

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»

БИОХИМИЯ

краткий курс лекций

для аспирантов

Направление подготовки

06.06.01 Биологические науки

Профиль подготовки

Биохимия

Саратов 2014

УДК 577.1
ББК 28.072
Д48

348 **Биохимия:** краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 06.06.01 Биологические науки (профиль подготовки – Биохимия) / Сост.: Б.И. Древко, П.В. Смутнев // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 64 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Биохимия» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 06.06.01 Биологические науки (профиль подготовки – Биохимия). Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам биологической химии, рассмотрены химические закономерности биологически активных веществ, физические и химические основы жизнедеятельности организма. Направлен на формирование у студентов знаний об основных биохимических законах и их использовании их в профессиональной деятельности.

УДК 577.1
ББК 28.072

©Древко Б.И. 2014
©Смутнев П.В., 2014
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014

Введение

Биологическая химия является одним из важнейших разделов химической науки. Целью освоения дисциплины «Биохимия» является формирование у аспирантов навыков организации и проведения научных исследований на основе биохимических законов, принципов и закономерностей, характерных для живых организмов, культур клеток и биологических процессов, в соответствующей профессиональной области. Современная биологическая химия – настолько обширная область естествознания, что многие ее разделы представляют собой самостоятельные, хотя и связанные между собой научные дисциплины.

Краткий курс лекций по дисциплине «Биологическая химия» раскрывает основные законы биологической химии, на которых базируются последующие химические дисциплины, она включает в себя введение в биологическую химию, изучает основные классы биологически активных соединений, Основное назначение биохимии сводится к тому, чтобы решать на молекулярном уровне задачи фундаментальные и общебиологические.

Курс нацелен на формирование ключевых компетенций, связанных с пониманием основных понятий и законов биологической химии, грамотным подбором условий и химических компонентов для решения профессиональных задач, использованием навыков основных законов естественнонаучных дисциплин для теоретических и экспериментальных исследований в ветеринарии.

ЛЕКЦИЯ 1

БИОХИМИЯ В СИСТЕМЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

1.1. Предмет и задачи биологической химии

Биологическая химия – это наука о молекулярной сущности жизни. Она изучает химическую природу веществ, входящих в состав живых организмов, их превращения, а также связь этих превращений с деятельностью клеток, органов и тканей и организма в целом.

Главная *задача* биохимии – установление связи между молекулярной структурой и биологической функцией химических компонентов живых организмов.

1.2. Разделы биохимии

Биохимия включает три раздела:

- *Статическая биохимия* изучает количественный и качественный состав живых организмов.

- *Динамическая биохимия* изучает превращения химических соединений и связанные с ними превращения энергии в организме животных.

- *Функциональная биохимия* вскрывает связи между процессами превращения веществ организма и функциями в тканях и органах.

Главными направлениями задач являются:

- Дифференцировка клеток высших организмов (эукариот);
- Организация и механизм функционирования генома;
- Регуляция действия ферментов и теория энзиматического катализа;
- Молекулярные основы соматических и наследственных заболеваний животных, злокачественного роста, иммунитета;
- Рациональное питание;
- Биосинтез белка;
- Биологические мембраны и биоэнергетика.

Вопросы для самоконтроля

1. Предмет и задачи биологической химии
2. Разделы биохимии

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие/ Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, ЮА. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

6. Филлипович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4

7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1

2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. –ISBN 5-225-03558-2

3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7

4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-X

5. биология / Н.Н. Мушкхамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Мединформагентство, 2003. – 417 с. – ISBN: 5-89481-140-6

6. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2

7. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.

8. Осипова, О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7

9. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.

10. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

ЖИЗНЬ КАК ОСОБАЯ ФОРМА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИИ

2.1. Концепции и теории происхождения жизни

Проблема жизни и живого является объектом исследования многих естественных дисциплин, начиная с биологии и завершая философией, математикой, рассматривающих абстрактные модели феномена живого, а также физикой, определяющей жизнь с позиций физических закономерностей.

Вокруг этой главной проблемы концентрируются все другие более частные проблемы и вопросы, а также строятся философские обобщения и выводы.

В соответствии с двумя мировоззренческими позициями — материалистической и идеалистической — еще в древней философии сложились противоположные концепции происхождения жизни: **креационизм и материалистическая теория происхождения** органической природы из неорганической.

Сторонники **креационизма** утверждают, что жизнь возникла в результате акта божественного творения, свидетельством чего является наличие в живых организмах особой силы, управляющей всеми биологическими процессами.

Сторонники происхождения жизни из неживой природы утверждают, что органическая природа возникла благодаря действию естественных законов. Позднее эта концепция была конкретизирована в идее самозарождения жизни.

Концепция самозарождения, несмотря на ошибочность, сыграла позитивную роль; опыты, призванные ее подтвердить, представили богатый эмпирический материал для развивающейся биологической науки. Окончательный отказ от идеи самозарождения произошел только в XIX в.

В XIX в. также была выдвинута **гипотеза вечного существования жизни** и ее космического происхождения на Земле. Было высказано предположение, что жизнь существует в космосе и переносится с одной планеты на другую.

В начале XX в. идею **космического происхождения** биологических систем на Земле и вечности существования жизни в космосе развивал русский ученый академик **В.И. Вернадский**.

Гипотеза академика Опарина А.И.

Принципиально новая гипотеза происхождения жизни была изложена академиком **А.И. Опариным** в книге «**Происхождение жизни**», опубликованной в 1924 г. Он выступил с утверждением, что **принцип Реди**, вводящий монополию биотического синтеза органических веществ, справедлив лишь для современной эпохи существования нашей планеты. В начале же своего существования, когда Земля была безжизненной, на ней происходили абиотические синтезы углеродистых соединений и их последующая предбиологическая эволюция.

Суть гипотезы Опарина заключается в следующем: зарождение жизни на Земле — длительный эволюционный процесс становления живой материи в недрах неживой. Произошло это путем химической эволюции, в результате которой простейшие органические вещества образовались из неорганических под влиянием сильнодействующих физико-химических процессов.

Появление жизни он рассматривал как единый естественный процесс, который состоял из протекавшей в условиях ранней Земли первоначальной химической эволюции, перешедшей постепенно на качественно новый уровень — биохимическую эволюцию.

Рассматривая проблему возникновения жизни путем биохимической эволюции, Опарин выделяет три этапа перехода от неживой материи к живой.

Первый этап — химическая эволюция. Когда Земля была еще безжизненной (около 4 млрд лет назад), на ней происходили абиотический синтез углеродистых соединений и их последующая **предбиологическая эволюция**.

Для этого периода эволюции Земли были характерны многочисленные вулканические извержения с выбросом огромного количества раскаленной лавы. По мере остывания планеты водяные пары, находившиеся в атмосфере, конденсировались и обрушивались на Землю ливнями, образуя огромные водные пространства (первичный океан). Эти процессы продолжались многие миллионы лет. В водах первичного океана были растворены различные неорганические соли. Кроме того, в океан попадали и различные органические соединения, непрерывно образующиеся в атмосфере под действием ультрафиолетового излучения, высокой температуры и активной вулканической деятельности.

Концентрация органических соединений постоянно увеличивалась, и, в конце концов, воды океана стали «бульоном» из белковоподобных веществ — пептидов.

Второй этап — появление белковых веществ. По мере смягчения условий на Земле, под воздействием на химические смеси первичного океана электрических разрядов, тепловой энергии и ультрафиолетовых лучей стало возможным образование сложных органических соединений — биополимеров и нуклеотидов, которые, постепенно объединяясь и усложняясь, превращались в **протобионтов** (доклеточных предков живых организмов). Итогом эволюции сложных органических веществ стало появление **коацерватов**, или коацерватных капель.

Коацерваты — комплексы коллоидных частиц, раствор которых разделяется на два слоя: слой, богатый коллоидными частицами, и жидкость, почти свободную от них. Коацерваты обладали способностью поглощать различные вещества, растворенные в водах первичного океана. В результате внутреннее строение коацерватов менялось в сторону повышения их устойчивости в постоянно меняющихся условиях.

