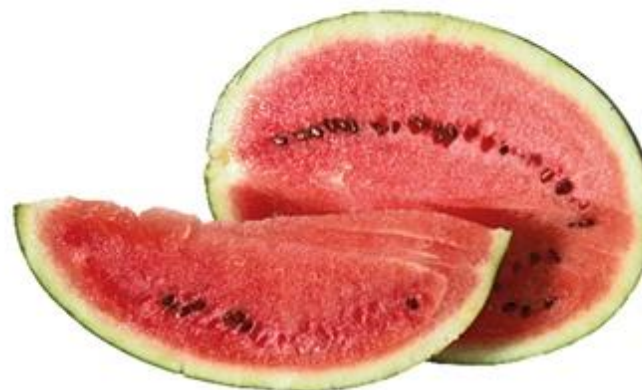
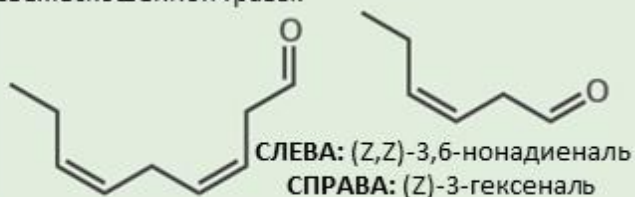


Пигмент, придающий арбузам розовый цвет, есть и в томатах

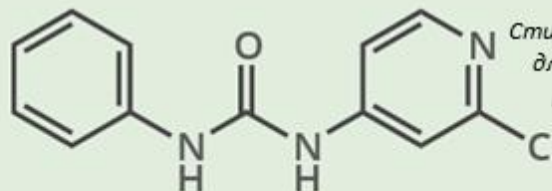
Розовая окраска мякоти арбуза обусловлена наличием пигмента ликопена. Этот же пигмент присутствует в томатах, но в арбузе его концентрация выше.

Привычный аромат арбуза дают вещества, образующиеся в результате ферментативного окисления жирных кислот в результате вскрытия (врезания) арбуза. Основную роль в букете запахов играют альдегиды с 6 и 9 атомами углерода.

Один из главных компонентов запаха – (Z,Z)-3,6-нонадиеналь, про который говорят, что он «пахнет арбузом». Другой «арбузный» альдегид – (Z)-3-гексеналь также вносит вклад в букет запахов свежескошенной травы.



РАЗРЫВАЮЩИЕСЯ АРБУЗЫ ФОРХЛОРФЕНУРОН



Стимулятор роста растений, одобренный для применения в сельском хозяйстве в ряде стран. Должен применяться в умеренных дозировках

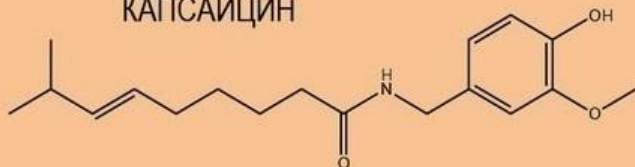
В 2011 году в Западном Китае сельское хозяйство пострадало от «эпидемии» разрывающихся арбузов. Как оказалось, причиной такого явления оказалось избыточное применение форхлорфенурана. Регулятор роста растений форхлорфенурон взаимодействует с ауксинами растений, ускоряя рост клеток и скорость их деления. Передозировка химиката при обработке бахчевых и влажная погода в итоге привели к тому, что арбузы разорвались до созревания, и урожай на площади 45 гектар был потерян.



ХИМИЯ ПЕРЦА ЧИЛИ

КАПСАИЦИНОИДЫ

КАПСАИЦИН



ДИГИДРОКАПСАИЦИН



Острота перца чили обусловлена содержащимися в нем веществами - капсаициноидами. Два вещества сверху - основные капсаициноиды в чили. Они вызывают ощущения жжения, когда контактируют со слизистыми оболочками, обусловленное взаимодействием капсаициноидов с сенсорными нейронами, ответственными за ощущение боли и тепла.

Капсаицины также используются в некоторых видах перечных спреев. Исследования показали, что капсаицин можно использовать для лечения простаты и рака легких. В больших дозах капсаициноиды токсичны.



ШКАЛА ЖГУЧЕСТИ СКОВИЛЛА



Шкала Сквилла - органолептический метод оценки степени жгучести перцев. К измеренному количеству экстракта перца добавляют сахар до тех пор, пока не перестанет чувствоваться вкус перца.

Гормоны

- **Гормоны** – биологически активные вещества, вырабатываемые железами внутренней секреции. Гормоны, или инкреты, характеризуются следующими основными свойствами:
 - ✓ Дистантный характер действия;
 - ✓ Специфичность действия гормонов;
 - ✓ Высокая биологическая активность гормонов;
 - ✓ Небольшой размер молекул гормонов;
 - ✓ Сравнительно быстрое разрушение гормонов тканями;
 - ✓ Отсутствие у большинства гормонов видовой специфичности.

По структуре:

- стероидные – гормоны, производные холестерина (гормоны половых желез и коры надпочечников);
- полипептидные и белковые (инсулин, гормон роста, гонадотропины, АКТГ);
- гормоны, производные аминокислоты тирозина (тироксин, трийодтиронин, адреналин и норадреналин).

Механизмы действия

гормонов

- **Мембранный механизм.** Гормон связывается с клеточной мембраной и в месте связывания изменяет её проницаемость для глюкозы, аминокислот и некоторых ионов. В этом случае гормон выступает как эффектор транспортных средств мембраны. Такое действие оказывает инсулин, изменяя транспорт глюкозы. Но этот тип транспорта гормонов редко встречается в изолированном виде. Инсулин, например, обладает как мембранным, так и мембраносо-внутриклеточным

Механизмы действия гормонов

- Гормоны, не проникающие в клетку, взаимодействуют с мембранными рецепторами (пептидные, белковые). Сигнал передается внутрь с помощью внутриклеточных посредников (вторичные мессенджеры). Основным конечным эффектом – изменение активности ферментов.

Механизмы действия гормонов

- Гормоны, проникающие в клетку (стероиды, тиреоидные). Их рецепторы находятся внутри клеток.

Гормоны поджелудочной железы

Инсулин	Глюкагон
<p>Основное действие инсулина заключается в снижении концентрации глюкозы в крови. Увеличивает проницаемость плазматических мембран для глюкозы, активирует ключевые ферменты гликолиза (окисления глюкозы), стимулирует образование в печени и мышцах из глюкозы гликогена, усиливает синтез жиров и белков. Кроме того, инсулин подавляет активность ферментов, расщепляющих гликоген и жиры, то есть, помимо анаболического действия, инсулин обладает также и антикатаболическим эффектом.</p>	<p>Увеличение концентрации глюкозы крови. Служит для гепатоцитов внешним сигналом о необходимости выделения в кровь глюкозы за счёт распада (катаболизма) гликогена) или синтеза глюкозы из других веществ — глюконеогенеза.</p>

Кровь

Это жидкая ткань организма. Она состоит из:

- плазмы (жидкая часть крови) – 55-60%;
- Форменных элементов (лейкоциты, тромбоциты, эритроциты) – 40-45%.

Функции крови:

- а. транспортная — доставка тканям различных веществ; за счет этого выполняются функции:
 - а) дыхательная;
 - б) питательная;
 - в) экскреторная;
 - г) регуляции постоянства температуры тела;
 - д) регуляторная — участие в гуморальной регуляции многих функций организма;
- б. защитная — участие в фагоцитозе, образовании антител.

Состав крови

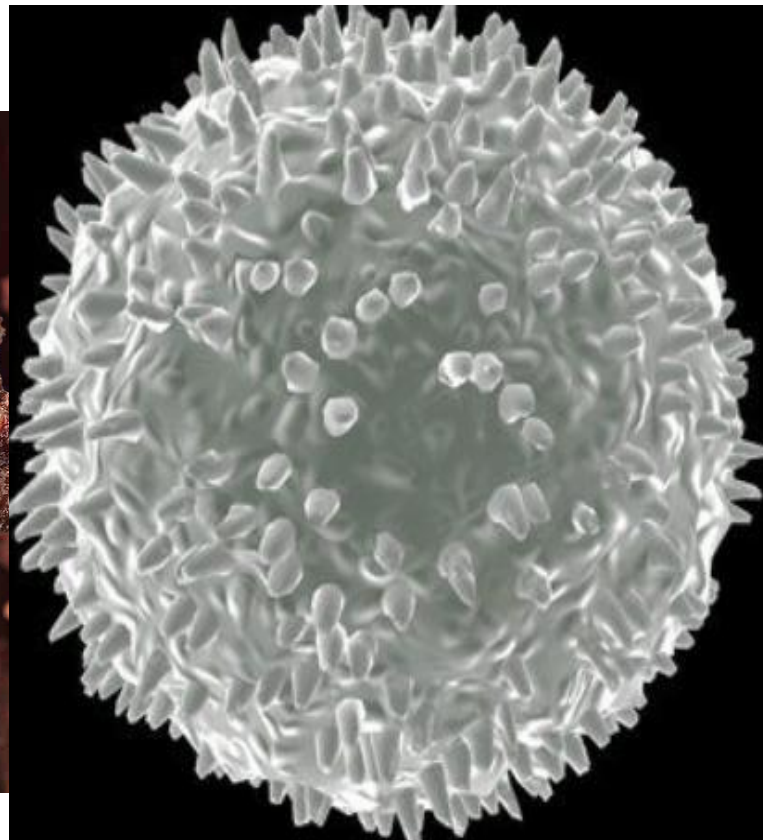
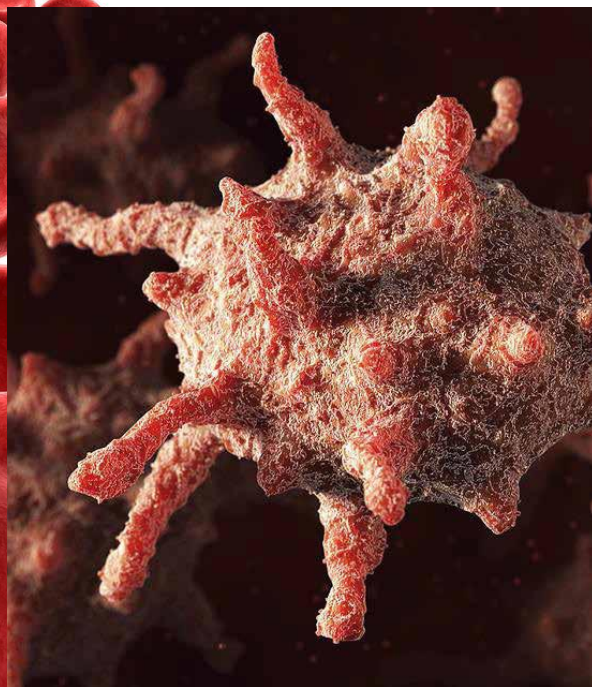
Плазма -
межклеточное
вещество крови



