

Метаболизм

Подготовила:
Четверкина Анна,
Ученица 1 курса;
112 группа

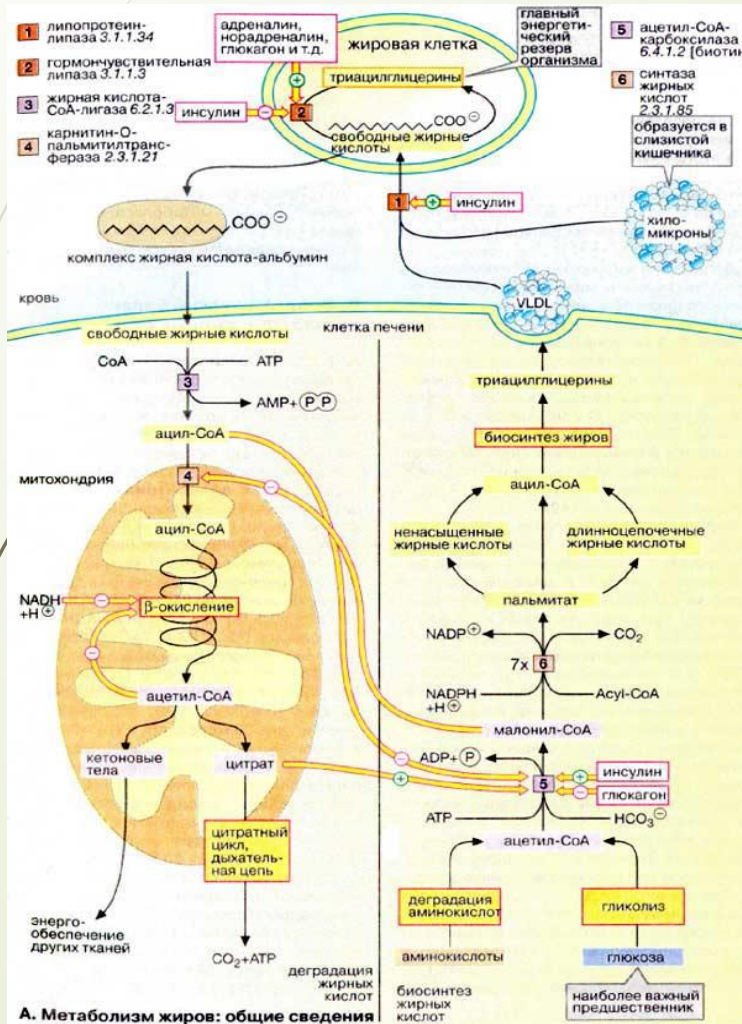
Что такое метаболизм?



Метаболизм (от греч. μεταβολή — «превращение, изменение»), или обмен веществ — набор химических реакций, которые возникают в живом организме для поддержания жизни. Эти процессы позволяют организмам расти и размножаться, сохранять свои структуры и отвечать на воздействия окружающей среды.

Метаболизм обычно делят на две стадии: катаболизм и анаболизм. В ходе катаболизма сложные органические вещества деградируют до более простых, обычно выделяя энергию. А в процессах анаболизма — из более простых синтезируются более сложные вещества и это сопровождается затратами энергии.

Биологические молекулы



Органические вещества, входящие в состав всех живых существ (животных, растений, грибов и микроорганизмов), представлены в основном аминокислотами, углеводами, липидами (часто называемые жирами) и нуклеиновыми кислотами. Так как эти молекулы имеют важное значение для жизни, метаболические реакции сосредоточены на создании этих молекул при строительстве клеток и тканей или разрушении их с целью использования в качестве источника энергии. Многие важные биохимические реакции объединяются вместе для синтеза ДНК и белков.

Аминокислоты и белки

- Белки являются линейными биополимерами и состоят из остатков аминокислот, соединённых пептидными связями. Некоторые белки являются ферментами и катализируют химические реакции. Другие белки выполняют структурную или механическую функцию (например, образуют цитоскелет). [6] Белки также играют важную роль в передаче сигнала в клетках, иммунных реакциях, агрегации клеток, активном транспорте через мембраны и регуляции клеточного цикла.