Теория биохимической эволюции рассматривает коацерваты как предбиологические системы, представляющие собой группы молекул, окруженные водной оболочкой.

Так, например, коацерваты способны поглощать вещества из окружающей среды, вступать во взаимодействие друг с другом, увеличиваться в размерах и т.д. Однако в отличие от живых существ коацерватные капли не способны к самовоспроизводству и саморегулированию, поэтому их нельзя отнести к биологическим системам.

Третий этап — формирование способности к самовоспроизводству, появление живой клетки. В этот период начал действовать естественный отбор, т.е. в массе коацерватных капель происходил отбор коацерватов, наиболее устойчивых к данным условиям среды. Процесс отбора шел в течение многих миллионов лет. Сохранившиеся коацерватные капли уже обладали способностью к первичному метаболизму — главному свойству жизни.

Вместе с тем, достигнув определенных размеров, материнская капля распадалась на дочерние, сохраняющие особенности материнской структуры.

Таким образом, можно говорить о приобретении коацерватами свойства самовоспроизводства — одного из важнейших признаков жизни. По сути дела, на этой стадии коацерваты превратились в простейшие живые организмы.

Дальнейшая эволюция этих предбиологических структур была возможна только при усложнении обменных процессов внутри коацервата.

Внутренняя среда коацервата нуждалась в защите от воздействий окружающей среды.

Поэтому вокруг коацерватов, богатых органическими соединениями, возникли слои липидов, отделившие коацерват от окружающей его водной среды. В процессе эволюции липиды трансформировались в наружную мембрану, что значительно повысило жизнеспособность и устойчивость организмов.

Появление мембраны предопределило направление дальнейшей биологической эволюции по пути все более совершенной авторегуляции, завершившейся образованием первичной клетки — архклетки. Клетка — элементарная биологическая единица, структурно-функциональная основа всего живого. Клетки осуществляют самостоятельный обмен веществ, способны к делению и саморегулированию, т.е. обладают всеми свойствами живого. Образование новых клеток из неклеточного материала невозможно, размножение клеток происходит только благодаря делению. Органическое развитие рассматривается как универсальный процесс клеткообразования.

В структуре клетки выделяют: мембрану, отграничивающую содержимое клетки от внешней среды; цитоплазму, представляющую собой соляной раствор с растворимыми и взвешенными ферментами и молекулами РНК; ядро, содержащее хромосомы, состоящие из молекул ДНК и присоединенных к ним белков.

Следовательно, началом жизни следует считать возникновение стабильной самовоспроизводящейся органической системы (клетки) с постоянной последовательностью нуклеотидов. Только после возникновения таких систем можно говорить о начале биологической эволюции.

Возможность абиогенного синтеза биополимеров была экспериментально доказана в середине XX в. В 1953 г. американский ученый **С. Миллер** смоделировал первичную атмосферу Земли и синтезировал уксусную и муравьиную кислоты, мочевину и аминокислоты путем пропускания электрических зарядов через смесь инертных газов. Таким образом было продемонстрировано, как под действием абиогенных факторов возможен синтез сложных органических соединений.

Несмотря на теоретическую и экспериментальную обоснованность, концепция Опарина имеет как сильные, так и слабые стороны.

Сильной стороной концепции является достаточно точное экспериментальное обоснование химической эволюции, согласно которой зарождение жизни является закономерным результатом предбиологической эволюции материи.

Убедительным аргументом в пользу этой концепции является также возможность экспериментальной проверки ее основных положений.

Слабой стороной концепции является невозможность объяснения самого момента скачка от сложных органических соединений к живым организмам.

Одну из версий перехода от предбиологической к биологической эволюции предлагает немецкий ученый **М. Эйген**. Согласно его гипотезе возникновение жизни объясняется взаимодействием нуклеиновых кислот и протеинов. Нуклеиновые кислоты являются носителями генетической информации, а протеины служат катализаторами химических реакций. Нуклеиновые кислоты воспроизводят себя и передают информацию протеинам. Возникает замкнутая цепь — гиперцикл, в котором процессы химических реакций самоускоряются за счет присутствия катализаторов и заторов.

В гиперциклах продукт реакции одновременно выступает и катализатором, и исходным реагентом. Подобные реакции называются автокаталитическими.

Другой теорией, в рамках которой можно объяснить переход от предбиологической эволюции к биологической, является синергетика. Закономерности, открытые синергетикой, позволяют прояснить механизм возникновения органической материи из

неорганической в терминах самоорганизации через спонтанное возникновение новых структур в ходе взаимодействия открытой системы с окружающей средой.

2.2. Значение обмена веществ (катаболизм и анаболизм) в явлениях жизни

Живая клетка - открытая система, постоянно обменивающаяся с внешней средой веществами и энергией: в неё поступают питательные вещества, которые подвергаются превращениям и используются в качестве строительного и энергетического материала, из клетки выводятся конечные продукты метаболизма. В многоклеточном организме клетка реагирует не только на изменение окружающей среды, но и на функциональную активность соседних клеток. При этом она стремится сохранить неизменным свой внутренний состав. Это состояние называют стационарным или клеточным гомеостазом.

В клетке постоянно происходит большое количество разнообразных химических реакций, которые формируют метаболические пути - последовательное превращение одних соединений в другие. Метаболизм - совокупность всех метаболических путей, протекающих в клетках организма.

Среди всех метаболических путей, протекающих в организме, выделяют противоположно направленные процессы: катаболизм и анаболизм. Катаболизм - распад сложных веществ до простых с высвобождением энергии. Анаболизм - синтез из простых более сложных веществ. Метаболические пути согласованы между собой по месту, времени и интенсивности протекания. Эта согласованность протекания всех процессов обеспечивается сложными и многообразными механизмами регуляции.

2.3. Принципы регуляции метаболических путей

Все химические реакции в клетке протекают при участии ферментов. Поэтому, чтобы воздействовать на скорость протекания метаболического пути, достаточно регулировать количество или активность ферментов. Обычно в метаболических путях есть ключевые ферменты, благодаря которым происходит регуляция скорости всего пути. Эти ферменты (один или несколько в метаболическом пути) называются регуляторными ферментами; они катализируют, как правило, начальные реакции метаболического пути, необратимые реакции, скорость-лимитирующие реакции (самые медленные) или реакции в месте переключения метаболического пути (точки ветвления).

Регуляция скорости ферментативных реакций осуществляется на 3 независимых уровнях:

- изменением количества молекул фермента;
- доступностью молекул субстрата и кофермента;
- изменением каталитической активности молекулы фермента.

Вопросы для самоконтроля

1. Концепции и теории происхождения жизни
2. Значение обмена веществ (катаболизм и анаболизм) в явлениях жизни.
3. Принципы регуляции метаболических путей

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие/ Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филиппович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4
7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1
2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. –ISBN 5-225-03558-2
3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7
4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-X
5. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2
6. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.
7. Осипова,О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7
8. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.
9. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

ЛЕКЦИЯ 3

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕЩЕСТВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ОРГАНИЗМОВ, ИХ РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ

Питание является основной биологической потребностью человеческого организма. От правильного питания зависят жизнеспособность, работоспособность и устойчивость организма к воздействиям внешней среды. Питание должно обеспечивать снабжение организма питательными веществами, за счет которых происходит восстановление веществ, израсходованных им в процессе жизнедеятельности, — энергетический обмен веществ; восстановление израсходованных и синтез новых клеточных элементов, т.е. обеспечивать пластический процесс, а также откладывание запасных веществ в тканях-депо (жира — в жировой ткани, гликогена — в печени).

Пища является неотъемлемой частью повседневной жизни каждого человека. Именно с пищей человек получает практически все необходимые вещества для нормальной жизнедеятельности, выполнения работы и других социальных действий.

Обмен веществ осуществляется двумя основными процессами — ассимиляцией и диссимиляцией. Процесс ассимиляции заключается в постоянном поступлении в организм воды, воздуха и сложных органических и минеральных веществ. Эти вещества усваиваются организмом, проходя через ряд процессов, поступают во все клетки организма и обуславливают их жизнедеятельность. Параллельно этому процессу происходит процесс диссимиляции — разрушения веществ, в результате чего выделяется энергия, определяющая жизнедеятельность организма.