Состав плазмы:

- Вода - 90%
- Белки – 7%
- Жиры – 0,8 %
- Глюкоза – 0, 12%
- Минеральные соли – 0,9%
- Ферменты
- Гормоны
- Продукты жизнедеятельности

Форменные элементы крови



Основные виды лейкоцитов, их строение и функции

- **Нейтрофилы** – 48-78% от общего числа лейкоцитов. Продолжительность жизни равно 8 суток. Основная функция— фагоцитоз микроорганизмов (*микрофаги*). В очаге воспаления убитые бактерии и погибшие нейтрофилы образуют гной.
- **Эозинофилы**. Количество э. в крови составляет 0,5-5 % от общего числа лейкоцитов. Продолжительность жизни 8-14 дней. Антипаразитарная функция эозинофилов.
- **Базофилы**. Количество базофилов в крови составляет 0—1 % от общего числа лейкоцитов. Базофилы опосредуют воспаление, реакции гиперчувствительности немедленного типа (например, при астме, анафилаксии, сыпи, которая может ассоциироваться с покраснением кожи). Базофилы образуются в костном мозге. Находятся в крови около 1—2сут.
- **Моноциты**— самые крупные лейкоциты (диаметр 15 мкм), количество их составляет 2-9% от всех лейкоцитов. Продолжительность жизни 2- 4 суток. Главная функция

Основные виды лейкоцитов, их строение и функции

- **Моноциты** – самые крупные лейкоциты (диаметр 15 мкм), количество их составляет 2-9% от всех лейкоцитов. Продолжительность жизни 2- 4 суток. Главная функция моноцитов и образующихся из них макрофагов – фагоцитоз.
- **Лимфоциты** - составляют 20-45% от общего числа лейкоцитов. Играют центральную роль во всех иммунологических реакциях. Продолжительность жизни достаточна велика, от нескольких месяцев до нескольких лет.
- **В – лимфоциты** – (менее 10% лимфоцитов крови). Активизируются под действием антигена и дифференцируются в плазматические клетки, против конкретных антигенов соответствующие антитела.
- **Т – лимфоциты** – (80% и более). Главная функция Т-лимфоцитов – участие в клеточном и гуморальном иммунитете. Т-лимфоциты уничтожают аномальные

Функции Т - лимфоцитов.

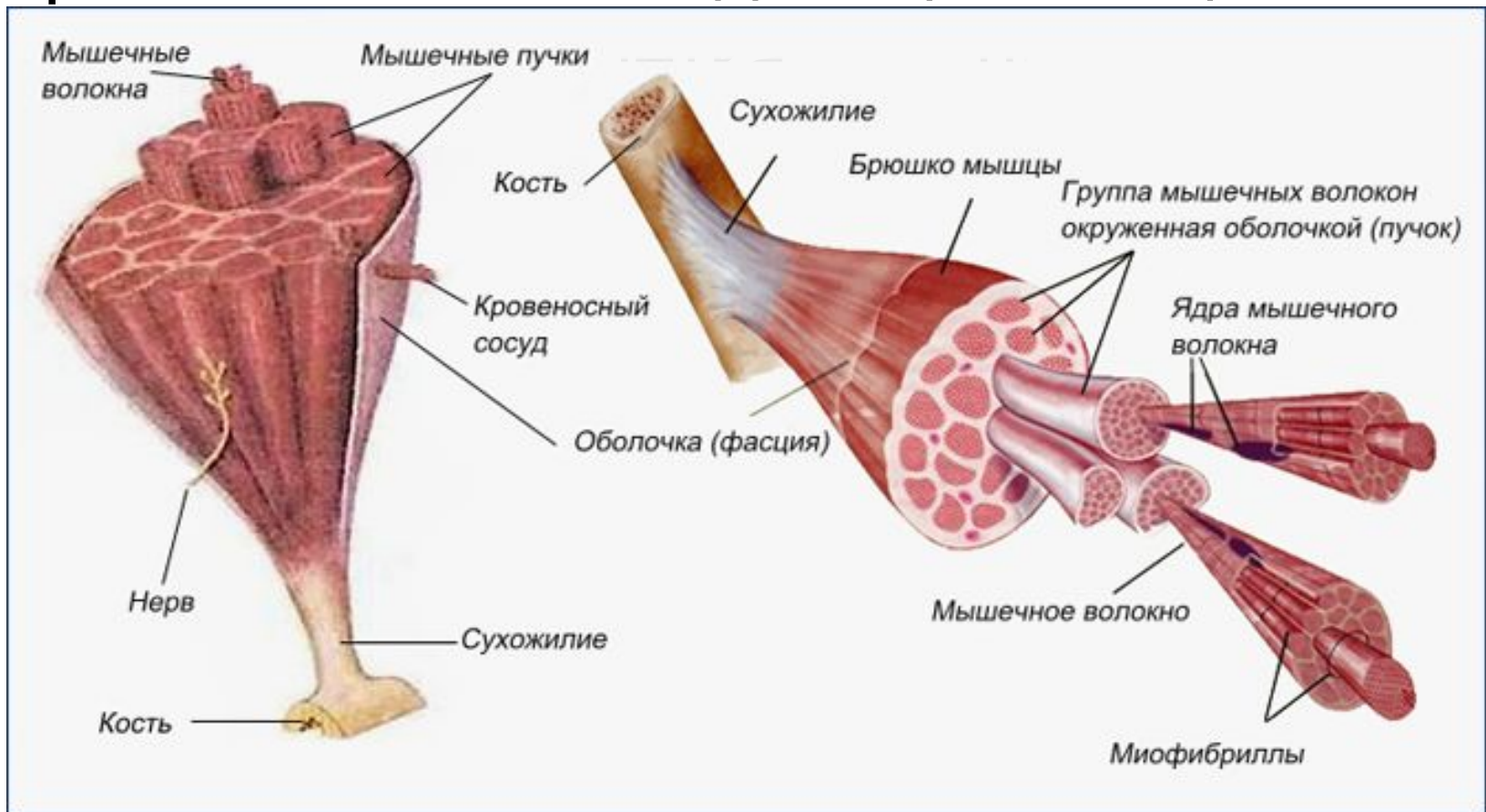
- Иммунологическая память.
- Противовирусный иммунитет благодаря выработке интерферона.
- Противотканый иммунитет благодаря лимфотоксинам (опухолевые, трансплантат).
- Регулируют фагоцитарную активность, в частности нейтрофилов.

Функции В - лимфоцитов.

- 1. Несут иммунологическую память, то есть не производят антител к тканям своего организма.
- 2. Обеспечивают специфический гуморальный иммунитет (образуются антитела - иммуноглобулины).
- 3. Осуществляют противотканый иммунитет (производят лимфотоксин), уничтожают опухолевые и трансплантированные ткани.
- 4. Регулируют фагоцитарную активность нейтрофилов.

Мышечное волокно

- Это структурная клеточная и физиологическая единица мышц;



Состав клетки

- **Сарколемма** – оболочка, покрывающая мышечное волокно. Функции: защитная, транспортная, диффузная.
- **Саркоплазма** – коллоидная белковая структура, окружающая миофибриллы, в которую вкраплены глыбки гликогена, жировые капли и некоторые другие включения. Функции: энергетическая.
- **Саркоплазматический ретикулум** - мембранная органелла мышечных клеток, схожая с эндоплазматическим ретикулумом (ЭПР) других клеток. Главная функция СР — запасание ионов кальция (Ca^{2+}). Сеть трубочек, тянущуюся по всем мышечным клеткам, обвиваясь, но не контактируя непосредственно, вокруг миофибрилл.
- **Саркосомы** (митохондрии) - энергетическая станция клетки; основная функция — окисление органических соединений и использование освобождающейся при их распаде энергии для генерации электрического потенциала, синтеза АТФ и термогенеза.
- **Миоглобин** — аналог гемоглобина эритроцитов, который также способен связывать и отдавать кислород. Миоглобин окрашивает мышечные волокна в красный цвет. В зависимости от содержания саркоплазмы (а, следовательно, и миоглобина), толщины и ферментного состава мышечные волокна делятся на красные и белые.

Гипертрофия

- Это увеличение массы и объёма различных морфологических структур (внутриклеточные структуры/клетки/ткань/орган).
- Как правило, она сопровождается усилением метаболизма, повышением энергопотребления и усилением функции гипертрофированной морфологической структуры.

Виды гипертрофий

- **Саркоплазматическая** – утолщение мышечных волокон за счет саркоплазмы (несократительная часть мышечных волокон), в следствие этого происходит повышение запасов мышц: гликогена, КрФ, миоглобина, увеличение капилляров. Мало влияет на рост силы мышц, но повышает их выносливость (медленный тип волокон (I) и быстрые окислительные (IIA); небольшая силовая нагрузка с длительным выполнением: бегуны на средние и длинные дистанции).
- **Миофибриллярная** – увеличение объёма мышечных волокон за счёт увеличения количества и объема миофибрилл. При этом возрастает плотность укладки миофибрилл в мышечном волокне, характеризуется сухой мускулатурой (IIB быстрый тип волокон; более 70% от максимума: пауэрлифтинг, армрестлинг).

