

Тканевый обмен веществ

Тканевый обмен

Основой жизнедеятельности живого организма служит обмен веществ (метаболизм).

Жизнь и белок — понятия неразрывные. Это объясняется тем, что **белок является материальной основой жизни**, то есть основу всего живого составляют белки. Следовательно, без белков жизнь на Земле невозможна.

В организме происходят непрерывно и **автоматически** протекающие превращения химических веществ, и взаиморегуляции этих процессов. И. П. Павлов рассматривал **обмен веществ как основу физиологических функций организма**.

Обмен веществ животных складывается из двух тесно связанных друг с другом процессов— ассимиляции и диссимиляции.

Ассимиляция, или анаболизм — процесс усвоения организмом питательных веществ, поступающих из внешней среды. Питательные вещества ассимилируются и становятся белками, жирами и углеводами, присущими данному организму, его строительными материалами и энергетическими ресурсами. Эти сложные биохимические преобразования и превращения совершаются при участии многочисленных ферментов.

Диссимиляция, или катаболизм - процесс распада сложных органических веществ, сопровождающийся освобождением большого количества энергии. Процессы ассимиляции и диссимиляции, тесно переплетаясь друг с другом, способствуют постоянному обновлению состава организма, что, конечно, требует и энергетического обеспечения.

Основное свойство живой
материи — обмен веществ,
представляющий
достаточно подвижную и
гибкую, но строго
упорядоченную систему
биохимических реакций

Регуляцию обмена веществ и энергии осуществляет **центральная нервная система**, в первую очередь кора головного мозга и некоторые его подкорковые образования. Особое значение имеет **гипоталамус**. В нервных клетках этого отдела мозга сосредоточены центры управления тончайшими процессами обмена веществ и энергии. **Через вегетативную нервную систему и железы внутренней секреции гипоталамус** регулирует и координирует многообразные проявления жизнедеятельности клеток, органов и тканей.

ОБМЕН БЕЛКОВ

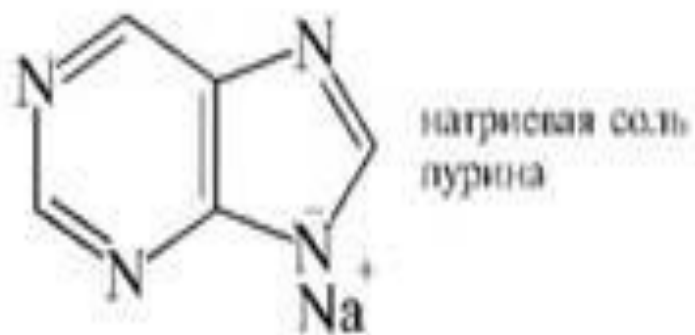
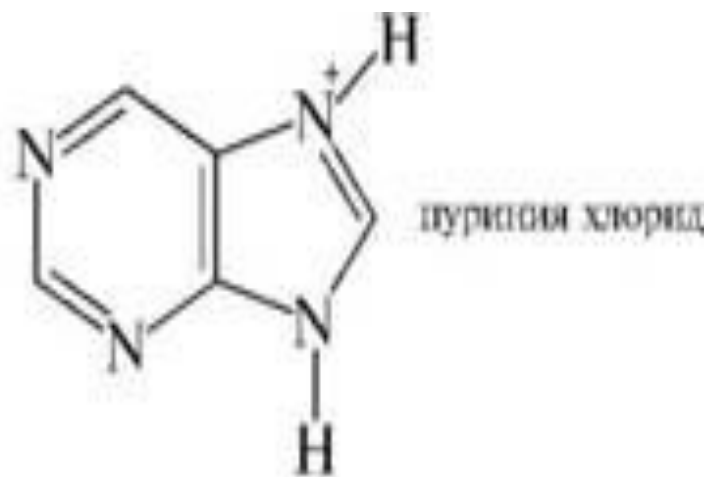
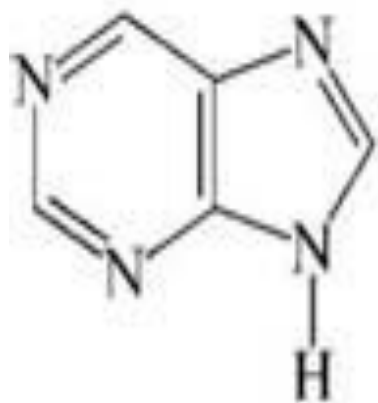
Организм животного — чрезвычайно сложная биохимическая лаборатория. Здесь постоянно с огромной скоростью происходят многочисленные химические реакции, разрушается и вновь создается множество простых и сложных химических соединений.