растительного происхождения



Соя
35 г



Горчица
37 г



Горох лущёный
23 г



Семена тыквы
30 г



Арахис
26 г



Порошок какао
24 г



Фасоль
22 г



Икра осетровая
29 г



Молоко сухое
28,5 г

животного происхождения



Сервелат
24 г



Желатин
87 г



Тунец
22,7 г

свойства белка

- Занимаются доставкой витаминов, жира и минералов ко всем клеткам организма
- Ускоряют различные химические процессы, происходящие в организме
- Борются с различными инфекциями, являясь антителами к различным заболеваниям
- Являются источниками важных аминокислот, которые необходимы как строительный материал для новых клеток и укрепления имеющихся

признаки

- **Нехватка белка:**
 - слабость, нехватка энергии
 - снижение либидо
 - низкая сопротивляемость различным инфекциям
 - нарушение функций печени, нервной системы
 - атрофия мышц
 - замедление роста и развития детей
- **Избыток белка:**
 - хрупкость костей
 - нарушение водного баланса в организме
 - развитие подагры
 - избыточный вес
 - рак кишечника

БЕЛОК

Липиды входят в состав биологических мембран, например, плазматических мембран, являются компонентами коферментов и источниками энергии.[7] Липиды являются гидрофобными или амфифильными биологическими молекулами, растворимыми в органических растворителях таких, как бензол или хлороформ.[8] Жиры — большая группа соединений, в состав которых входят жирные кислоты и глицерин. Молекула трёхатомного спирта глицерина, образующая три сложные эфирные связи с тремя молекулами жирных кислот, называется триглицеридом.[9] Наряду с остатками жирных кислот, в состав сложных липидов может входить, например, сфингозин (сфинголипиды), гидрофильные группы фосфатов (в фосфолипидах). Стероиды, например холестерол, представляют собой ещё один большой класс липидов

Жиры в продуктах питания, которые поступают в наш организм вместе с пищей, – это сложные смеси витаминов, минеральных солей и липидов, а не индивидуальные химические соединения. Сложные и простые липиды выделены в большой класс химических веществ. Жиры в продуктах питания составляют основную часть пищевого жира.



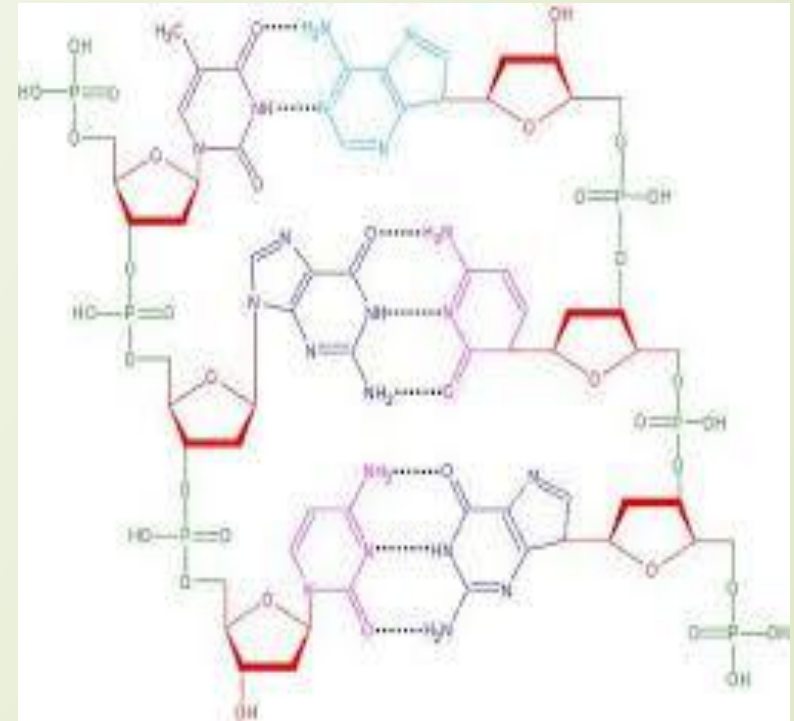
Углеводы

- Сахара могут существовать в кольцевой или линейной форме в виде альдегидов или кетонов, имеют несколько гидроксильных групп. Углеводы являются наиболее распространёнными биологическими молекулами. Углеводы выполняют следующие функции: хранение и транспортировка энергии (крахмал, гликоген), структурная (целлюлоза растений, хитин у грибов и животных). [7] Наиболее распространёнными мономерами сахаров являются гексозы — глюкоза, фруктоза и галактоза. Моносахариды входят в состав более сложных линейных или разветвленных полисахаридов.