Пища современного человека очень разнообразна по составу. Чтобы обеспечить организм человека всеми необходимыми пищевыми веществами (а их более 600), его рацион должен содержать примерно 32 наименования различных продуктов питания: хлеб, мясо, рыба, молоко, овощи, фрукты, зелень, крупы, растительные масла и многое другое.

Необходимо разделить понятия калорийности рациона (общий калораж пищи) и качественный состав потребляемой человеком пищи. Для энергетических расходов организма качественный состав пищи не имеет особого значения, и отдельные пищевые ингредиенты (жиры, белки, углеводы) могут быть заменены по принципу их изодинамического равновесия (по их калорийности), а для пластических процессов наличие минимума определенных компонентов пищи является обязательным. Это означает, что потребление пищи может быть достаточно (адекватно) в количественном отношении и недостаточно (неадекватно) в качественном отношении. Известно, что многие энергетические процессы, протекающие в организме человека, требуют для своего осуществления наличия определенных ферментов и веществ, без минимального содержания которых течение этих процессов нарушается.

Белок является важнейшим компонентом пищевых продуктов. В химическом отношении белки представляют собой сложные азотсодержащие биополимеры, мономерами которых являются аминокислоты. Именно содержанием азота белки отличаются от других органических веществ. Белки — высокомолекулярные соединения. Их молекулярная масса колеблется от 6000 до 1 000 000 и более.

3.1. Аминокислоты

Аминокислотный состав разных белков неодинаков и является важнейшей характеристикой каждого белка, а также критерием его ценности в питании.

Аминокислоты - органические соединения, содержащие две функциональные группы - карбоксильную (COOH), определяющую кислотные свойства молекул, и аминогруппу (NH₂), придающую этим соединениям основные свойства.

Среди большого числа природных аминокислот в составе белков с наибольшим постоянством обнаруживают следующие 20 аминокислот: глицин (гликокол), аланин, серин, треонин, метионин, цистин, валин, лейцин, изолейцин, глутаминовую кислоту, глутамин, аспарагиновую кислоту, аспарагин, аргининлизин, фенилаланин, тирозин, гистидин, триптофан, пролин.

Из 20 аминокислот, образующихся при гидролизе белков, 8 (валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, триптофан, метионин, лизин) не синтезируются в организме человека, являются незаменимыми (эссенциальными) факторами питания. Для детей в возрасте до 1 года незаменимой аминокислотой служит также гистидин. Другие 11 аминокислот могут претерпевать в организме взаимопревращения и не относятся к незаменимым.

Поскольку для построения подавляющего большинства белков организма человека требуются все 20 аминокислот, но в различных соотношениях, дефицит любой из незаменимых аминокислот в рационе неизбежно ведет к нарушению синтеза белков.

Биологическая роль отдельных аминокислот

Глицин. Углеродный скелет глицина используется при построении важнейших компонентов нуклеиновых кислот - пуринов, а также порфириновых колец гемоглобина и цитохромов.

Аланин. Аланин, активно вступая в реакции переаминирования, превращается в пировиноградную кислоту и связывает таким образом обмен белков с обменом углеводов. При этом аланин становится одним из важнейших субстратов глюконеогенеза. Серин - поставщик одноуглеродистых фрагментов, которые используются при синтезе пуринов и пиримидинов.

Метионин. Метионин служит важнейшим «донором» лабильных метальных групп, необходимых для построения активного липотропного соединения - холина, а также синтеза пиримидинового основания - тимина, адреналина и креатина, метаболизма никотиновой кислоты и гистамина.

Лейцин и изолейцин. Лейцин и изолейцин являются предшественниками ацетоуксусной кислоты - одного из представителей кетонных тел, и принадлежат к числу кетогенных аминокислот.

Аспаргиновая кислота. Аспарагиновая кислота, переаминировавшись, превращается в щавелевоуксусную кислоту, необходимую для нормального течения цикла кребса и окисления ацетилкоэнзима А до CO₂ и H₂O. При декарбоксилировании глутаминовой кислоты образуется аминорасщепляющая кислота, являющаяся медиатором торможения в ЦНС.

Аргинин. Аргинин участвует в цикле мочевинообразования и служит непосредственным предшественником мочевины. Вследствие этого аргинин стимулирует синтез мочевины и может оказывать детоксицирующее действие при введении избытка других аминокислот.

Тирозин. Тирозин, образующийся в организме из фенилаланина, является предшественником катехоламинов - адреналина, норадреналина, допамина. Из тирозина образуются гормон щитовидной железы - тироксин, а также меланины - пигменты, определяющие цвет кожи и волос.

Гистидин. При декарбоксилировании гистидина возникает гистамин — медиатор аллергических реакций и один из наиболее мощных стимуляторов секреции желудочного сока.

Триптофан. Из триптофана в организме образуются никотиновая кислота (витамин РР), а также серотонин, обладающий способностью изменять артериальное давление, повышать проницаемость капилляров при воспалении, усиливать процессы возбуждения ЦНС и др.

Термин «жиры» в узком смысле эквивалентен термину «триглицериды» и подразумевает вещества, состоящие из глицерина и жирных кислот, соединенных эфирными связями. То, что называют жирами, в практике питания более правильно обозначать термином «жировые продукты», ибо он более полно характеризует пищевую ценность продукта, определяемую совокупностью всех содержащихся в нем веществ.

Жиры (или липиды) синтезируются абсолютно всеми живыми организмами и состоят из «мелких» элементов – остатков жирных кислот. Жир в организме содержится в виде структурных элементов клеток и самостоятельных клеток — жировых клеток. Больше всего запасного жира содержится в жировой ткани, которой особенно много в подкожной клетчатке, сальнике, жировой капсуле почки, а также в паренхиме печени.

3.2. Классификация жиров

По насыщенности жирных кислот атомами водорода жиры делят на две большие группы:

- Насыщенные жиры.
- Ненасыщенные жиры.

Наиболее ценны в питательном отношении ненасыщенные жирные кислоты. Некоторые из них не синтезируются в организме человека и являются, таким образом, незаменимыми. Из ненасыщенных жирных кислот состоят в основном растительные жиры. Они быстрее усваиваются организмом и приносят гораздо больше пользы, чем жиры животные.

Полиненасыщенные жирные кислоты – линолевая и арахидоновая – являются незаменимыми, так как их синтез в организме крайне ограничен. Они выполняют важную роль в обмене веществ: недостаток их в питании отрицательно сказывается на жизнедеятельности организма человека. Линолевая кислота составляет до 50% и более всех жирных кислот, содержащихся в растительных маслах. Подробнее витамин F .

Функции жиров в организме

Жиры выполняют в организме человека многочисленные функции:

- Энергетическая функция. Жиры, по обеспечению организма энергией, занимают второе место после углеводов. При этом жиры превосходят по калорийности углеводы более чем в 2 раза. При сгорании 1 г жира образуется от 5,5 до 9,35 ккал. Энергетическая ценность триглицеридов определяется длиной углеродной цепи жирных кислот, которые входят в их состав. В отдельных жировых продуктах и в рационе питания в целом всегда имеется смесь жирных кислот с различной длиной углеродной цепи, поэтому энергетическая ценность жиров колеблется от 5,5 до 9,35 ккал/г. Калорийность жиров животного и растительного происхождения примерно одинаковая.

- Присутствие жира в принятой пище обеспечивает более длительное и осязаемое чувство насыщения за счет более длительного пребывания жирной пищи в желудке.

- Жиры очень повышают вкусовые качества пищи, при полном отсутствии жиров пища быстро приедается и не вызывает насыщения. Диеты, не содержащие жира, являются очень объемными, что нарушает нормальную работу кишечника и уменьшает усвояемость пищи.