Белки играют исключительную роль в жизнедеятельности организма, служат главными носителями жизни. Белки специфичны; это зависит от различий в форме молекул — конформации, которая обусловлена определенным порядком чередования аминокислот в полипептидной цепи молекулы белка.

Все аминокислоты, встречающиеся в белках, содержат аминогруппу и карбоксильную группу: различаются они по радикалам. Благодаря наличию аминогруппы аминокислота может выступать в роли основания и реагировать с кислотами, а кислотная группа позволяет ей реагировать с основаниями. Поэтому белки способны выполнять **роль буферов**.

Биологическая ценность различных белков неодинакова. Она зависит от аминокислотного состава, наличия заменимых и незаменимых аминокислот.

Значение незаменимых аминокислот состоит в том, что, кроме участия в образовании белка, они играют важную роль в обмене веществ, а также выполняют специальные функции в организме. Например, **метионин** принимает участие в процессе метилирования при образовании холина и креатина и вместе с тирозином участвует в синтезе адреналина и норадреналина. **Фенилаланин** и тирозин необходимы для образования адреналина, норадреналина и тироксина. При отсутствии **валина** возникает перерождение тканей головного мозга и наступает мышечная слабость. **Триптофан** служит источником синтеза антипеллагрического витамина (никотиамида). **Аргинин** принимает участие в образовании мочевины и является источником гуанидиновой группы при синтезе креатина. **Гистидин** имеет имидазольное кольцо (это углеродные циклические соединения, в которых один или несколько атомов кольцевой системы являются отличными от углерода неметаллами (кислородом, азотом или серой)), которое не может быть синтезировано организмом.



Биологическая ценность белка определяется также степенью усвоения (ассимиляции) его организмом. Чем больше ассимилируется данного белка, тем меньше его нужно для покрытия потребностей организма в белках и тем, следовательно, больше его биологическая ценность. Биологическая ценность белка тем выше, чем ближе его аминокислотный состав к составу белков данного организма.

Азотистый баланс. Использование белка тканями происходит непрерывно. Для выяснения количественной стороны белкового обмена необходимо знать количество принятого с кормом белка и уровень его усвоения организмом. Ввиду того что белок в отличие от углеводов и жиров содержит в своей молекуле азот (14—19 %), о количестве поступивших в организм и использованных белков можно судить по величине азотистого баланса.

Для расчета принимается, что **100 г белка в среднем содержат 16 % азота**. Определяя содержание азота в кормах и выделенное его количество вместе с калом, мочой и потом, можно установить азотистый баланс. По его величине устанавливают приход и расход белка, для чего найденную величину азота умножают на 6,25 ($100:16 = 6,25$).

У взрослого здорового животного, находящегося в нормальных условиях кормления и содержания, отмечают азотистое равновесие, то есть количество азота, потребленного с белком, и количество азота, выделенного из организма, равны.

При окислении белков образуется аммиак, который поступает в кровь, печень и почки, где из него синтезируется мочеви́на. Частично мочеви́на крови выводится с мочой, у жвачных также экскретируется в преджелудки, выделяется слюнными железами и снова поступает в рубец. Такой кругооборот азота служит важнейшей приспособительной реакцией организма, повышающей азотистый баланс корма.

Положительным азотистым балансом называют состояние, когда часть азота корма задерживается в организме.