Нуклеотиды

- Полимерные молекулы ДНК и РНК представляют собой длинные неразветвленные цепочки нуклеотидов. Нуклеиновые кислоты выполняют функцию хранения и реализации генетической информации, которые осуществляются в ходе процессов репликации, транскрипции, трансляции, и биосинтеза белка.[7] Информация, закодированная в нуклеиновых кислотах, защищается от изменений системами репарации и мультиплицируется при помощи репликации ДНК.
- Некоторые вирусы имеют РНК-содержащий геном. Например, вирус иммунодефицита человека использует обратную транскрипцию для создания матрицы ДНК из собственного РНК-содержащего генома.[12] Некоторые молекулы РНК обладают каталитическими свойствами (рибозимы) и входят в состав сплайсосом и рибосом.
- Нуклеозиды — продукты присоединения азотистых оснований к сахару рибозе. Примерами азотистых оснований являются гетероциклические азотсодержащие соединения — производные пуринов и пиримидинов. Некоторые нуклеотиды также выступают в качестве коферментов в реакциях переноса функциональных групп.



Коферменты

Метаболизм включает широкий спектр химических реакций, большинство из которых относятся к нескольким основным типам реакций переноса функциональных групп.[14] Для переноса функциональных групп между ферментами, катализирующими химические реакции, используются коферменты.[13] Каждый класс химических реакций переноса функциональных групп катализируется отдельными ферментами и их кофакторами.[15]

Аденозинтрифосфат (АТФ) — один из центральных коферментов, универсальный источник энергии клеток. Этот нуклеотид используется для передачи химической энергии, запасенной в макроэргических связях, между различными химическими реакциями. В клетках существует небольшое количество АТФ, который постоянно регенерируется из ADP и AMP. Организм человека за сутки расходует массу АТФ, равную массе собственного тела.[15] АТФ выступает в качестве связующего звена между катаболизмом и анаболизмом: при катаболических реакциях образуется АТФ, при анаболических — энергия потребляется. АТФ также выступает донором фосфатной группы в реакциях фосфорилирования.

Витамины — низкомолекулярные органические вещества, необходимые в небольших количествах, причём, например, у человека большинство витаминов не синтезируется, а получается с пищей или через микрофлору ЖКТ. В организме человека большинство витаминов являются кофакторами ферментов. Большинство витаминов приобретают биологическую активность в измененном виде, например, все водорастворимые витамины в клетках фосфорилируются или соединяются с нуклеотидами.[16] Никотинамидадениндинуклеотид (NADH) является производным витамина B3 (ниацина), и представляет собой важный кофермент — акцептора водорода. Сотни различных ферментов дегидрогеназ отнимают электроны из молекул субстратов и переносят их на молекулы NAD^+ , восстанавливая его до NADH. Окисленная форма кофермента является субстратом для различных редуктаз в клетке.[17] NAD в клетке существует в двух связанных формах NADH и NADPH. NAD^+/NADH больше важен для протекания катаболических реакций, а $\text{NADP}^+/\text{NADPH}$ чаще используется в анаболических реакциях.

Неорганические вещества и кофакторы

- Неорганические элементы играют важнейшую роль в обмене веществ. Около 99 % массы млекопитающего состоит из углерода, азота, кальция, натрия, магния, хлора, калия, водорода, фосфора, кислорода и серы.[18] Биологически значимые органические соединения (белки, жиры, углеводы и нуклеиновые кислоты) содержат большое количество углерода, водорода, кислорода, азота и фосфора.[18]
- Многие неорганические соединения являются ионными электролитами. Наиболее важны для организма ионы натрия, калия, кальция, магния, хлоридов, фосфатов и гидрокарбонатов. Баланс этих ионов внутри клетки и во внеклеточной среде определяет осмотическое давление и pH.[19] Концентрации ионов также играют важную роль для функционирования нервных и мышечных клеток. Потенциал действия в возбудимых тканях возникает при обмене ионами между внеклеточной жидкостью и цитоплазмой.[20] Электролиты входят и выходят из клетки через ионные каналы в плазматической мембране. Например, в ходе мышечного сокращения в плазматической мембране, цитоплазме и Т-трубочках перемещаются ионы кальция, натрия и калия.[21]
- Переходные металлы в организме являются микроэлементами, наиболее распространены цинк и железо.[22][23] Эти металлы используются некоторыми белками (например, ферментами в качестве кофакторов) и имеют важное значение для регуляции активности ферментов и транспортных белков.[24] Кофакторы ферментов обычно прочно связаны со специфическим белком, однако могут модифицироваться в процессе катализа, при этом после окончания катализа всегда возвращаются к своему первоначальному состоянию (не расходуются). Металлы-микроэлементы усваиваются организмом при помощи специальных транспортных белков и не встречаются в организме в свободном состоянии, так как связаны со специфическими белками-переносчиками (например, ферритином или металлотионеинами)