Мышечное волокно
до роста



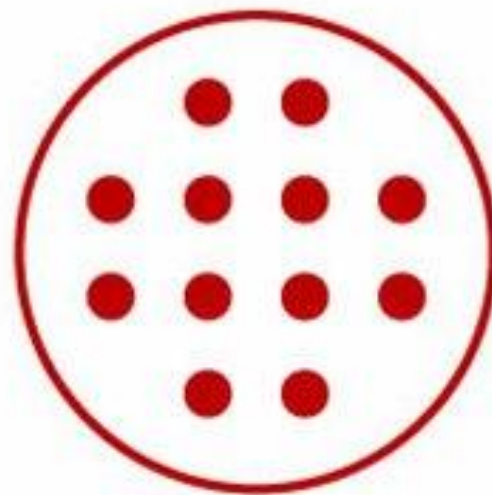
Миофибриллы

Рост за счет
саркоплазмы



Саркоплазма

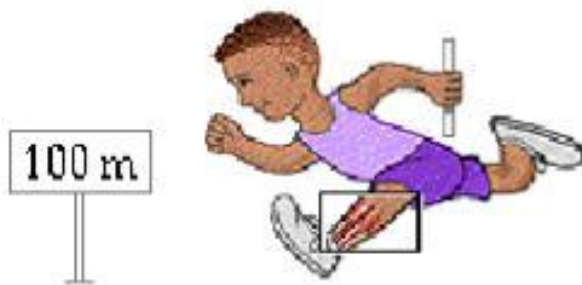
Рост за счет
миофибрилл



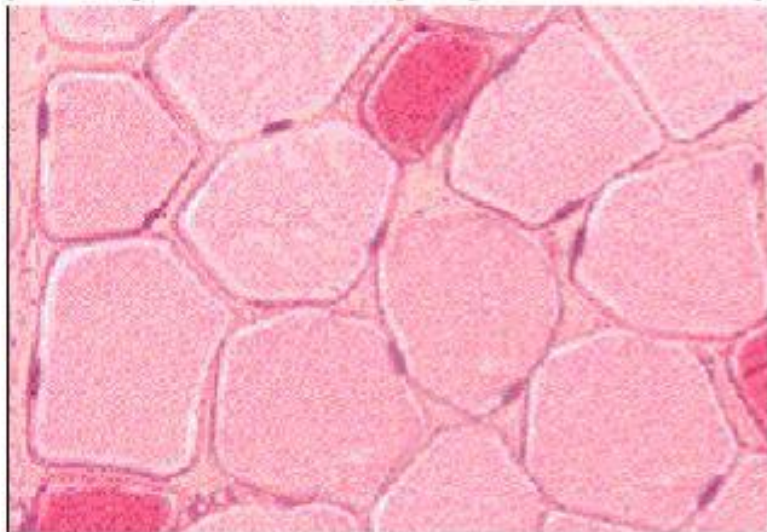
ТИПЫ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН

- ❖ **Медленные окислительные, неустойчивые - тип I (красные)**
- ❖ **Быстрые гликолитические – тип II (белые)**
 - a. **Быстрые окислительно-гликолитические, устойчивые к утомлению - тип IIa**
 - b. **Быстрые гликолитические, легкоустойчивые - тип IIb**

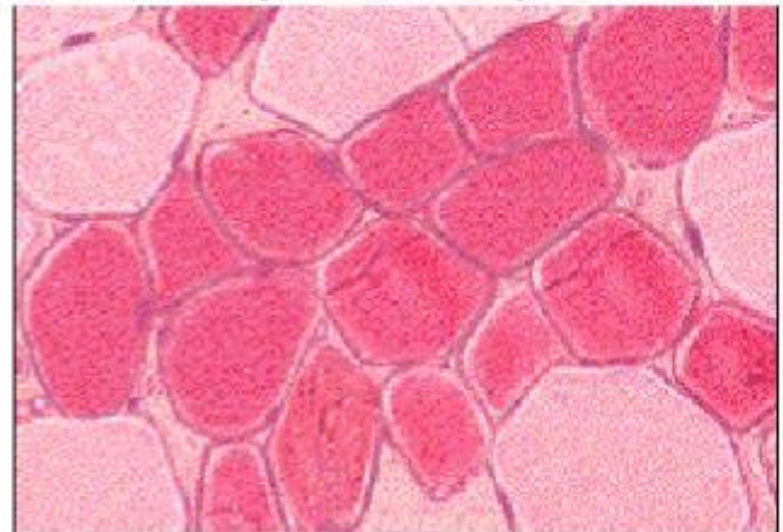
Каждая мышца представляет собой смесь разных мышечных волокон. У разных людей, занимающихся разными видами спорта, соотношение белых и красных волокон в мышцах существенно отличается.

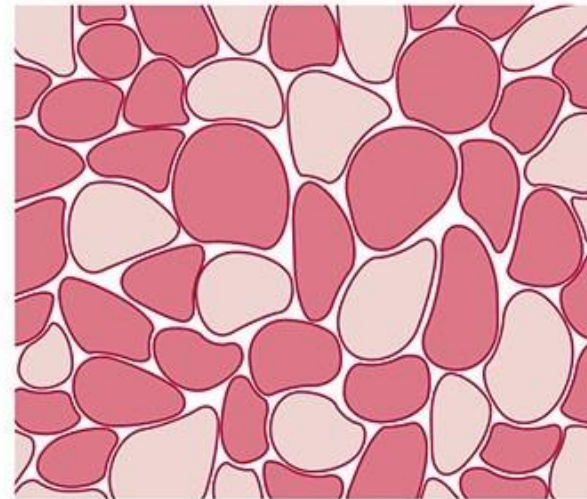
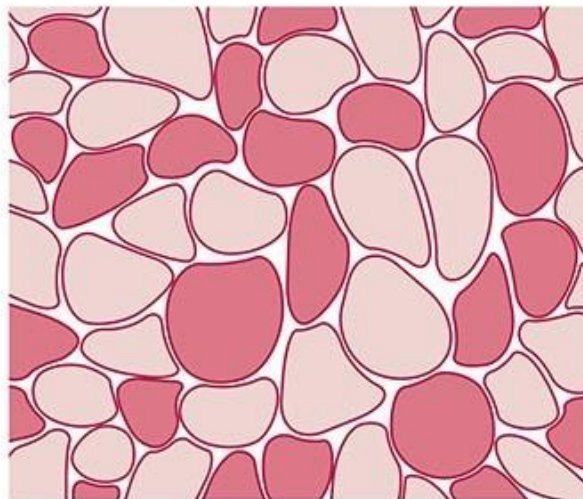
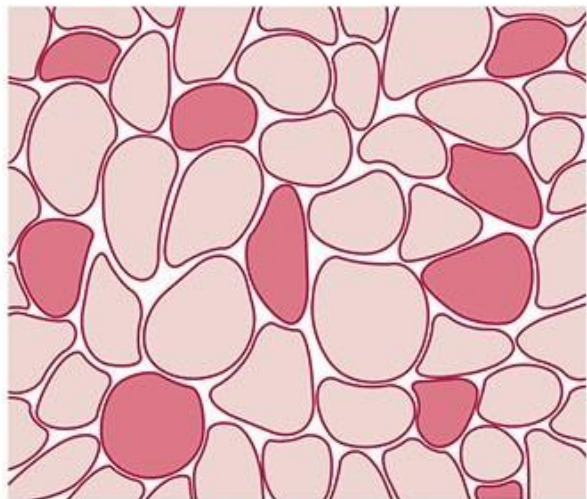
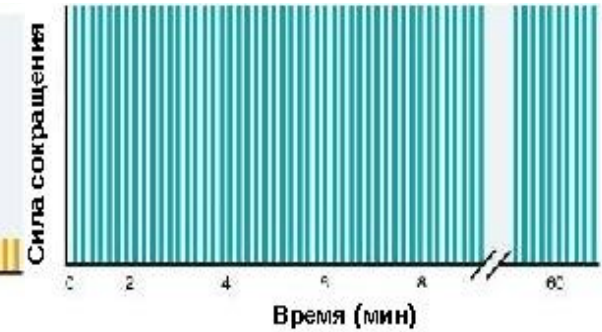
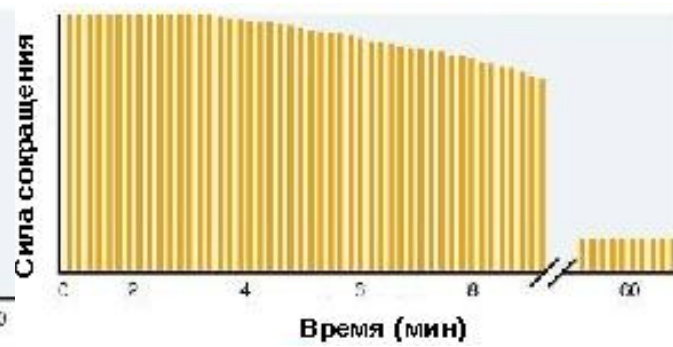
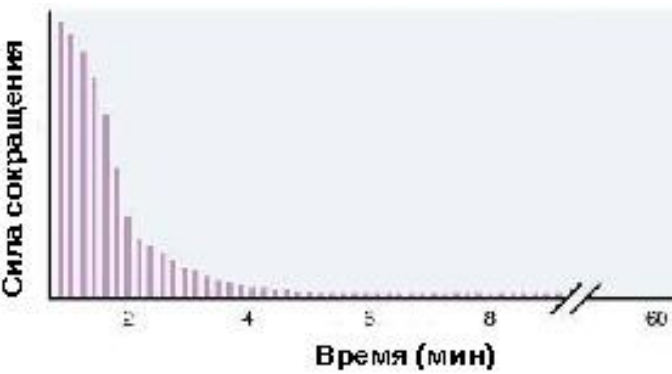


Спринтер: в мышцах много мышечных волокон (быстрых и быстро-утомляемых)



Стайер: в мышцах много мышечных волокон (медленных и устойчивых к утомлению)





Характеристики мышечных волокон	Тип ДЕ		
	I	IIa	IIb
	Умеренная, на выносливость	Большой интенсивности, длительная	Большой интенсивности, кратковременная
Кол-во волокон в ДЕ	10-180	300-800	300-800
Порог возбуждения мотонейрона	Низкий	Высокий	Высокий
Размеры мотонейрона	Малые	Большие	Большие
Размеры миофибрилл	Малые	Большие	Большие
Сеть капилляров	Большая	Средняя	Низкая
Развитие саркоплазматического ретикулума	низкое	высокое	высокое
Количество митохондрий	Много	Много	Мало
Кол-во миоглобина	Много	Среднее	Мало
Кол-во гликогена	Много	Много	Много
Активность гликолиза	Низкая	Высокая	Высокая
Накопление O₂ долг.	Средне-высокое	Высокое	Высокое