Отрицательный азотистый баланс характеризуется тем,

Использование белков тканями организма осуществляется непрерывно, независимо от их поступления с кормом. Животный организм в зависимости от количества белков в кормах может иметь различную высоту уровня азотистого равновесия. Белок в теле взрослого организма в обычных условиях не откладывается про запас, а **разрушение его в процессе обмена веществ идет постоянно.**

Даже при безбелковой кормлении из организма с мочой выделяются азотистые вещества, то есть идет разрушение белка в процессе метаболизма. **Для того чтобы постоянно поддерживать азотистое равновесие в организме, необходимо обязательное поступление определенного количества белка.** Это минимальное количество белка, способствующее поддержанию азотистого равновесия в организме, получило название **белкового минимума.**

Для сельскохозяйственных животных белковый минимум (в граммах на 1 кг живой массы) примерно следующий: для овцы и свиньи — 1; для лошади в покое — 0,7—0,8, в работе— 1,2—1,42; для нелактующей коровы — 0,6—0,7, для лактирующей— 1.

Эти нормы намного превышают количество белка, выводимого из организма в покое при безбелковом питании, **названное коэффициентом белкового изнашивания**. Указанный белковый минимум не только удерживает азотистое равновесие, но и полностью покрывает энергетические потребности организма.

Потребность организма в белках корма зависит и от таких питательных веществ, как жиры и углеводы. Эндогенный белковый катаболизм уменьшается, если все энергетические затраты организма восполняются полностью за счет углеводов и жиров. Тем самым они заметно предупреждают распад белков организма.

Обмен аминокислот

После всасывания в кровь и частично в лимфу аминокислоты в организме животного претерпевают ряд превращений.

Во-первых, происходит синтез белков, направленный на восполнение физиологических затрат белка в результате жизнедеятельности организма. Для синтеза различных тканевых белков необходим вполне определенный набор незаменимых аминокислот. При отсутствии хотя бы одной незаменимой аминокислоты биосинтез белка не осуществляется.

Часть свободных аминокислот затрачивается на синтез биологически важных веществ — гормонов, ферментов и других активных соединений.

Другая часть, подвергаясь необратимому окислительному процессу, используется в качестве энергетического материала с образованием конечных продуктов — аммиака, углекислого газа и воды. При этом процесс обновления аминокислот в молекулах тканевых белков происходит с разной скоростью. Так, белки печени обновляются наполовину за 18—12 сут, белки плазмы крови — за 18—45 сут.

В обмене аминокислот наибольшее значение имеют реакции дезаминирования, трансаминирования и декарбоксилирования.

Имеется несколько путей **дезаминирования**: восстановительный, окислительный и гидролитический. Продуктами дезаминирования аминокислот могут быть различные кетокислоты (пировиноградная, щавелевоуксусная, α -кетоглутаровая), оксикислоты (молочная кислота и др.) с выделением аммиака. У животных окислительный путь является преобладающим типом дезаминирования.

Почти все аминокислоты в процессе обмена веществ подвергаются **трансаминированию (переаминированию)**. В процессе дезаминирования и трансаминирования аминокислот образуются кетокислоты, которые являются звеньями как промежуточного обмена аминокислот, так и обмена углеводов и жиров. Через эти соединения осуществляется связь белкового обмена с жировым и углеводным.

Декарбоксилирование аминокислот состоит в отщеплении карбоксильной группы в виде двуокиси углерода.

В результате дезаминирования аминокислот и распада других азотистых соединений в тканях непрерывно образуются аммиак, двуокись углерода и вода. Аммиак токсичен для животных, поэтому его накопление привело бы к неизбежному отравлению организма. Однако у высших животных аммиак в органах и тканях не накапливается, а за счет существующих ферментативных механизмов он связывается (обезвреживается) и переходит в мочевины.

Мочевина — это главный конечный продукт азотистого обмена, выделяющийся с мочой у млекопитающих животных. Возможны и другие пути нейтрализации аммиака в организме. **Глутаминовая и аспарагиновая кислоты связывают аммиак, превращаясь в глутамин и аспарагин.** У птиц и рептилий основной конечный продукт азотистого обмена представлен мочевой кислотой.

Обмен сложных белков.