- Биологическая ценность жиров определяется наличием в них жирорастворимых

витаминов и жирных полиненасыщенных кислот. Жировая ткань является депо жирорастворимых витаминов (А, D, Е, К), которые имеют чрезвычайно большое значение для организма. Особенно богаты этими витаминами следующие продукты: сливочное масло, рыбий жир, растительное масло и свиное сало.

3.3. Углеводы

Углеводами называют органические соединения, состоящие из углерода, водорода и кислорода в соотношении 1:2:1 и имеющие в своем составе функциональные группы двух типов: альдегидную (или кетонную) и спиртовую.

- Моносахариды или простые углеводы, содержат одну молекулу углеводов и не расщепляются при гидролизе. В зависимости от числа углеродных атомов в молекулах моносахариды делятся на триозы, тетрозы, пентозы и гексозы. Для человека наибольшее значение имеют две последние группы, к которым относятся рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза.

Несмотря на значительное сходство в строении, биологическая роль отдельных гексоз различна. Гексозы представляют собой 5-атомные спирты, причем глюкоза и галактоза являются альдегидоспиртами, а фруктоза - кетоспиртом. С пищей человек получает большое количество глюкозы и значительно меньше фруктозы и галактозы.

- Глюкоза.

Глюкоза - та структурная единица (мономер), из которой построены все важнейшие полисахариды - гликоген, крахмал и целлюлоза (клетчатка). Глюкоза входит также в состав важнейших для человека дисахаридов - сахарозы, лактозы, мальтозы.

Глюкоза быстро всасывается в желудочно-кишечном тракте и поступает в кровь, а затем в клетки различных органов и тканей, где она вовлекается в процессы биологического окисления. Окисление глюкозы сопряжено с образованием значительных количеств АТФ. Энергия макроэргических связей АТФ является уникальной формой энергии, используемой организмом для реализации различных физиологических функций. Глюкоза — наиболее легко утилизируемый (по сравнению с другими нутриентами) источник энергии для человека.

При избыточном поступлении глюкозы в организм она с легкостью превращается в гликоген. Содержание глюкозы в крови благодаря сложным регуляторным процессам колеблется в пределах 0,08 - 0,12%. Гликоген по мере снижения сахара в крови расщепляется до глюкозы и снова поступает в кровь. Именно так и поддерживается постоянный уровень сахара в крови.

Глюкоза поступает в организм в составе ряда полисахаридов (крахмал, гликоген, целлюлоза) и дисахаридов (сахароза, лактоза, мальтоза). Глюкоза и фруктоза находятся во многих пищевых продуктах в свободном виде. Основными пищевыми источниками свободной глюкозы и фруктозы служат мед, кондитерские изделия и плоды.

Роль глюкозы особенно велика для ЦНС (важнейший субстрат окисления). Глюкоза служит непосредственным предшественником гликогена — запасного углевода человеческого организма. Она легко превращается в организме человека в триглицериды, причем этот процесс особенно усиливается при избыточном поступлении глюкозы с пищей.

- Фруктоза.

Фруктоза по своим свойствам очень похожа на глюкозу: входит в состав сахарозы, участвует в построении гемицеллюлоз, также является быстроутилизируемым продуктом. Фруктоза еще в большей степени склонна к превращению в триглицериды. Фруктоза более медленно всасывается в желудочно-кишечном тракте и поэтому лучше переносится

больными сахарным диабетом. Фруктоза - менее распространенный углевод, чем глюкоза.

Часть фруктозы в печени превращается в глюкозу, однако метаболизм оставшейся фруктозы отличается от такового глюкозы. Ферменты, участвующие в специфических превращениях фруктозы, не требуют для проявления своей активности инсулина. Этим обстоятельством, а также значительно более медленным всасыванием фруктозы (сравнительно с глюкозой) в кишечнике объясняется лучшая переносимость фруктозы больными сахарным диабетом.

Фруктоза поступает в организм в составе сахарозы и гемицеллюлоз. Глюкоза и фруктоза находятся во многих пищевых продуктах в свободном виде. Основными пищевыми источниками свободной глюкозы и фруктозы служат мед, кондитерские изделия и плоды.

- Галактоза.

Галактоза входит в состав лактозы и гемицеллюлоз. В организме человека в печени большая часть галактозы превращается в глюкозу. Наследственное выпадение ферментов, участвующих в этом превращении, ведет к развитию тяжелого наследственного заболевания - галактоземии.

Галактоза в свободном виде в пищевых продуктах не встречается и поступает в организм в составе дисахарида — лактозы (содержащейся в молоке и молочных продуктах), а также неперевариваемых полисахаридов — гемицеллюлоз.

- Пентозы.

Пентозы являются необходимыми компонентами ряда биологически важных соединений, таких как нуклеиновые кислоты, коферменты, АТФ. В свободном виде пентозы в пищевых продуктах не встречаются и поступают в организм человека в составе нуклеопротеидов, которыми богаты мясные и рыбные продукты.

Биологическая роль и важнейшие пищевые источники олигосахаридов

Олигосахариды представляют собой сложные соединения, построенные из нескольких (2-10) остатков моносахаридов. Они подразделяются на дисахариды, трисахариды и т.д. Наиболее важны для человека дисахариды.

К дисахаридам относят сахарозу, лактозу и мальтозу.

- Сахароза.

Наибольшее значение в питании человека имеет сахароза (тростниковый сахар), которая в значительном количестве поступает в организм с пищей. Подобно глюкозе и фруктозе сахароза после расщепления ее в кишечнике до глюкозы и фруктозы быстро всасывается из желудочно-кишечного тракта в кровь и служит легко утилизируемым источником энергии, а также одним из наиболее важных предшественников гликогена и триглицеридов. Важнейший пищевой источник сахарозы - сахар, представляющий собой практически чистую (99,5 %) сахарозу. Также наиболее богаты сахарозой продукты и блюда, изготовляемые с добавлением сахара (кондитерские изделия, компоты, кисели, варенье, джемы, сырковая масса, мороженое, сладкие фруктовые напитки и др.), а также некоторые фрукты и овощи. Содержание сахарозы в винограде и ягодах очень низко. Мед содержит лишь 1- 2 % сахарозы.

- Лактоза.

Лактоза (молочный сахар) является основным углеводом молока и молочных продуктов. Ее роль весьма значительна в раннем детском возрасте, когда молоко служит основным продуктом питания. Лактоза расщепляется в желудочно-кишечном тракте под влиянием фермента лактазы до глюкозы и галактозы. Недостаточность этого фермента лежит в основе непереносимости молока.

- Мальтоза.

Мальтоза (солодовый сахар) - промежуточный продукт расщепления крахмала и гликогена в желудочно-кишечном тракте, происходящего под влиянием амилазы - фермента, выделяемого поджелудочной железой. Образующаяся мальтоза расщепляется затем мальтазой кишечного сока до двух остатков глюкозы. В свободном виде в пищевых продуктах мальтоза встречается в меде, солоде, пиве, патоке (мальтозной) и продуктах, изготовляемых с добавлением патоки (хлебобулочные, кондитерские изделия).

Биологическая роль и важнейшие пищевые источники полисахаридов

Полисахариды - высокомолекулярные соединения-полимеры, мономерами которых являются остатки моносахаридов.

Полисахариды делятся на перевариваемые и неперевариваемые. К перевариваемым относятся крахмал и гликоген (оба соединения представляют собой полимеры глюкозы), к неперевариваемым — клетчатка, гемицеллюлоза и пектиновые вещества, которые очень важны для нормального процесса пищеварения.

Перевариваемые полисахариды

Крахмал и гликоген являются полимерами глюкозы. Крахмал - важнейший запасной углевод растений, гликоген - резервный углевод животных тканей. Общее содержание гликогена в организме - 500 г, причем 30% находится в печени, 70% - в скелетных мышцах. Если углеводы не поступают с пищей в течение 16 ч, то эти резервы оказываются полностью исчерпанными.

Крахмал.