Характеристики мышечных волокон	Тип ДЕ		
	I	IIa	IIb
Скорость сокращения	110 мс	50 мс	50 мс
Развитие силы	Низкое	Умеренное	Высокое
<i>Продолжительность работы</i>	<i><30 минут</i>	<i><5 минут</i>	<i>Выполнение силовой работы не более 1 мин</i>
Утомляемость	Слабая	Сильная	Сильная
Выносливость	Высокая	Низкая	Низкая

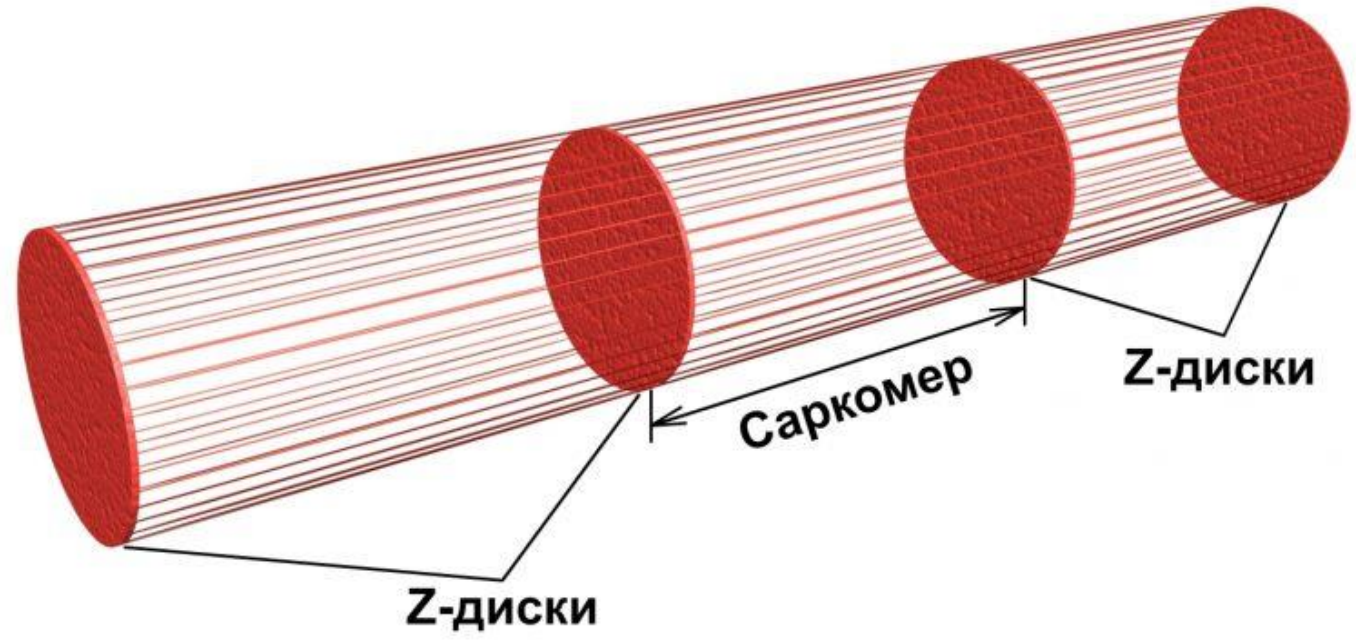
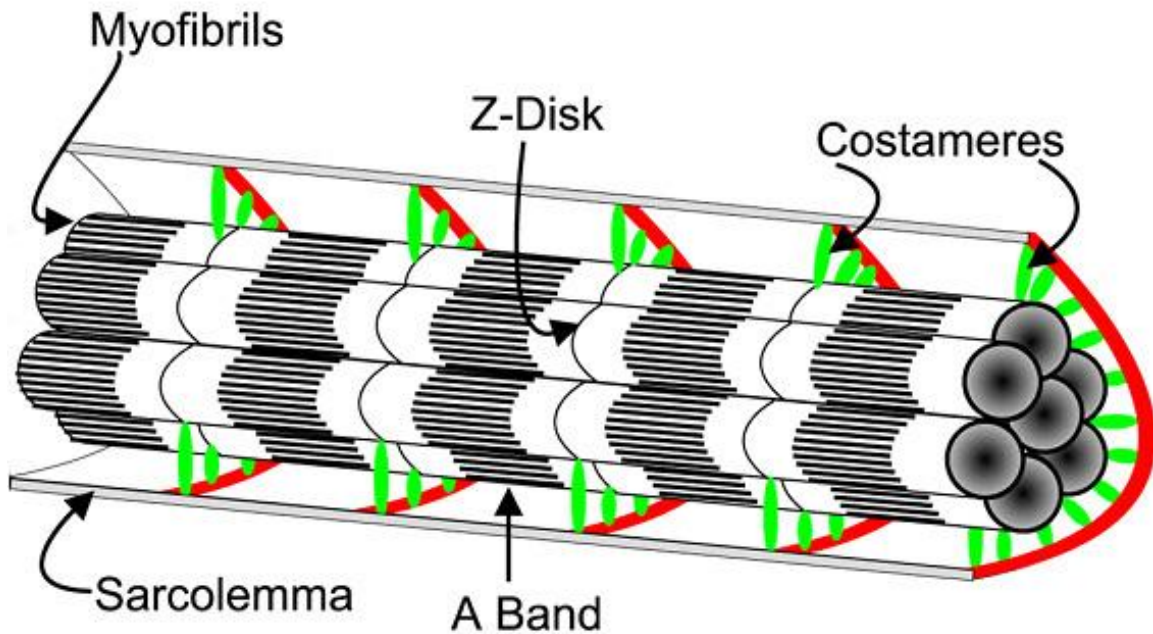
Содержание отдельных типов волокон в мышцах нижних конечностей человека, %			
Нетренированные	55	35	10
Бегун-марафонец	80	14	5
Бегун-спринтер	23	48	28



Критерий разделения	I типа	IIa типа	IIb типа
Скорость сокращения (определяется по миозиновой АТФазе).	Медленные (частота нервных импульсов до 25 Гц)	Средняя (25-50 Гц)	Быстрые (частота нервных импульсов 50-100 Гц)
Обмен веществ (определяется по ферментам аэробных процессов, по ферментам митохондрий: сукцинатдегидрогеназе или СДГ)	Окислительный (с кислородом)	Смешанный	Гликолитический (без кислорода)
Цвет (зависит от количества миоглобина)	Красные (много миоглобина и митохондрий)	Светло-красный (красный)	Белые (мало миоглобина и митохондрий)
Порог активации	Низкий	Средний	Высокий
Диаметр	50 мкм	80 мкм	100 мкм
Утомление (при постоянной нагрузке)	Снижение силы на 50% через несколько часов	Снижение силы на 50% через 10 мин	Снижение силы на 50% через 1,5 мин

Миофибриллы

- **Миофибрилла** – нитевидное образование, состоящее из саркомеров.
- **Саркомер** – сократительная единица поперечнополосатых мышц, представляющая собой комплекс нескольких белков, состоящий из трёх разных систем волокон.
- В состав саркомеров входят толстые миозиновые миофиламенты и тонкие актиновые миофиламенты.
- Границы между саркомерами (Z-диски) состоят из особых белков, к которым крепятся концы актиновых филаментов.
- **Тропонин и тропомиозин** – регуляторные белки



Тропомиозин

Тропонин

Участок
связывания Ca^{2+}



а

Тропомиозин

Тропонин

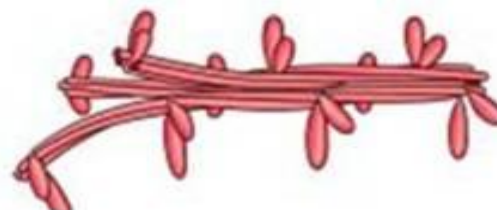
Актин



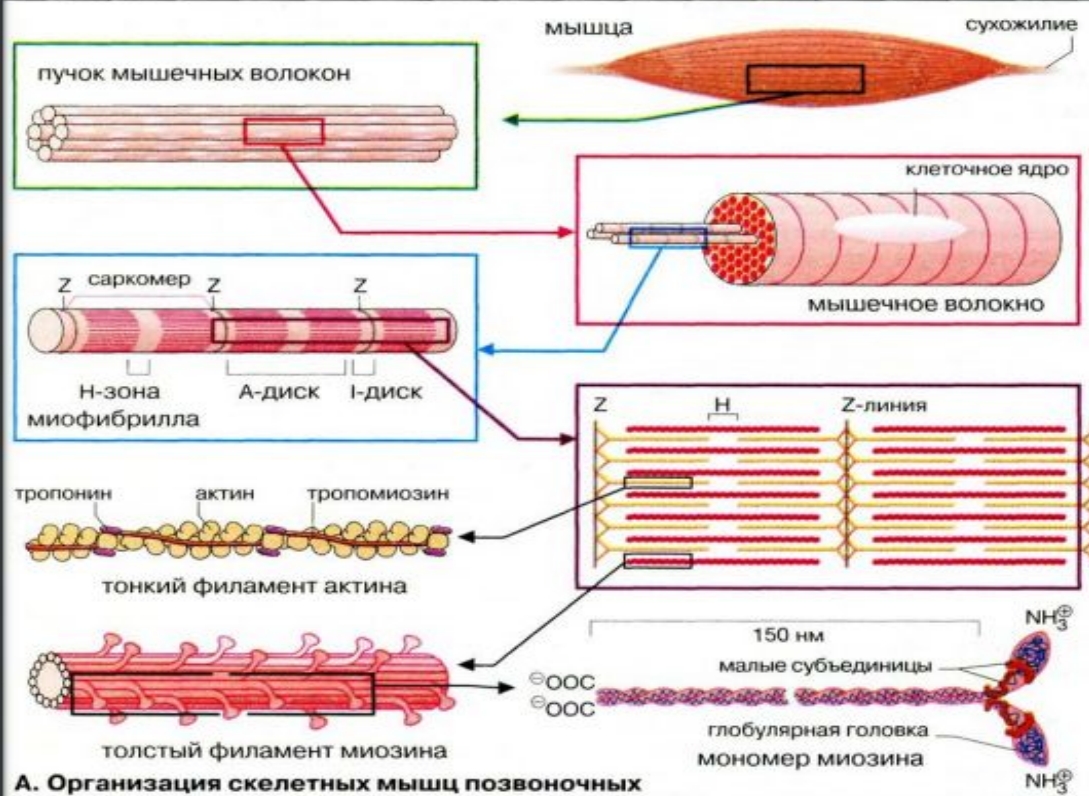
Участки связывания
с поперечными мостиками