Среди белков этой группы существенное биологическое значение имеют нуклеопротеиды, в качестве простетической группы имеющие нуклеиновые кислоты. Пути обмена сложных белков весьма разнообразны. Расщепление нуклеиновых кислот происходит в кишечнике под влиянием ферментов поджелудочной железы — рибонуклеаз и дезоксирибонуклеаз. Поли-нуклеотиды в кишечнике расщепляются на отдельные моноклеотиды, а последние при отщеплении фосфорной кислоты превращаются в нуклеозиды, которые всасываются в кровь и поступают в органы и ткани. В тканях нуклеозиды под действием ферментов нуклеозидаз расщепляются на азотистые основания и сахар. При этом образуются пуриновые (аденин, гуанин), пиримидиновые (цитозин, урацил, тимин) основания и пептозы.

Азотистые основания **пуринового ряда** затем подвергаются гидролитическому дезаминированию и дальнейшему окислению до мочевой кислоты. В свою очередь, мочевая кислота под действием фермента уриказы превращается в аллантоин и выделяется с мочой. Что касается сахаристого компонента нуклеиновых кислот, то он окисляется до CO_2 и H_2O .

Пиримидиновые азотистые основания подвергаются тотальному разрушению до CO_2 , H_2O и NH_3 .

Регуляция белкового обмена

Белковый обмен находится под регулирующим влиянием центральной нервной системы.

В гипоталамической области промежуточного мозга находятся специальные центры, регулирующие белковый обмен.

На белковый обмен оказывает влияние и кора больших полушарий.

В свою очередь, центральная нервная система регулирующую роль осуществляет через железы внутренней секреции:

ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА

При гиперфункции щитовидной железы повышается обмен белков, мышцы теряют очень важное для них азотистое вещество — креатин, который переходит в мочу. Может также наступать отрицательный азотистый баланс.

Гипофункция щитовидной железы сопровождается явлениями обратного порядка, то есть замедляется обмен веществ, останавливается рост тела, что вызывает карликовость, кретинизм и микседему.

Надпочечники

Под влиянием гормонов корковой части надпочечников (минералокортикоиды — дезоксикортикостерон, альдостерон) в печени и почках **усиливается дезаминирование**, в связи с этим больше выделяется азота с мочой. При этом увеличивается и общий обмен белков.

Более активное влияние на обмен белков оказывает другая группа гормонов — глюкокортикоиды (кортизол, кортизон, кортикостерон). Эти гормоны **ускоряют распад белков и аминокислот**, в результате чего также усиливается выделение азота из организма. Недостаток кортикоидных гормонов вызывает явления обратного порядка.

Гипофиз

Гипофиз посредством своих гормонов регулирует деятельность желез внутренней секреции, а его передняя доля (аденогипофиз) регулирует также обмен белков и рост организма. Механизм влияния **гормона роста** на обмен белков заключается в том, что **он стимулирует их синтез в первую очередь в мышцах, в меньшей степени в печени.** Вследствие этого с мочой выделяется меньше азота, снижается и уровень аминокислот в плазме крови. Следовательно, гормон роста как бы способствует экономному расходованию

Печень, почки

В печени происходит не только синтез белков, но и их перестройка (трансаминирование, дезаминирование). В ней осуществляются процессы обезвреживания аммиака, он превращается в мочевины или используется на образование амидов кислот. Здесь же происходит реакция обезвреживания продуктов гниения белков (индол, скатол, фенолы).

В почках совершается дезаминирование аминокислот, освобождающийся при этом аммиак связывается кислотами, а соли выводятся с мочой. Через почки выделяются и остальные продукты азотистого обмена: мочевины, креатинин, мочевая кислота, аммиак и гиппуровая кислота. При заболевании почек может происходить задержка конечных продуктов белкового обмена, что вызывает отравление организма (уремию) и может привести к гибели животного.

ОБМЕН УГЛЕВОДОВ

К важнейшим группам органических соединений, синтезируемых и используемых клетками организма, относятся углеводы. Различают простые и сложные углеводы. Сложные углеводы, или полисахариды, состоят из остатков большого количества молекул простых углеводов — моносахаридов.