В состав крахмала входят амилоза и амилопектин. Соотношение амилозы и амилопектина в крахмалах (рисовом, картофельном и др.) неодинаково, поэтому различаются и их свойства. Крахмал в человеческом организме отсутствует, однако его значение в питании весьма велико, поскольку именно крахмал является основным углеводом рациона, в значительной степени обеспечивающим потребности человека в данном виде нутриентов. Источником крахмала служат растительные продукты, прежде всего злаковые и продукты их переработки. Наибольшее количество крахмала содержит хлеб. Содержание крахмала в картофеле относительно невелико, но поскольку потребление этого продукта весьма значительно, он наряду с хлебом и хлебобулочными изделиями является важнейшим пищевым источником крахмала.

Гликоген.

Роль гликогена в жизнедеятельности человека весьма значительна. Избыток углеводов, поступающих с пищей, превращается в гликоген, который откладывается в тканях и образует депо углеводов, из которого при необходимости организм «черпает» глюкозу, используемую для реализации различных физиологических функций. Гликоген играет важную роль в регуляции уровня сахара в крови. Основными органами, в которых откладываются значительные количества гликогена, являются печень и скелетные мышцы. Если углеводы с пищей не поступают, то запасы гликогена оказываются полностью исчерпанными через 12— 18 ч. В связи с истощением резервов углеводов резко усиливаются процессы окисления другого важнейшего субстрата окисления - жирных кислот, запасы которых намного превышают запасы углеводов.

Неперевариваемые полисахариды

С растительной пищей в организм человека поступают неперевариваемые углеводы — неперевариваемые полисахариды. Все они являются полимерами моносахаридов и их производных. Их часто называют пищевыми волокнами или клетчаткой.

Название "клетчатка" или "пищевые волокна" в определенной мере является ошибочным, поскольку материал, обозначаемый этим словом, не всегда имеет волокнистое строение, а некоторые виды клетчатки, включая пектины и смолы, вполне могут растворяться в воде.

3.4. Незаменимые факторы питания

Под незаменимыми факторами питания подразумевают естественные составляющие питания, благодаря которым осуществляется рост и нормальная работа органов и систем организма. Нехватка или отсутствие первостепенных факторов питания приводит к возникновению патологий, нарушению работы органов и систем, и, в результате, к вторичным повреждениям. Незаменимые – значит наиболее важные факторы питания, обеспечивающие защиту организма от неблагоприятных экзогенных и эндогенных факторов. Незаменимые факторы питания обычно подразделяют на две группы: макронутриенты (протеины, жиры, сахараиды) и микронутриенты, или минорные питательные вещества, входящие в состав продуктов питания в сверхмалых концентрациях – милли- и микрограммах. Макронутриенты содержатся в пищевых продуктах в сравнительно больших количествах и обеспечивают организм энергией и строительным сырьём. Микронутриенты осуществляют большое количество важных регулирующих, обменных и защитных функций.

Незаменимыми факторами питания являются: макроэлементы; микроэлементы; витамины; аминокислоты; незаменимые жирные кислоты и фосфолипиды; клетчатка; различные органические соединения растительного происхождения.

Вопросы для самоконтроля

1. Аминокислоты
2. Классификация жиров
3. Углеводы
4. Незаменимые факторы питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие/ Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плаунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плаунов, ЮА. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 //

Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

6. Филиппович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4

7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1

2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. –ISBN 5-225-03558-2

3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7

4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-X

5. биология / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Мединформагентство, 2003. – 417 с. – ISBN: 5-89481-140-6

6. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2

7. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.

8. Осипова,О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7

9. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.

10. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

ЛЕКЦИЯ 4

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДЫ КАК УНИВЕРСАЛЬНОГО РАСТВОРИТЕЛЯ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

4.1. Значение воды для живых организмов

Вода составляет около $\frac{3}{4}$ биомассы Земли. Первые живые организмы возникли в водной среде. Жизнь без воды невозможна. Собака лишённая корма, может прожить до 100 суток, без воды – 10. Потеря организмом животного до 10% воды приводит к тяжёлым нарушениям обмена веществ, потеря 20-25% – к гибели.

Многие высшие животные содержат 60-75% воды, медузы – до 98%. содержание воды изменяется в онтогенезе. Так, тело четырёхдневного куриного зародыша содержит 92,8%, 21-дневного плода – 80,35%. Организм телёнка на 72% состоит из воды, коровы – примерно на 52, овцы средней упитанности – на 50,2-57,3%, выше средней – около 43,4%.

Различные органы и ткани отличаются содержанием воды. Так, например, в костях её 22%, в хрящах – 55,0, в коре головного мозга – 83,3%. Биологические жидкости (слюна, пот) характеризуются высоким содержанием воды – до 99,5%. Около 72% всей воды организма сосредоточено в клетках, 28% - в межклеточных жидкостях. 8-10% воды организма заключено в плазме крови, лимфе, ликворе, синовии, плевральной жидкости. При составлении рационов следует учитывать, что на 1 кг массы животного требуется в среднем 35-40 г воды в сутки. У молодых организмов эта потребность в 2-4 раза выше.

На 1кг сухого корма свинье следует давать 7-8 л воды, лошади 2-3 ,корове - 4-6, овце 2-3 л. Зелёная трава обычно содержит 88-85% воды, сено – 12-18, зерно злаков – 12-18, картофель и свекла – 75%.

В органах, тканях и клетках вода находится в виде свободно, гидратационной и иммобильной. Свободная вода – основа крови, лимфы, ликвора. Она участвует в доставке питательных веществ и удалении продуктов обмена из органов, тканей и клеток.

Часть воды входит в мицеллы коллоидных частиц, в образовании гидратных оболочек. Некоторое количество воды связано с неорганическими ионами. Её называют *гидратационной водой*. Она составляет около 4% всей воды тканей. 10-80% такой воды связывают белки.

Внутри клеток содержится иммобильная вода. Её молекулы размещаются между мембранами клетки, волокнистыми молекулами и структурами. Она замерзает при температуре ниже 0°C, растворяет многие вещества, легко участвует в реакциях обмена веществ.

Между различными видами воды существует динамическое равновесие. Количество свободной воды возрастает в патологии (при нефритах, перикардитах, абсцессах, флегмонах). Возникают отеки. При кратковременной работе (10-15 мин) в организме накапливается межклеточная (свободная) вода при длительном (свыше 30-60 мин) – внутриклеточная (иммобильная).

4.2. Биологическое значение воды

Вода в организме выполняет ряд жизненно важных функций. Прежде всего, она является универсальным растворителем минеральных и органических веществ, входящих в корма и продукты обмена веществ. Вода – активный участник многих реакций обмена веществ: гидролиза, гидратации, окисления, восстановления и т.д. Она может взаимодействовать с атомами, ионами, отдельными молекулами и их группами. Её способность к диссоциации создаёт в различных участках организма реакцию среды,

определяющую направление и ход многих реакций обмена веществ. Все питательные вещества корма усваиваются в пищевом канале с участием воды (реакции гидролиза). Вода – пластический материал, из которого построены органы, ткани и клетки.

Вода участвует в терморегуляции организма. Около 25% избытка тепловой энергии выделяется из организма с поверхности кожи. Приблизительно столько же тепла выделяется из организма с парами выдыхаемого воздуха. Это даёт возможность сохранить в организме температуру, свойственную для данного вида животного и необходимую для полноценного протекания многих реакций обмена.

Молекулы воды учувствуют в создании вторичной и третичной структуры молекул белков.