б

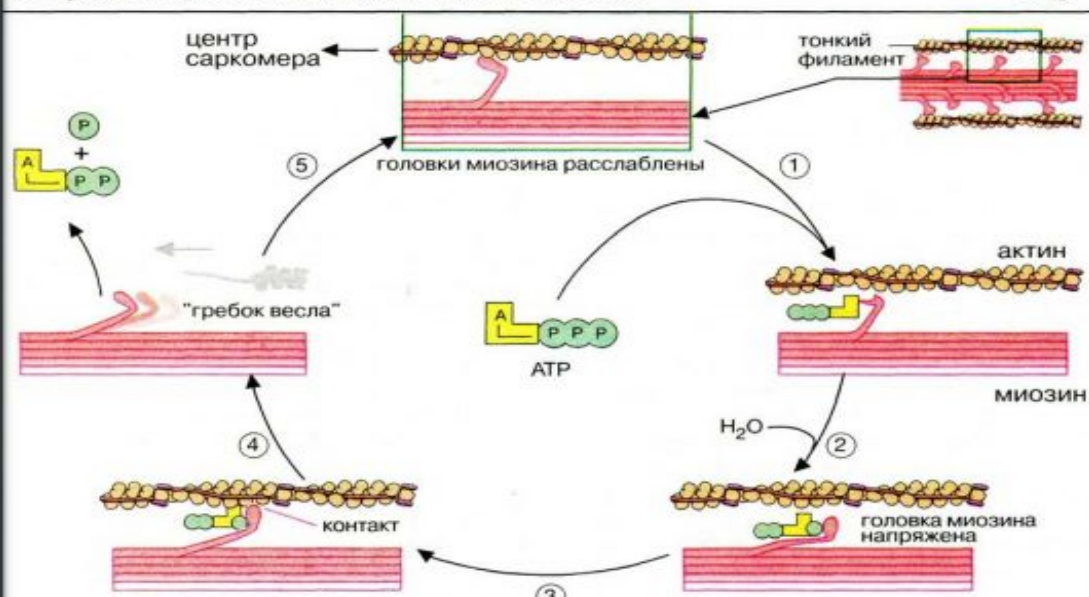
СТРОЕНИЕ МЫШЦЫ



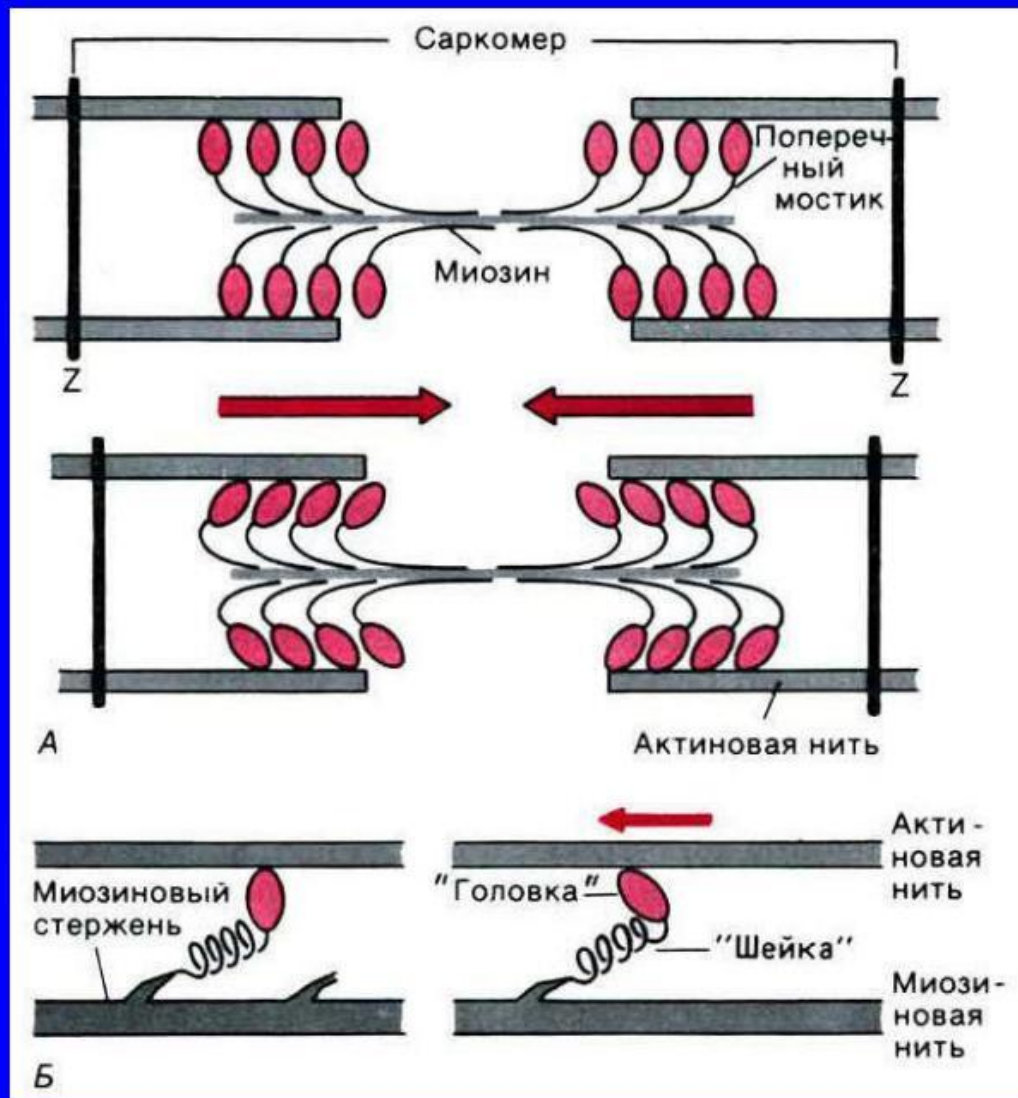
Сжатие



А. Организация скелетных мышц позвоночных



Б. Механизм сокращения мышечных волокон



Состояние мышечного волокна

В покое:

- Ca^{2+} находится в покое;
- Головки миозина не прикреплены к актину;
- Тропомиозин с тропонином препятствуют взаимодействию миозиновой головки с актином.

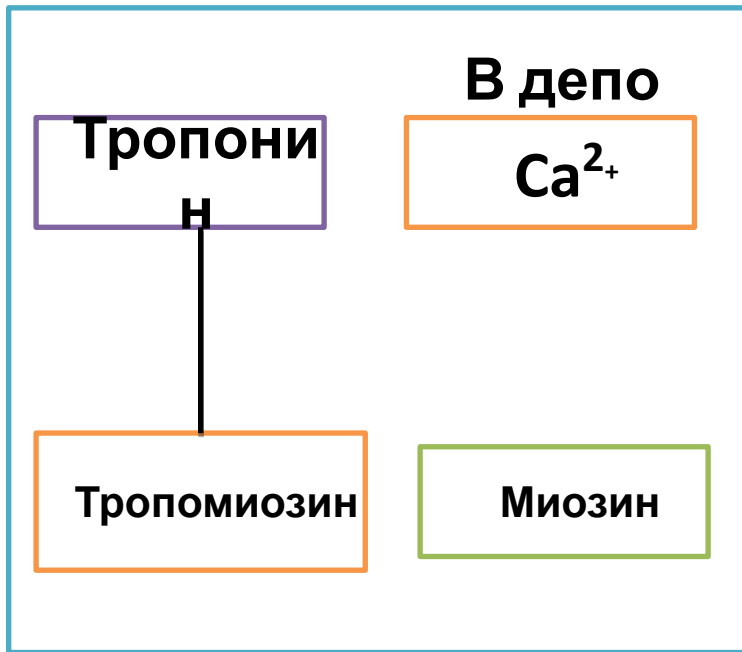
Сокращение (инициируется нервными импульсами):

- Ca^{2+} выходит из депо;
- Ca^{2+} связывается с тропонином;
- Тропонинтропомиозиновый комплекс разрушается;
- С головки миозина выходит АТФ;
- Отрыв PO_4^{3-} обеспечивает возможность прикрепления головки миозина к актину.

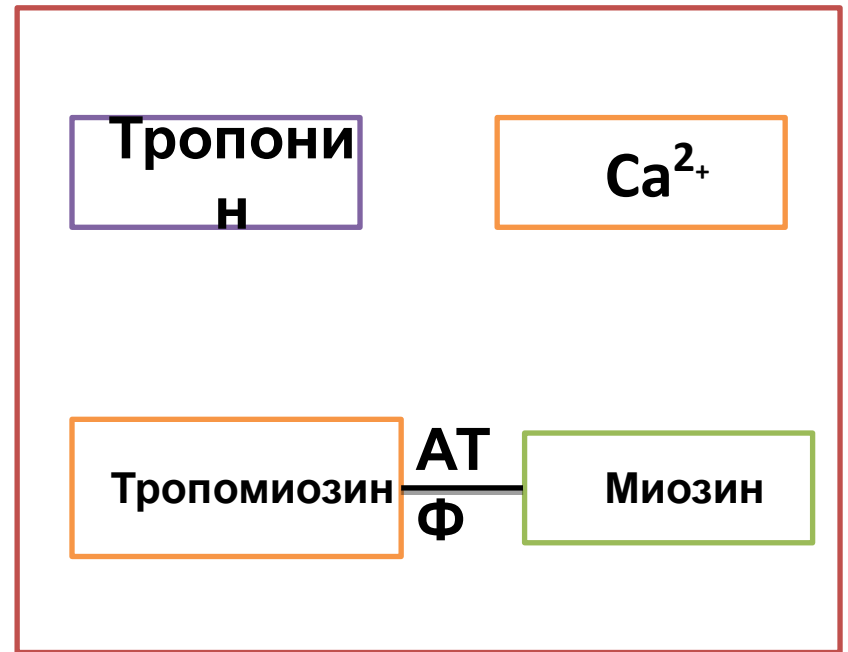
Расслабление:

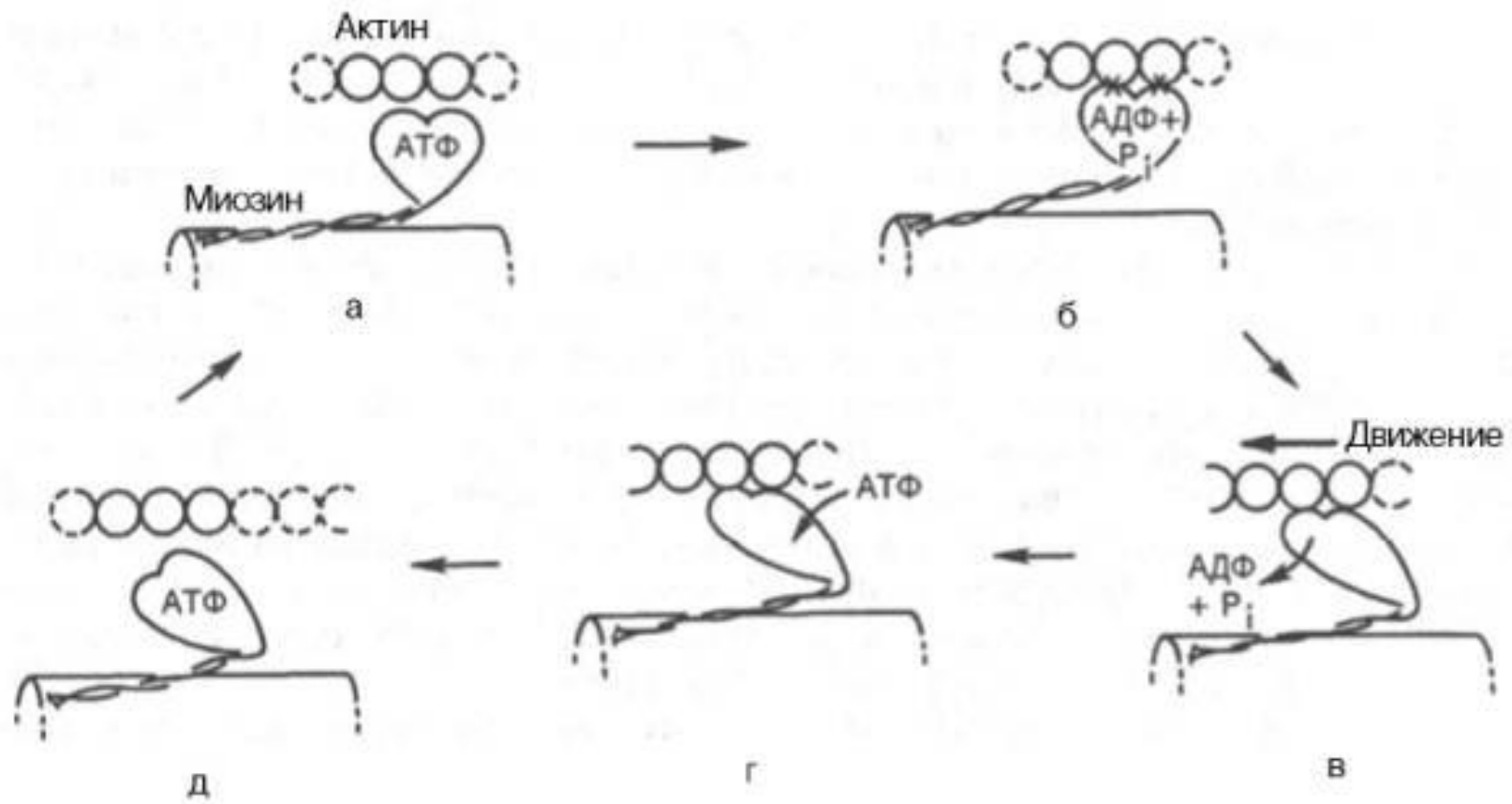
- АТФ транспортирует Ca^{2+} в депо;
- Тропонин восстанавливает исходную конформацию;
- Тропонин присоединяется к тропомиозину, место связывания миозина с актином блокируется;
- Головка миозина отсоединяется от актина.

Покой



Сокращение





Ресинтез АТФ – восстановление запасов АТФ

The image is a black and white electron micrograph of skeletal muscle tissue. It shows a regular arrangement of myofibrils with alternating light and dark bands. Several mitochondria are visible, appearing as dark, bean-shaped structures with internal cristae. A blue rectangular box is drawn around a group of these mitochondria, highlighting them for the text below.

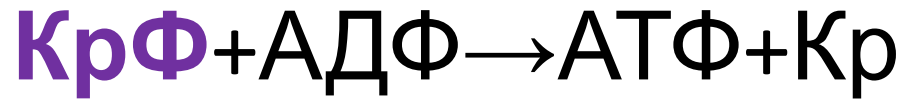
Митохондрии – энергетические центры. В митохондриях происходит окисление глюкозы, гликогена, липидов – реакции окислительного фосфорилирования

Критерии оценки механизмов энергообеспечения мышечной

деятельности

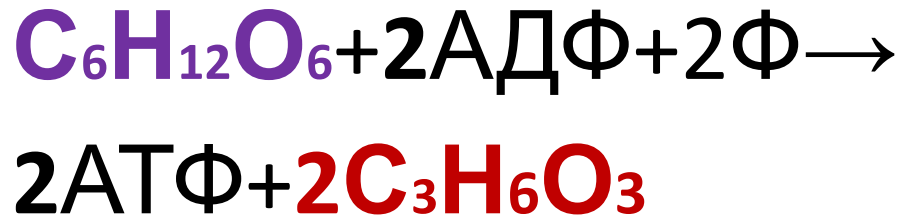
Механизм ресинтеза АТФ	Максимальная мощность Дж*кг*мин(-1)	Время удержания максимальной мощности, с
Креатинфосфаткиназный (алактатный)	3770	6-12
Гликолитический (лактатный)	2500	30-60
Аэробный	1250	600

фосфагенная Ресинтез АТФ

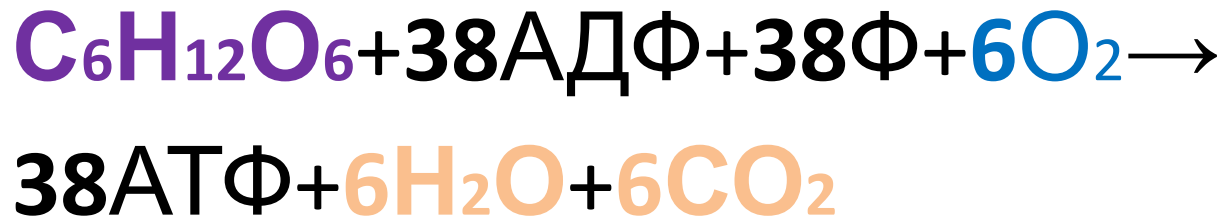


анаэробный
без O₂

гликолитическая

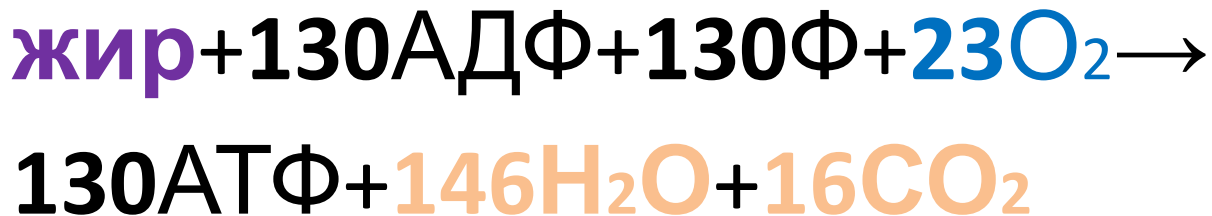


Гликолитическая



аэробный
с O₂

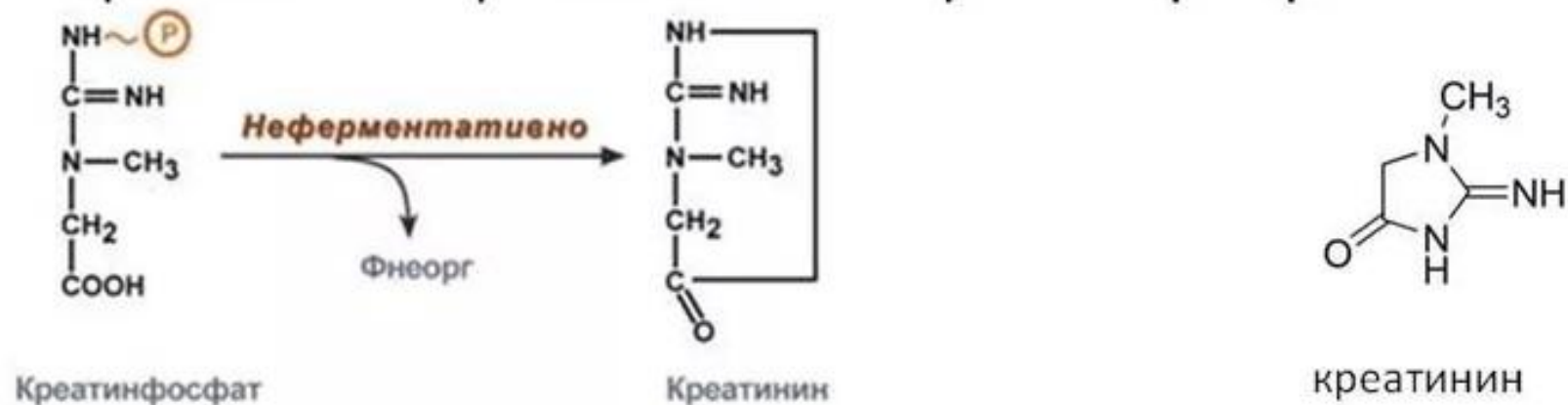
липолитическая



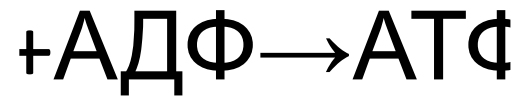
Использование креатинфосфата для ресинтеза АТФ