Углеводы служат основным источником энергии в организме. Основным источником углеводов для сельскохозяйственных животных — это клетчатка (полисахарид). В рубце у жвачных и в толстом кишечнике у животных с однокамерным желудком (лошадь, свинья) **при расщеплении клетчатки образуется глюкоза.** Одна ее часть всасывается в кровь, другая служит пищей для микробов и подвергается дальнейшему распаду с образованием летучих жирных кислот: уксусной, масляной, пропионовой и др.

Основная часть всосавшихся из пищеварительного тракта углеводов через воротную вену поступает в печень, где из них образуется гликоген; здесь он депонируется и служит основным резервным источником образования глюкозы. Часть глюкозы из печени поступает в большой круг кровообращения и транспортируется кровью в органы и ткани, где окисляется и используется для покрытия энергетических затрат организма. **Неиспользованная часть глюкозы превращается в триглицериды в жировых депо.**

Печени принадлежит главная роль в регуляции постоянства концентрации сахара в крови. При избыточном поступлении углеводов в организм в печени происходит синтез гликогена, а при недостаточном поступлении, наоборот, гликоген в ней распадается до глюкозы. Таким способом поддерживается нормальное количество сахара в крови.

Гликоген синтезируется из глюкозы не только в печени, но и в других органах и тканях. Значительное количество гликогена содержится в мышцах. Они являются также местом усиленного потребления углеводов, особенно во время работы, а во время отдыха синтезируют гликоген за счет глюкозы крови.

В организме животных использование гликогена и глюкозы клетками и тканями, происходит вплоть до образования конечных продуктов обмена с выделением энергии, происходит двумя путями. Распад углеводов, происходящий без участия кислорода, называется *анаэробным*, а с

Регуляция обмена углеводов

Углеводный обмен, постоянство содержания глюкозы в крови, гликогена в печени регулируются центральной нервной системой.

Расположенные на дне четвертого желудочка нервные ядра при раздражении передают возбуждение по нервным волокнам к печени и вызывают усиленное превращение гликогена в глюкозу в печеночных клетках.

В регуляции углеводного обмена участвуют кора головного мозга, гипоталамус и вегетативная нервная система.

Причем волокна **симпатической** нервной системы регулируют **распад** гликогена до глюкозы, а волокна парасимпатической — наоборот, его образование из глюкозы.

Большое влияние на углеводный обмен оказывают железы внутренней секреции — поджелудочная, щитовидная, надпочечники, гипофиз и другие, **которые под контролем центральной нервной системы регулируют**

При гиперфункции **щитовидной железы** происходит уменьшение содержания гликогена в печени, так как гормон **тироксин усиливает потребление сахара тканями.**

Очень важную роль в регуляции углеводного обмена играет поджелудочная железа, вырабатывающая гормон **инсулин.** Он стимулирует синтез фермента гексокиназы, который катализирует образование глюкозо-6-фосфата. Далее глюкозо-6-фосфат используется на синтез гликогена в печени и мышцах и на окисление в тканях животного с выделением энергии. Кроме того, инсулин ускоряет транспорт глюкозы в клетки, повышает синтез жирных кислот и замедляет их окисление, способствует исчезновению ацетоновых тел и т. д. Все это, вместе взятое, влияет на снижение уровня сахара в крови.

Гипогликемия, вызванная инсулином, опасна в первую очередь для головного мозга. В этом случае поджелудочная железа вырабатывает другой гормон — **глюкагон**, который повышает уровень сахара в крови за счет ускорения

Не менее важную функцию в регуляции обмена углеводов выполняет гормон мозгового слоя надпочечников — **адреналин**. Поступая в кровь, он повышает обмен веществ, усиливает мышечную работоспособность и расщепление гликогена в печени, в мышцах, вследствие чего увеличивается содержание сахара в крови. Адреналин активизирует в печени и мышцах фермент фосфорилазу, который ускоряет распад гликогена.