Вопросы для самоконтроля

1. Значение воды для живых организмов
2. Биологическое значение воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие / Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филиппович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4
7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1
2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. – ISBN 5-225-03558-2
3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7

4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-X
5. биология / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Мединформагентство, 2003. – 417 с. – ISBN: 5-89481-140-6
6. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2
7. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.
8. Осипова,О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7
9. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.
10. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

ЛЕКЦИЯ 5

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В БИОХИМИИ

5.1. Общая характеристика физико-химических методов исследований

Физико-химические методы анализа основаны на проведении реакций, конец которых определяется с помощью приборов, поэтому эти методы называются также инструментальными. Известно несколько десятков физико-химических методов анализа. Важнейшими физико-химическими методами анализа являются: 1) спектральные и другие оптические методы; 2) хроматографические методы; 3) электрохимические методы. Наиболее обширной является группа спектральных и других оптических методов анализа, включающая методы эмиссионной спектроскопии, абсорбционной спектроскопии, люминесценции, рефрактометрии и др. Оптические методы используют связь между анализируемым веществом и его оптическими свойствами. Хроматография – это метод разделения сложных смесей, основанный на распределении веществ между двумя фазами, одна из которых неподвижна, а другая – поток, движущийся через неподвижную фазу. Хроматография основана на многократном повторении актов сорбции и десорбции веществ при их перемещении в потоке подвижной фазы вдоль неподвижного сорбента. Для хроматографического разделения смесей веществ может быть использован любой механизм сорбции. В группу хроматографических методов анализа входят методы газовой и газожидкостной хроматографии, жидкостной распределительной хроматографии и др. Электрохимические методы анализа основаны на существовании зависимости между составом анализируемого вещества и его электрохимическими свойствами. Электрохимические методы анализа, основанные на измерении электрической проводимости, потенциалов и других свойств, включают методы кондуктометрии, потенциометрии, полярографии, кулонометрии и др. Кроме перечисленных физико-химических методов существуют и другие методы инструментального анализа. Масс-спектрометрические методы основаны на определении масс ионизированных атомов, молекул после их разделения в результате комбинированного действия электрических и магнитных полей. Масс-спектрометр разделяет с помощью электрических и магнитных полей пучки заряженных частиц (обычно ионов) с разным отношением массы частицы m к ее заряду e . Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) основан на явлении резонансного поглощения некоторыми атомами, молекулами или радикалами энергии переменного электромагнитного поля радиочастотного диапазона. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР) использует явление резонансного поглощения энергии переменного электромагнитного поля радиочастотного диапазона веществом, находящимся в постоянном магнитном поле, обусловленное магнетизмом атомных ядер. ЯМР основан на существовании у атомного ядра магнитного момента. ЯМР по своей природе подобен ЭПР. Радиометрические методы основаны на использовании радиоактивных изотопов и измерении радиоактивного излучения.

5.2. Достоинства и недостатки физико-химических методов исследований

Физико-химические методы позволяют определять малое содержание компонентов в анализируемых объектах. Они снизили предел обнаружения до 10^{-5} – $10^{-10}\%$ (в зависимости от метода анализа). Химические методы анализа (титриметрический и гравиметрический) не позволяют обнаружить такое количество определяемого компонента. Их предел обнаружения – $10^{-3}\%$. Физико-химические методы позволяют

проводить анализ достаточно быстро. Экспресс-ность этих методов дает возможность корректировать технологический процесс. Инструментальные методы анализа позволяют автоматизировать сам процесс анализа, а некоторые приборы – проводить анализ на расстоянии. Анализ можно проводить с помощью физико-химических методов без разрушения анализируемого образца и в какой-то определенной точке. Достоинством физико-химических методов анализа является использование ЭВМ как для расчета результатов анализа, так и для решения других аналитических вопросов. Недостатки физико-химических методов анализа заключаются в том, что погрешность анализов составляет 2–5 %, что выше погрешности классических химических методов. Для применения физико-химических методов требуются дорогостоящие приборы, эталоны и стандартные растворы.

5.3. Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа (метод прямых измерений и метод титрования (косвенный метод))

В прямых методах используется зависимость физико-химического свойства вещества, называемого аналитическим сигналом, от природы анализируемого вещества и его концентрации. Наибольшее распространение получили следующие методы прямого количественного определения с помощью физико-химических измерений: 1) метод градуировочного графика; 2) метод молярного свойства; 3) метод добавок. Данные методы основаны на использовании стандартных образцов или стандартных растворов. Метод градуировочного графика основан на измерении интенсивности аналитического сигнала I нескольких стандартных образцов (эталонов) или нескольких стандартных растворов различной концентрации. По полученным данным строят градуировочный график в координатах $I = f(c)$, где c – концентрация определяемого вещества в стандартном образце или стандартном растворе. Затем, измеряя интенсивность сигнала анализируемой пробы, по градуировочному графику находят концентрацию анализируемого компонента. Метод молярного свойства основан на измерении аналитического сигнала нескольких стандартных образцов (эталонов) или растворов и расчете молярного свойства: $A = I / c$, где A – интенсивность аналитического сигнала, пропорциональная 1 моль вещества. Затем, в тех же условиях измеряют интенсивность сигнала анализируемой пробы и по соотношению $c = I/A$ рассчитывают концентрацию анализируемого вещества. Метод добавок используется в тех случаях, когда анализируемая проба содержит много иных компонентов, кроме определяемого. В этом методе сначала измеряют интенсивность аналитического сигнала пробы, затем в пробу вводят известный объем стандартного раствора до концентрации $c_{ст}$ и снова измеряют интенсивность сигнала: $c \times c_{ст} \times I$, где $c \times c_{ст}$ – концентрация определяемого компонента; $I \times c_{ст}$ – интенсивность аналитического сигнала пробы; $I \times c_{ст}$ – интенсивность аналитического сигнала после добавки стандартного раствора. Во всех трех методах связь интенсивности аналитического сигнала I с концентрацией вещества должна выражаться линейным соотношением $I = Ac$, где A – константа; c – концентрация. Строгое соблюдение приведенного выше соотношения должно выдерживаться по крайней мере в области анализируемых концентраций. Методы титрования. В этих методах анализируемый раствор титруется раствором известной концентрации (титрантом). В ходе титрования изменяется интенсивность аналитического сигнала I и строится кривая титрования в координатах $I - V$, где V – объем добавленного титранта, мл. Точка эквивалентности находится на кривой титрования. Дальнейшие расчеты аналогичны тем, которые проводятся в классическом титриметрическом анализе.

Вопросы для самоконтроля

1. Общая характеристика физико-химических методов исследований
2. Достоинства и недостатки физико-химических методов исследований.
3. Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа (метод прямых измерений и метод титрования (косвенный метод))

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие/ Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филлипович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4
7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1
2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. –ISBN 5-225-03558-2
3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7
4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-X
5. биология / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Мединформагентство, 2003. – 417 с. – ISBN: 5-89481-140-6
6. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2
7. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.
8. Осипова,О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В.

Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7

9. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.

10. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

ЛЕКЦИЯ 6

ПРИРОДНЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ

6.1. Различные способы классификации аминокислот

Разработано несколько классификаций аминокислот.

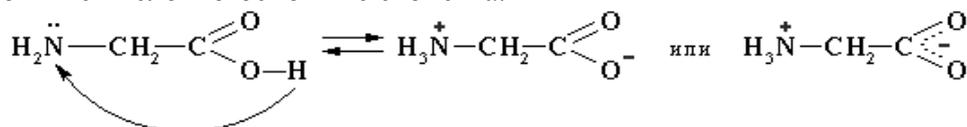
1. По химическому строению: ациклические (моноаминомонокарбоновые, моноаминодикарбоновые, диаминомонокарбоновые) и циклические (гомоциклические и гетероциклические).

2. По полярности радикалов: а) неполярные или гидрофобные – аланин, лейцин, изолейцин, валин, пролин, фенилаланин, триптофан, метионин. Общим их признаком является сравнительно низкая растворимость в воде; б) полярные, но незаряженные – относящиеся сюда аминокислоты легче растворимы в воде, т.к. их полярные группы могут образовывать водородные связи с молекулами воды. Полярность серина, треонина и тирозина обусловлена их гидроксильными группами, полярность аспарагина и глутамина – их амидными группами, а полярность цистеина – его SH-группой; в) отрицательно заряженные группы. Сюда относятся аспарагиновая и глутаминовая кислоты. Каждая из них имеет две карбоксильные группы и при pH 7,0 имеет суммарный отрицательный заряд; г) положительно заряженные (основные) группы. При pH 7,0 суммарный положительный заряд имеет лизин, содержащий две аминогруппы и аргинин, имеющий положительно заряженную гуанидиновую группу. Гистидин, со своей слабоосновной имидазольной группой занимает промежуточное положение. При pH 6,0 более 50% молекул гистидина несут положительно заряженную группу, а при pH 7,0 – только 10% молекул.