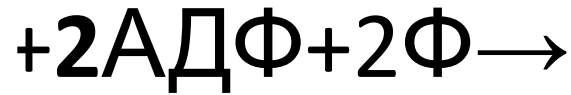
Образование креатинина из креатинфосфата



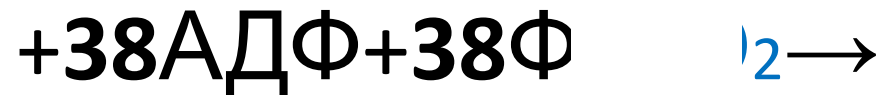
Ресинтез АТФ



анаэробный
без O_2



2 АТФ



аэробный
с O_2

38 АТФ



130 АТФ

субстраты

фосфагенная

КрФ-

анаэробный
без O₂

гликолитическая

C₆H₁₂O₆

гликолитическая

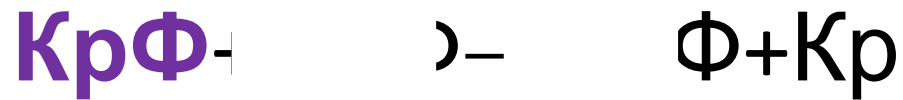
C₆H₁₂O₆

аэробный
с O₂

липолитическая

жир

фосфагенная

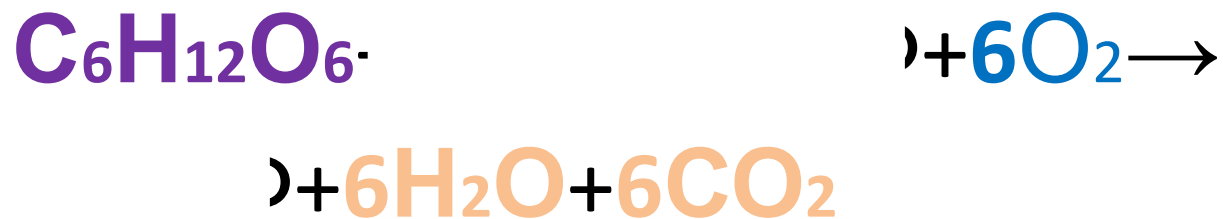


анаэробный
без O₂

гликолитическая

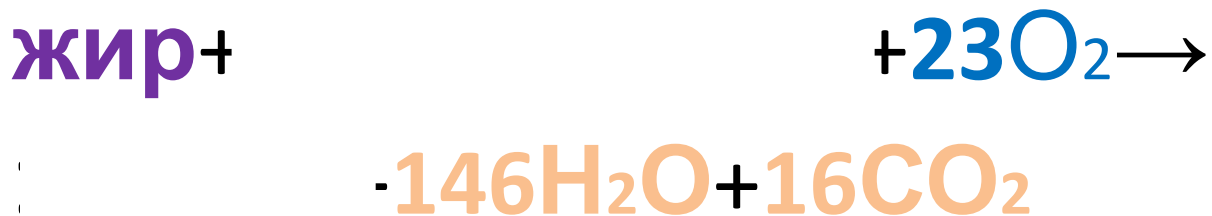


гликолитическая



аэробный
с O₂

липолитическая



анаэробный - без O₂

аэробный – с O₂

Длительность выхода на оптимальный уровень
продуцирования АТФ

фосфагенная
с первых
секунд

гликолити-
ческая
20-40''

гликолити-
ческая
1,5-3'

липолитическая
20-30'

**Время удержания работоспособности на
уровне max мощности, с**

фосфагенная
6-10

гликолити-
ческая
60-90

аэробная
340-600

анаэробный - без O₂

аэробный – с O₂

Длительность выхода на оптимальный уровень
продуцирования АТФ

фосфагенная
с первых
секунд

гликолити-
ческая
20-40"

гликолити-
ческая
1,5-3'

липолитическая
20-30'

**Время удержания работоспособности на
уровне max мощности, с**

фосфагенная
6-10

гликолити-
ческая
60-90

аэробная
340-600

Пульсовые зоны

Таблица Пульсовых зон (ПЗ)

Пульсовая зона (ПЗ)	Rmax или % от maxЧСС	Особенности пульсовой зоны	Визуальные признаки работы в ПЗ
зона 1	0,5 - 0,6 или 50 - 60%	Тренировка сердечно-сосудистой системы	Легкий бег трусцой, легко можете говорить, напевать песню, дыхание ровное. Напряжения нет.
зона 2	0,6 - 0,7 или 60 - 70%	Сжигание жира	Легкий бег, можете разговаривать с партнером по бегу, бег комфортный.
зона 3	0,7 - 0,8 или 70 - 80%	Аэробная зона. Выносливость	Можете разговаривать отрывками фраз (3-5 слов), учащенное сердцебиение, дыхание учащенное.
зона 4	0,8 - 0,9 или 80 - 90%	Зона анаэробного порога. Силовая, скоростная выносливость, МПК, ПАНО	Разговаривать не можете, дыхание сбивается, пот, красное лицо (зона носогубного треугольника), тяжело.
зона 5	0,9 - 1,0 или 90 - 100%	для проф спортсменов, скоростная выносливость	Не до разговоров. Работа на пределе.

«Правда ли, что если во время кардио поддерживать пульс в зоне жиросжигания, то мы израсходуем больше калорий (похудеем и т.п.)?»»

- Она значит, что окисление жиров усиливается. Более интенсивная работа сожжёт больше калорий, чем работа в этой зоне.

Отставленное восстановление. Суперкомпенсация

- Отставленное восстановление связано с восполнением запасов гликогена, жиров и белков. Собственно синтезы этих веществ и составляют биохимическую сущность этих процессов.

- **Синтез гликогена** протекает в мышцах и в печени, причем в первую очередь накапливается мышечный гликоген. Синтез гликогена происходит, главным образом, из глюкозы, поступающей с пищей. Предельное восстановление в организме запасов гликогена составляет 24-36 часов.

- **Синтез жиров** осуществляется в жировой ткани. Вначале образуются глицерин и жирные кислоты, затем они соединяются в молекулу жира. Жир также образуется в стенке тонкой кишки путем ресинтеза из продуктов переваривания жира пищи. С током лимфы, а затем крови ресинтезированный жир поступает в жировую ткань. Для восполнения запасов жира необходимо не более 36-48 часов.

- Отставленное восстановление также включает и восстановление поврежденных внутриклеточных структур. Это касается миофибрилл, митохондрий, различных клеточных мембран. По времени это самый длительный процесс, требующий от 72 до 96 часов.

- Все биохимические процессы, составляющие отставленное восстановление протекают с потреблением энергии, источником которой являются молекулы АТФ, возникающие за счет окислительного фосфорилирования. Поэтому для фазы отставленного восстановления характерно несколько повышенное потребление кислорода, но не такое выраженное, как при срочном

- Важной особенностью отставленного восстановления является наличие **сверхвосстановления** или **суперкомпенсации**. Суть этого явления заключается в том, что вещества, разрушенные при работе, во время восстановления синтезируются в больших концентрациях по сравнению с их предрабочим уровнем.

- К сожалению, суперкомпенсация носит временный характер. Затем уровень работоспособности возвращается к исходному. Однако, если суперкомпенсация возникает часто, то это ведет к постепенному повышению исходного уровня. Так вот, показано, что уровень работоспособности напрямую связан с концентрацией гликогена в мышцах.

- Основной причиной суперкомпенсации является повышенное содержание в крови гормонов, влияющих на синтетические процессы. Время наступления суперкомпенсации зависит от скорости распада веществ при работе: чем выше скорость расщепления какого-либо вещества во время работы, тем быстрее происходит его синтез при восстановлении и раньше наступает суперкомпенсация.

- Высота суперкомпенсации определяется глубиной распада веществ при работе. Чем глубже распад вещества при работе, тем более выражена и выше суперкомпенсация. Эта особенность суперкомпенсации заставляет тренеров применять на тренировках упражнения высокой мощности и продолжительности, чтобы вызвать в организме спортсмена достаточно глубокий распад тех веществ, от содержания которых значительно зависит работоспособность.

- Для спортсмена суперкомпенсация имеет исключительное значение. На высоте суперкомпенсации существенно возрастают все качества двигательной деятельности, что, несомненно, способствует росту спортивных результатов.

Срочная и долговременная адаптация

- **Адаптация** — это способность организма приспособливаться к внешней среде или изменениям в самом организме. Различают процесс и состояние адаптации.
- **Состояние адаптации** — это состоявшаяся физиологическая адаптация. Оно характеризуется устойчивым уровнем активности и взаимосвязи систем органов, тканей и механизмов регуляции, обеспечивающих нормальный уровень жизнедеятельности организма в новых условиях внешней и внутренней среды. Это состояние достигается в течение определенного времени, за которое происходит адаптация.
- **По срокам возникновения** различают срочную (быструю, незавершенную) и долговременную (медленную, завершенную) фазы адаптации

Срочная адаптация

- это реакция организма на действующий раздражитель. Ее реализация происходит на основе сформировавшихся ранее физиологических механизмов. Адаптация реализуется «с места» и не является совершенной. Примером срочной адаптации являются физиологические реакции организма на выполнение физической нагрузки: повышение ЧСС, ЧД, АД и других показателей. Работа требует затрат энергии, и для ее реализации усиливается деятельность вегетативных

Долговременная адаптация

- возникает в результате многократного влияния фактора, то есть многократной реализации срочной адаптации. Вследствие постепенного количественного накопления изменений организм приобретает новое качество — превращается в адаптированный, и потому одни и те же движения выполняются экономнее, эффективнее, а максимальная работа выводит организм на более высокий уровень функционирования.

Тренировочный эффект

В спортивной практике для оценки влияния тренировочного процесса на формирование адаптации к мышечной работе используются 3 разновидности тренировочного эффекта:

- **срочный** - характеризует срочную адаптацию;
- **отставленный** – биохимические изменения, возникающие в организме спортсмена в ближайшие дни после тренировки, т. е. в период отставленного восстановления. Главным проявлением отставленного тренировочного эффекта является суперкомпенсация веществ, используемых во время физической работы (мышечные белки, КрФ, гликоген мышц и печени).
- **Кумулятивный** – биохимические сдвиги, постепенно накапливающиеся в организме спортсмена в процессе длительных тренировок. В частности, кумулятивным эффектом можно считать прирост в ходе длительных тренировок показателей срочного и отставленного эффектов. Кумулятивный эффект обладает специфичностью, его проявление в большей мере зависит от характера тренировочных нагрузок.