Следовательно, **инсулин — это сахаропонижающий гормон, а адреналин — сахароповышающий.**

На уровень углеводного обмена влияют и некоторые **гормоны коркового слоя надпочечников** — минералокортикоиды и глюкокортикоиды.

В регуляции углеводного обмена особое место занимает передняя доля гипофиза — **аденогипофиз**. Он является универсальным органом, действующим на обмен углеводов, жиров, белков, рост организма и на функции многих желез внутренней секреции. Например, **гормон роста снижает использование глюкозы и повышает ее уровень в крови.**

Таким образом, распад и синтез гликогена в печени, поддержание сахара в крови на определенном уровне и дальнейшее превращение углеводов в организме находятся под контролем довольно сложной регулирующей системы. Ведущая роль в регуляции углеводного обмена, как и вообще обмена других веществ, принадлежит центральной нервной системе.

ОБМЕН ЛИПИДОВ

Липиды (от греч. липос — жир) — это общее название для жиров и жироподобных веществ — липоидов.

Молекула жира состоит из одной молекулы глицерина и трех молекул жирной кислоты, поэтому их называют триглицеридами или нейтральными жирами.

Жироподобные вещества, или липоиды,— соединения, растворимые в органических растворителях; к ним относятся фосфатиды, стерины, стериды, воски и гликолипиды.

Жирные кислоты с одной или несколькими двойными связями называют ненасыщенными. В состав любого жира входят насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Их соотношение различно. Например, жиры, содержащие большое количество насыщенных жирных кислот, более тугоплавкие и твердые, и наоборот, при большем содержании ненасыщенных жирных кислот они, как правило, жидкие. Ненасыщенные жирные кислоты находятся главным образом в растительных жирах. Жиры, имеющие температуру плавления, близкую к температуре тела животных, хорошо эмульгируются и лучше перевариваются.

Большое биологическое значение имеют высоконенасыщенные незаменимые жирные кислоты — **арахидоновая, линолевая и линоленовая**. Линолевая кислота (витамин Р) незаменима для животного организма, и она должна поступать с кормом. Линоленовая и арахидоновая кислоты могут образоваться из линолевой при наличии достаточного количества витаминов группы В.

Липиды (жиры, фосфолипиды, стерины) играют большую физиологическую роль в организме. Они входят в состав клеточных структур, особенно **клеточных мембран**. Подобно белкам липиды служат компонентами плазматической мембраны, окружающей каждую клетку, а также ядерной оболочки и ряда органелл клетки (митохондрии, микросомы).

Много фосфолипидов содержится в мозге, нервной ткани, а также в надпочечниках.

Однако основная масса липидов в виде нейтральных жиров откладывается в **качестве запасного материала, образуя жировую ткань**. Места жирового депо — подкожная клетчатка, сальник и жировая ткань, обволакивающая органы брюшной и грудной полостей.

Различают белую и бурую жировую ткань. Бурая жировая ткань имеется в основном у эмбрионов и животных в ранний постнатальный период. В клетках бурой жировой ткани в отличие от белой обнаружено большое количество митохондрий. Цвет этой ткани зависит от железосодержащих пигментов — цитохромов, которые составляют важную часть окислительной ферментативной системы митохондрий. Митохондрии служат энергетическим центром клетки, поэтому бурый жир выполняет важную функцию в поддержании температурного гомеостаза у новорожденных.

При окислении в организме жиры выделяют не только энергию, но и дают значительное количество воды. Поэтому жиры служат также источником образования воды в организме. Если при окислении 1 г белка образуется 0,41 мл воды, при окислении 1 г углеводов — 0,55 мл, то при окислении 1 г жира выделяется 1,07 мл воды. Образование воды — важная часть обмена жиров. Это особенно нужно для животных, обитающих в засушливых районах. Так, у верблюдов и овец курдючной породы запасенный жир (горб, курдюк) может окисляться интенсивно и организм успешно справляется с водной недостаточностью в течение продолжительного времени (8—13 дн.) за счет значительного образования эндогенной воды.

Наконец, жиры являются растворителями ряда витаминов — групп А, Д, Е, К.