Классификация организмов по типу метаболизма

- Все живые организмы можно разделить на восемь основных групп в зависимости от используемого: источника энергии, источника углерода и донора электронов (окисляемого субстрата) [27].
- В качестве источника энергии живые организмы могут использовать: энергию света (фото-) или энергию химических связей (хемо-). Дополнительно для описания паразитических организмов использующих энергетические ресурсы хозяйской клетки применяют термин паратроф.
- В качестве донора электронов (восстановителя) живые организмы могут использовать: неорганические вещества (лито-) или органические вещества (органо-).
- В качестве источника углерода живые организмы используют: углекислый газ (авто-) или органические вещества (гетеро-). Иногда термины авто- и гетеротроф используют в отношении других элементов, которые входят в состав биологических молекул в восстановленной форме (например азота, серы). В таком случае «автотрофными по азоту» организмами являются виды, использующие в качестве источника азота окисленные неорганические соединения (например, растения; могут осуществлять восстановление нитратов). А «гетеротрофными по азоту» являются организмы не способные осуществлять восстановление окисленных форм азота и использующие в качестве его источника органические соединения (например, животные, для которых источником азота служат аминокислоты).
- Название типа метаболизма формируется путём сложения соответствующих корней и добавлением в конце корня -троф-. В таблице представлены возможные типы метаболизма с примерами

Источник энергии	Донор электронов	Источник углерода	Тип метаболизма	Примеры
Солнечный свет Фото-	Органические вещества -органо-	Органические вещества -гетеротроф	Фотоорганогетеротрофы	Пурпурные несерные бактерии, Галобактерии, Некоторые цианобактерии.
		Углекислый газ -авотроф	Фотоорганоавтотрофы	Редкий тип метаболизма, связанный с окислением неусваиваемых веществ. Характерен для некоторых пурпурных бактерий.
	Неорганические вещества -лито-*	Органические вещества -гетеротроф	Фотолитогетеротрофы	Некоторые цианобактерии, пурпурные и зелёные бактерии, также гелиобактерии.
		Углекислый газ -авотроф	Фотолитоавтотрофы	Высшие растения, Водоросли, Цианобактерии, Пурпурные серные бактерии, Зелёные бактерии.
Энергия химических связей Хемо-	Органические вещества -органо-	Органические вещества -гетеротроф	Хемоорганогетеротрофы	Животные, Грибы, Большинство микроорганизмов редуцентов.
		Углекислый газ -авотроф	Хемоорганоавтотрофы	Окисление трудноусваиваемых веществ, например факультативные метилотрофы, окисляющие муравьиную кислоту.
	Неорганические вещества -лито-*	Органические вещества -гетеротроф	Хемолитогетеротрофы	Метанобразующие археи, Водородные бактерии.
		Углекислый газ -авотроф	Хемолитоавтотрофы	Железобактерии, Водородные бактерии, Нитрифицирующие бактерии, Серобактерии.

Классификация организмов по типу метаболизма

□ Некоторые авторы используют -гидро- когда в качестве донора электронов выступает вода. Классификация была разработана группой авторов (А. Львов, К. ван Ниль, F. J. Ryan, Э. Тейтем) и утверждена на 11-м симпозиуме в лаборатории Колд-Спринг-Харбор и изначально служила для описания типов питания микроорганизмов. Однако в настоящее время применяется и для описания метаболизма других организмов [29]. Из таблицы очевидно, что метаболические возможности прокариот значительно разнообразнее по сравнению с эукариотами, которые характеризуются фотолитоавтотрофным и хемоорганогетеротрофным типом метаболизма.

□ Следует отметить, что некоторые виды микроорганизмов могут в зависимости от условий среды (освещение, доступность органических веществ и т. д.) и физиологического состояния осуществлять метаболизм разного типа. Такое сочетание нескольких типов метаболизма описывается как миксотрофия. При применении данной классификации к многоклеточным организмам, важно понимать, что в рамках одного организма могут быть клетки отличающиеся типом обмена веществ. Так клетки надземных, фотосинтезирующих органов многоклеточных растений характеризуются фотолитоавтотрофным типом метаболизма, в то время как клетки подземных органов описываются как хемоорганогетеротрофные. Также как и в случае с микроорганизмами при изменении условий среды, стадии развития и физиологического состояния тип метаболизма клеток многоклеточного организма может изменяться. Так например, в темноте и на стадии прорастания семени, клетки высших растений осуществляют метаболизм хемоорганогетеротрофного типа.