3. В зависимости от биологической ценности аминокислоты, входящие в состав белка разделяются на заменимые (глицин, аланин, серин, цистеин, цистин, глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота, тирозин, пролин, оксипролин), незаменимые (валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, фенилаланин, триптофан, лизин) и условно заменимые (гистидин, аргинин). Ясно, что в отсутствие незаменимых аминокислот синтез белка в организме приостанавливается, тогда как заменимые аминокислоты сравнительно легко синтезируются у животных и человека.

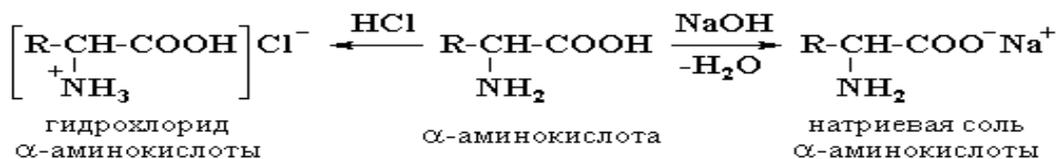
6.2. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот

Являются *амфотерными соединениями*. Функциональные группы аминокислот имеют противоположные кислотно-основные свойства.



Аминокислоты образуют:

- Соли:



- Сложные эфиры:





Вопросы для самоконтроля

1. Различные способы классификации аминокислот
2. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие / Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филиппович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4
7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

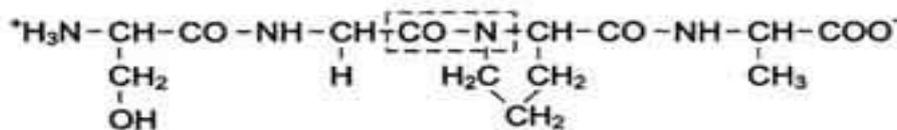
1. Березов, Т.Т. Биологическая химия / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1
2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. – ISBN 5-225-03558-2
3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7
4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-X
5. биология / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Мединформагентство, 2003. – 417 с. – ISBN: 5-89481-140-6
6. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2
7. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.
8. Осипова, О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В.

Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7

9. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.

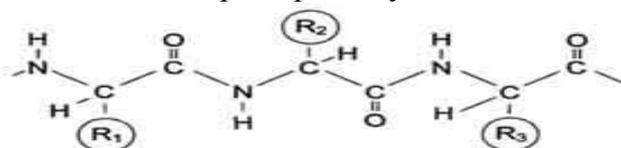
10. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

добавляют суффикс **-ил**, за исключением С-концевой аминокислоты:



Тетрапептид: серилглицилпролилаланин

Пептиды различаются по аминокислотному составу, количеству и порядку соединения аминокислот. Пептидная связь имеет характеристику частично двойной связи:



Транс-конфигурация пептидных связей и радикалов

В живых организмах пептидные связи в белках разрываются с помощью специальных протеолитических ферментов (от англ. *protein* - белок, *lysis* - разрушение), называемых протеазами, или пептидгидролазами.

7.2. Незаменимые аминокислоты

Из 20 α-аминокислот, восемь (валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, фенилаланин, триптофан, лизин) – являются незаменимыми, т.е. без них не происходит полноценный синтез белков.

Вопросы для самоконтроля

1. Физические и химические свойства протеиногенных аминокислот
- 2 Незаменимые аминокислоты

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие/ Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, ЮА. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филипович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филипович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-

4774-4

7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1

2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. –ISBN 5-225-03558-2

3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7

4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-Х

5. биология / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Мединформагентство, 2003. – 417 с. – ISBN: 5-89481-140-6

6. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2

7. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.

8. Осипова,О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7

9. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.

10. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

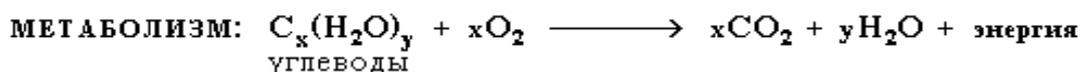
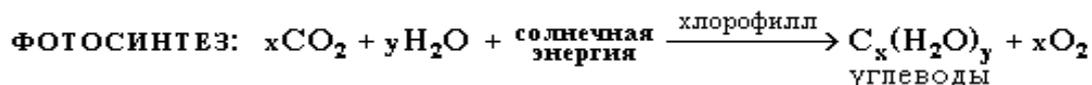
ЛЕКЦИЯ 8

ПРИРОДНЫЕ УГЛЕВОДЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

8.1. Характеристика, классификация и функции углеводов

Углеводы (сахара) – органические соединения, содержащие альдегидную или кетонную группу и несколько спиртовых гидроксильных групп. Общая формула $C_n(H_2O)_m$, где n и m от 3 и более.

Функции: энергетическая (при распаде 1г. углеводов выделяется 4,1 ккал. энергии), структурная, защитная, используются для синтеза нуклеиновых кислот, коферментов. Сахара составляют до 80% массы сухого вещества растений и около 2% сухого вещества животных организмов.



Причем, животные организмы не способны синтезировать углеводы и должны их получать с кормом, главным образом (400-450 г.) в виде полисахаридов – крахмала, 40-50 г.- дисахаридов и 10-20 г – моносахаридов.

Классификация: Углеводы классифицируются на простые (моносахариды) и сложные, которые по числу остатков моносахаридов в молекуле делятся на олиго- и полисахариды.

8.2. Моносахариды: строение и стереоизомерия

Моносахариды (простые сахара) представляют собой твердые вещества, хорошо растворимые в воде, плохо - в спирте и нерастворимые в органических растворителях, обладают сладким вкусом. Монозы не подвержены гидролизу на более простые молекулы и с химической точки зрения представляют собой многоатомные спирты, дополнительно содержащие альдегидную группу (альдозы) или кетонную (кетозы).



В зависимости от числа углеродных атомов моносахариды делятся на триозы, тетразы, пентозы, гексозы и т.д. (от 3 до 10). В природе распространены гексозы.

Начиная с пентоз, монозы могут существовать как в линейной (формула Фишера), так и в циклической формах (формула Хеурса).

Открытая форма: Углеродную цепь в них записывают вертикально. У альдоз наверху помещают альдегидную группу, у кетоз - соседнюю с карбонильной первичную спиртовую группу. С этих групп начинают нумерацию цепи.

Всем моносахаридам присуща конфигурационная стереоизомерия: D и L-ряды (для альдоз гексоз $N=2^4$, 8 пар энантиомеров, для кетоз - $N=2^3$, 6 пар).

Отнесение моносахарида к D- или L-ряду проводят по конфигурации хирального центра (-ОН-группы) у наиболее удаленного от оксогруппы, независимо от конфигурации остальных центров. Для пентоз таким «определяющим» центром является атом C-4, а для

гексоз - С-5. Положение группы OH у последнего центра хиральности справа свидетельствует о принадлежности моносахарида к D-ряду, слева - к L-ряду. В живых организмах присутствуют моносахариды в D-конфигурации, которую называют природной. Исключение составляет L-арабиноза бактерий, L-рамноза и L-сорбоза растений.

Из альдопентоз часто встречаются D-рибоза и D-ксилоза, а из кетопентоз - D-рибулоза и D-ксилулоза. Общие названия кетоз образуются введением суффикса -ул в названия соответствующих альдоз: рибозе соответствует рибулоза, ксилозе - ксилулоза (исключение «фруктоза»).



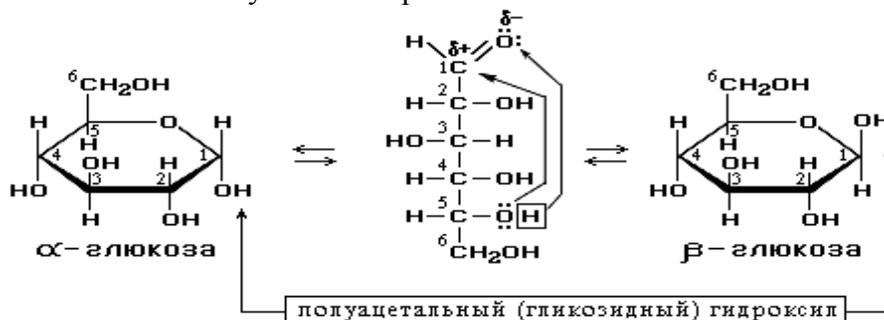
Диастереомеры, различающиеся конфигурацией только одного асимметрического атома углерода, называются эпимерами.