Биохимические основы скоростных и силовых качеств

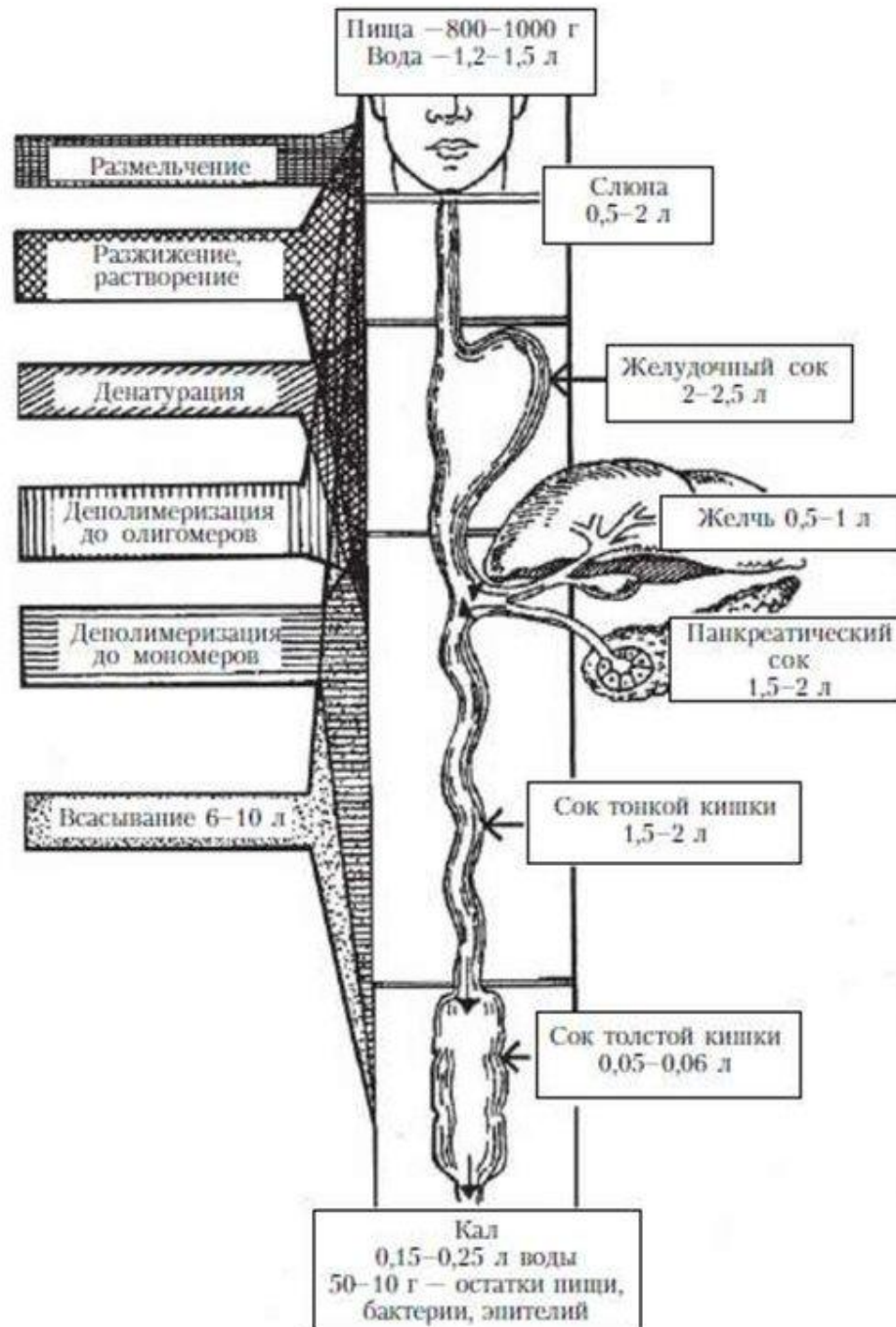
- Физическими качествами человека, проявляющимися при мышечной деятельности, являются скоростно-силовые качества, важнейшие из них – это **сила**, **скорость** и **мощность** развиваемого усилия.
- Скоростно-силовые качества спортсмена определяются генетическими структурными факторами, в частности, длиной саркомеров в миофибриллах, содержанием быстро и медленно

Биохимические основы питания

- Под питанием обычно понимается поступление пищи в организм, расщепление пищевых веществ и последующее



Выделение секретов в полость желудочно-кишечного тракта и последовательность процессов в пищеварительном аппарате.



Принципы рационального питания

Рациональное питание обеспечивает нормальную жизнедеятельность человека в тех или иных условиях, а также всеми необходимыми микро- и макронутриентами в полном объеме.

Принципы:

- Энергетическая ценность пищевого рациона должна соответствовать энергетическим затратам организма.
- Пищевой рацион должен быть сбалансирован по важнейшим пищевым компонентам, то есть должен содержать белки, жиры и углеводы в строго определенной пропорции.
- Пищевой рацион должен содержать адекватное количество витаминов и минеральных веществ.
- Пищевой рацион должен содержать биологически

Принципы, лежащие в основе построения диет

В основе построения диет лежат все физиологические процессы, происходящие в организме. Для оказания лечебного воздействия необходимо руководствоваться определенными принципами:

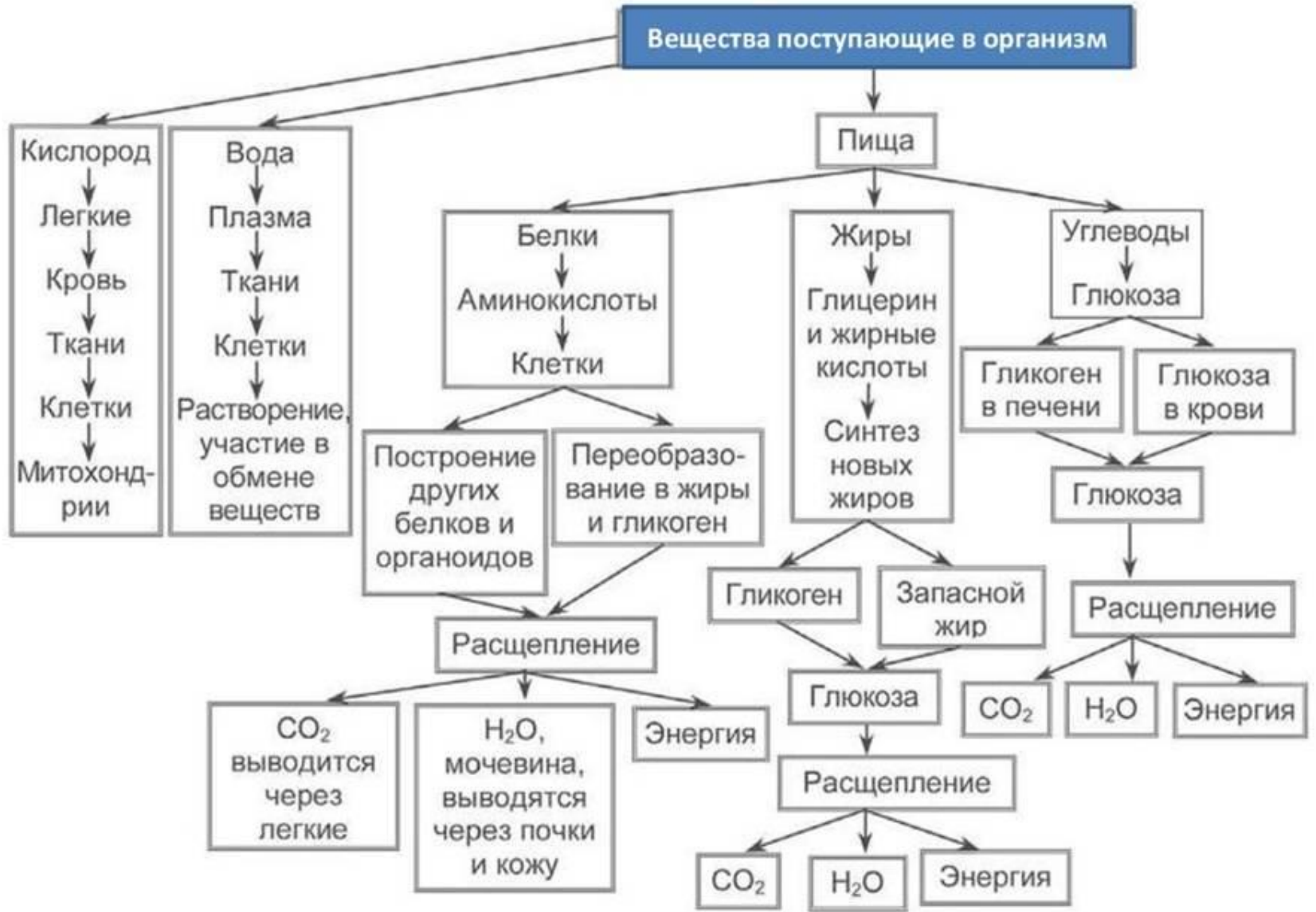
1. Калорийность пищи;
2. Химический состав пищи;
3. Разнообразные физические свойства пищи, ее объем, консистенция, температура;
4. Режим питания.

Обмен веществ и энергии (метаболизм)



Катаболизм (от греч. katabole - разрушение) **Анаболизм** (от греч. anabole - подъем)

Обмен веществ в организме



Ссылки

- <https://scholar.google.ru>

бесплатная поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> англоязычная текстовая база данных медицинских и биологических публикаций, созданная Национальным центром биотехнологической информации на основе раздела «биотехнология» Национальной медицинской библиотеки США.
- <https://www.who.int> Сайт ВОЗ
- <https://www.cochrane.org> Кокрейновская библиотека
- <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus> Сайт, который предоставляет доказательную медицинскую информацию для пациентов Национальной Медицинской библиотеки США.
- <https://medspecial.ru> Источник доказательных медицинских знаний для врачей и пациентов на русском языке.