Катаболизм

- Катаболизмом называют метаболические процессы, при которых расщепляются относительно крупные органические молекулы сахаров, жиров, аминокислот. В ходе катаболизма образуются более простые органические молекулы, необходимые для реакций анаболизма (биосинтеза). Часто, именно в ходе реакций катаболизма организм мобилизует энергию, переводя энергию химических связей органических молекул, полученных в процессе переваривания пищи, в доступные формы: в виде АТФ, восстановленных коферментов и трансмембранного электрохимического потенциала. Термин катаболизм не является синонимом «энергетического обмена»: у многих организмов (например, у фототрофов) основные процессы запасания энергии не связаны напрямую с расщеплением органических молекул. Классификация организмов по типу метаболизма может быть основана на источнике получения энергии, что отражено в предыдущем разделе. Энергию химических связей используют хемотрофы, а фототрофы потребляют энергию солнечного света. Однако, все эти различные формы обмена веществ зависят от окислительно-восстановительных реакций, которые связаны с передачей электронов от восстановленных доноров молекул, таких как органические молекулы, вода, аммиак, сероводород, на акцепторные молекулы, такие как кислород, нитраты или сульфат.[30] У животных эти реакции сопряжены с расщеплением сложных органических молекул до более простых, таких как двуокись углерода и воду. В фотосинтезирующих организмах — растениях и цианобактериях — реакции переноса электрона не высвобождают энергию, но они используются как способ запасания энергии, поглощаемой из солнечного света.[31]
- Катаболизм у животных может быть разделён на три основных этапа. Во-первых, крупные органические молекулы, такие как белки, полисахариды и липиды расщепляются до более мелких компонентов вне клеток. Далее эти небольшие молекулы попадают в клетки и превращаются в ещё более мелкие молекулы, например, ацетил-КоА. В свою очередь, ацетильная группа кофермента А окисляется до воды и углекислого газа в цикле Кребса и дыхательной цепи, высвобождая при этом энергию, которая запасается в форме АТФ.

Получение энергии

- В ходе катаболизма углеводов сложные сахара расщепляются до моносахаридов, которые усваиваются клетками.[37] Попав внутрь, сахара (например, глюкоза и фруктоза) в процессе гликолиза превращаются в пируват, при этом вырабатывается некоторое количество АТФ.[38] Пировиноградная кислота (пируват) является промежуточным продуктом в нескольких метаболических путях. Основной путь метаболизма пирувата — превращение в ацетил-КоА и далее поступление в цикл трикарбоновых кислот. При этом в цикле Кребса в форме АТФ запасается часть энергии, а также восстанавливаются молекулы NADH и FAD. В процессе гликолиза и цикла трикарбоновых кислот образуется диоксид углерода, который является побочным продуктом жизнедеятельности. В анаэробных условиях в результате гликолиза из пирувата при участии фермента лактатдегидрогеназы образуется лактат, и происходит окисление NADH до NAD⁺, который повторно используется в реакциях гликолиза. Существует также альтернативный путь метаболизма моносахаридов — пентозофосфатный путь, в ходе реакций которого энергия запасается в форме восстановленного кофермента NADPH и образуются пентозы, например, рибоза, необходимая для синтеза нуклеиновых кислот.
- Жиры на первом этапе катаболизма гидролизуются в свободные жирные кислоты и глицерин. Жирные кислоты расщепляются в процессе бета-окисления с образованием ацетил-КоА, который в свою очередь далее катаболизируется в цикле Кребса, либо идет на синтез новых жирных кислот. Жирные кислоты выделяют больше энергии, чем углеводы, так как жиры содержат удельно больше атомов водорода в своей структуре.
- Аминокислоты либо используются для синтеза белков и других биомолекул, либо окисляются до мочевины, диоксида углерода и служат источником энергии.[39] Окислительный путь катаболизма аминокислот начинается с удаления аминогруппы ферментами трансаминазами. Аминогруппы утилизируются в цикле мочевины; аминокислоты, лишённые аминогрупп называют кетокислотами. Некоторые кетокислоты — промежуточные продукты цикла Кребса. Например, при дезаминировании глутамата образуется альфа-кетоглутаровая кислота.[40] Гликогенные аминокислоты также могут быть преобразованы в глюкозу в реакциях глюконеогенеза.



Спасибо за внимание!