Жировые отложения нельзя считать долговременными запасами питательных веществ, используемыми только в случае голодания,— они непрерывно расходуются и восстанавливаются. Исследования с мечеными кислотами показали, что у мышей в течение одной недели обновляется половина резервных жиров.

Комплекс липидов с белками получил название *липопротеидов*.

Циркулирующие в крови липопротеиды — это второй, мобильный резерв жира, так как под влиянием особого фермента — липопротеиновой липазы — из жира, входящего в состав липопротеидов, могут освобождаться жирные кислоты.

Фосфолипиды — важные компоненты растительных и животных клеток вообще и нервных клеток в особенности. Обмен фосфолипидов связан с обменом жиров. Фосфолипиды способствуют всасыванию жиров, участвуют в их транспортировке кровью, в синтезе жира молока и **предотвращают ожирение печени.** Они играют важную роль в органах размножения и при развитии зародыша.

Стероиды представляют собой сложные соединения. К стероидам, имеющим важное физиологическое значение, относятся гормоны коркового слоя надпочечников, мужские и женские половые гормоны, соли желчных кислот, холестерин и кальциферол (витамин D₂).

Холестерин — важный структурный компонент нервной и других тканей. Он содержится во всех клетках животного. Причем его общее количество в организме остается примерно на одном уровне даже после длительного голодания животных.

Холестерин имеет двойное происхождение. Незначительная его часть поступает с кормом, но большая часть образуется в организме. Наилучшим исходным материалом для синтеза холестерина в организме, видимо, служат жиры, затем белки и, наконец, углеводы.

Холестерин способен связывать ядовитые вещества, поступающие в организм или образующиеся в нем, и даже обезвреживать их. Он участвует в образовании желчных кислот, кальциферола, гормонов коры надпочечников и половых гормонов.

Холестерин, являясь жизненно важным компонентом организма, при нарушении его обмена способствует возникновению очень серьезного заболевания — атеросклероза, а также желчекаменной болезни, некоторых поражений кожи, а по мнению отдельных

исследователей, также отложения холестерина в стенках сосудов.

Переваривание, всасывание и промежуточный обмен липидов.

В желудочно-кишечном тракте липиды подвергаются сложной химической обработке. Переваривание жиров осуществляется ферментами — липазами, содержащимися в желудочном, поджелудочном и кишечном соках.

В желудке гидролизуются только эмульгированные жиры, то есть жир молока. Основное переваривание жиров происходит в тонком отделе кишечника при активном участии желчи.

Под влиянием парных соединений желчных кислот (таурохолевая, гликохолевая и др.) жир превращается в тончайшую эмульсию и становится доступным действию фермента липазы, которая расщепляет его на глицерин и жирные кислоты. Последние, образуя комплексные соединения с желчными кислотами, проникают через ворсинки кишечника в его стенку. Жирные кислоты, поступающие в стенку кишечника, вновь образуют с глицерином жир — триглицерид, свойственный только для данного вида животного. Данный жир, как и непосредственно всосавшийся, соединяясь с небольшим количеством белка, образует так называемые **хиломикроны** — разновидность липопротеидов. Из стенки кишечника хиломикроны попадают в **лимфатическое русло и кровь, а затем в легкие**. Таким образом, первый орган, через который проходит жир в виде хиломикронов, — легкие. Этим жиры отличаются от углеводов и аминокислот, которые всасываются непосредственно в

Легкие играют важную роль в обмене всосавшегося жира. В них присутствуют особые клетки — гистиоциты, которые обладают способностью захватывать жир. При избыточном всасывании жира он временно задерживается гистиоцитами. Следовательно, легкие являются как бы губкой, предохраняющей артериальную кровь от избыточного поступления жира.

Это имеет большое физиологическое значение для организма, так как значительное увеличение концентрации жира в артериальной крови может привести к повышению ее свертываемости, закупорке мелких сосудов, а также к усилению его отложения в жировом депо. Однако в легких жир не только задерживается, но и расщепляется. Здесь происходит частичное окисление освободившихся жирных кислот, а образовавшееся при этом тепло согревает поступивший в легкие холодный воздух.

Хиломикроны, попавшие в подкожную жировую клетчатку, сальники и брыжейку, откладываются в виде запасного жира. Причем синтезируемый жир всегда специфичен для каждого вида животного.

В жировое депо поступают и те жиры, которые клетки организма синтезируют из продуктов распада углеводов и некоторых аминокислот. Кровь по мере необходимости доставляет жиры из депо к местам их использования, главным образом в клетки печени.

Превращения жира в тканях животного начинаются с его расщепления под действием фермента липазы на глицерин и жирные кислоты, которые затем, окисляясь, различными путями превращаются в **ацетилкофермент А**. Последний из печени с кровью доставляется к клеткам различных тканей, органов и окисляется по циклу Кребса до двуокиси углерода и воды.

При окислении липидов в организме наряду с конечными продуктами (CO_2 и H_2O) образуются и другие побочные соединения. Особое значение имеют продукты неполного окисления жирных кислот, объединяемые под наименованием *кетоновых* или *ацетоновых тел*. Группу ацетоновых тел составляют **ацетоуксусная кислота, бета-оксимасляная кислота и ацетон**.

Печень — основное место образования ацетоновых тел. Большое количество ацетоновых тел образуется при нарушении жирового обмена, а также в результате обменных превращений некоторых аминокислот. Увеличение концентрации ацетоновых тел в крови оказывает вредное влияние на организм, в особенности на центральную нервную систему. Ацетонемия часто регистрируется у высокоудойных коров и суягных овцематок, а также и у других животных при сахарном диабете.

Регуляция липидного обмена

Обмен липидов так же, как и других веществ, регулируется центральной нервной системой. Центр регуляции липидного обмена находится **в промежуточном мозге**. Регуляция осуществляется, с одной стороны, через симпатическую и парасимпатическую систему, с другой — через железы внутренней секреции.

Большое значение в обмене жиров имеют процесс отложения запасного жира в жировой ткани и его мобилизация. **Симпатическая нервная система способствует мобилизации жира**. При ее возбуждении, обусловленном мышечным напряжением, отрицательными эмоциями, возможна убыль жира в жировой ткани. Наоборот, слабая возбудимость симпатической нервной системы способствует понижению расщепления жира и приводит к ожирению.

Переход углеводов в жиры осуществляется непосредственно в жировой ткани. Этот сложный процесс регулируется гормоном поджелудочной железы — **инсулином**. Превращению углеводов в жиры способствует гормон передней доли гипофиза — **пролактин**. **Тиамин** (витамин В₁) также активизирует процесс образования жира из углеводов.

Мобилизация жира и его энергетическое использование стимулируются гормоном щитовидной железы — **тироксिन**. Он активизирует окислительные процессы, в результате чего усиленно расщепляется сахар, печень теряет гликоген и получает из жировых депо жир.

Соматотропный гормон гипофиза ускоряет как выход жирных кислот из жировой ткани, так и их сгорание. Выделяемая при этом энергия обеспечивает синтез белка, что ведет к усиленному росту организма. Следовательно, гормон роста способствует экономному расходу белков и интенсивному использованию вместо них жиров. Гипофункция гипофиза приводит к значительному отложению жира (гипофизарное ожирение), а гиперфункция — к истощению (гипофизарная кахексия).

В организме все обменные процессы тесно связаны друг с другом. Взаимные связи постоянно возникают как на основе общности веществ, образующихся при окислении белков, жиров и углеводов, так и на основе энергетической зависимости. Энергия, образующаяся при расщеплении одних соединений, утилизируется в живой клетке для синтеза других.

Так, например, углеводный обмен нельзя рассматривать изолированно от обмена белков и жиров. В ходе обменных процессов в организме существует взаимосвязь и переплетение различных видов обмена. Белки и даже жиры могут быть источниками образования гликогена, а за счет углеводов может осуществляться образование жиров, что происходит при откорме животных. Кроме того, за счет углеводов путем трансаминирования могут быть также синтезированы многие заменимые аминокислоты. Причем возможен и обратный процесс, то есть, большинство аминокислот может служить источником для образования