Циклические формы. Открытые формы моносахаридов удобны для рассмотрения пространственных отношений между стереоизомерными моносахаридами. В действительности моносахариды по строению являются циклическими полуацетальными. Образование циклических форм моносахаридов можно представить как результат внутримолекулярного взаимодействия карбонильной группы и наиболее от неё удаленной гидроксильной (полуацетальной или гликозидной) группы асимметричного атома углерода.

В результате циклизации образуются термодинамически более устойчивые фуранозные и пиранозные циклы. Символы атомов углерода в циклах не указывают.



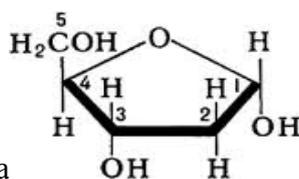
В циклической форме создается дополнительный центр хиральности - атом углерода, ранее входивший в состав карбонильной группы (у альдоз это С-1, кетоз – С-2). Этот атом называют аномерным, а два соответствующих стереоизомера - α - и β -аномерами. Гликозидная гидроксильная группа у α -аномеров оказывается под плоскостью цикла (справа цепи Фишера), у β -аномеров - над плоскостью (слева цепи). Аномеры представляют собой частный случай эпимеров.



8.3. Неклассические моносахариды

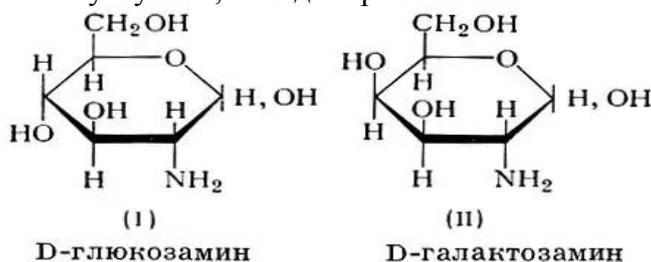
Называют ряд соединений, имеющих общую структурную «архитектуру» с обычными, «классическими» моносахаридами (альдозами и кетозами), но отличающихся либо видоизменением одной или нескольких функциональных групп, либо отсутствием некоторых из них.

Дезоксисахара. 2-дезокси-D-рибоза - является структурным компонентом ДНК. В природных сердечных гликозидах, применяемых в кардиологии, содержатся остатки дидезоксисахаров.



дезоксирибоза

Аминосахара. Эти производные, содержащие вместо гидроксильной группы аминогруппу (при С-2), обладают основными свойствами и образуют с кислотами кристаллические соли. Важнейшими представителями служат аналоги D-глюкозы и D-галактозы: D-глюкозамин и D-галактозамин соответственно. Аминогруппа в них может быть ацилирована остатками уксусной, иногда серной кислоты.



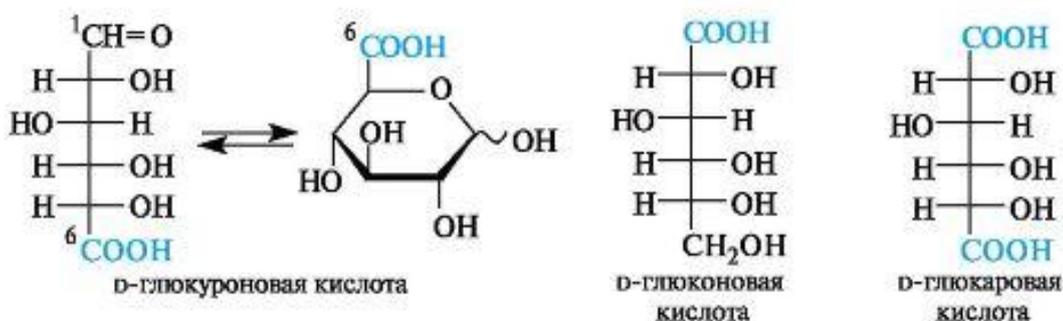
D-глюкозамин

D-галактозамин

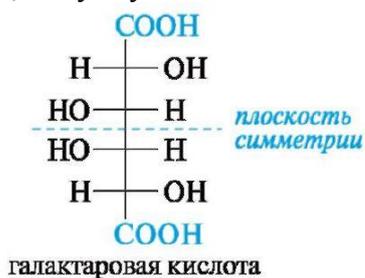
Альдиты (сахарные спирты): относят многоатомные спирты, содержащие гидроксильную группу вместо оксогруппы С=О. Каждой альдозе соответствует один альдит, в названии которого используют суффикс -ит вместо -оза, например D-маннит (от D-маннозы). Альдиты обладают более симметричной структурой, чем альдозы, поэтому среди них встречаются мезосоединения, например ксилит.



Кислые сахара. Моносахариды, в которых вместо звена CH_2OH содержится группа $-\text{COOH}$, имеют общее название уруновые кислоты. В их названиях используют сочетание *-уруновая кислота* вместо суффикса *-оза* соответствующей альдозы (глюкуроновая кислота). Уруновые кислоты являются компонентами растительных и бактериальных полисахаридов.



Моносахариды, содержащие карбоксильную группу вместо альдегидной, относят к альдоновым кислотам. Если карбоксильные группы присутствуют на обоих концах углеродной цепи, то такие соединения имеют общее название альдаровые кислоты. В номенклатуре этих типов кислот применяют соответственно сочетания *-оновая кислота* и *-аровая кислота*. Альдоновые и альдаровые кислоты не могут образовывать таутомерных циклических форм, так как лишены альдегидной группы. Альдаровые кислоты, как и альдиты, могут существовать в виде мезосоединений (галактаровая кислота).



Вопросы для самоконтроля

1. Характеристика, классификация и функции углеводов
2. Моносахариды: строение и стереоизомерия
3. Неклассические моносахариды

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие/ Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филиппович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4
7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1
2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. –ISBN 5-225-03558-2
3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7
4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-X
5. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2
6. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.
7. Осипова,О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7
8. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.
9. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

ЛЕКЦИЯ 9

ЛИПОФИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИПИДОВ

9.1. Классификация, основные представители триацилглицеридов, восков, стерина и их функции

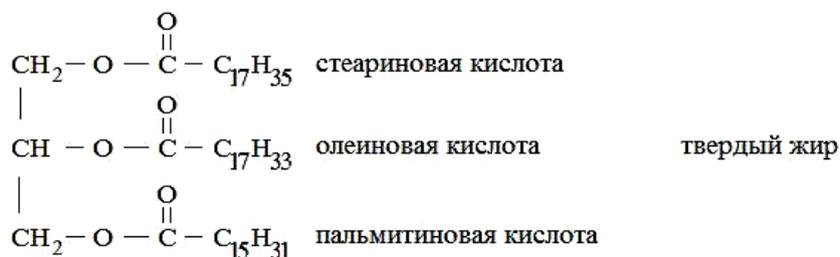
Липиды - природные органические соединения животного и растительного происхождения. С химической точки зрения представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высших (C₁₂-C₁₈) одноатомных карбоновых кислот:

Таблица 1

Классификация липидов

ЛИПИДЫ		
Омыляемые (гидролизуются)		Неомыляемые липоподобные вещества (не гидролизуются)
Простые	Сложные	Стерины
<i>Жиры</i> (триацилглицерины: ТАГ)	<i>Фосфолипиды</i> (фосфатиды)	<i>Зоостерины</i> (выделены из животных)
<i>Масла</i> (триацилглицерины: ТАГ)	<i>Сфинголипиды</i> (сфингомиелины)	<i>Фитостерины</i> (из растений)
<i>Воски</i> (эфиры ВЖК и одноатомных спиртов)	<i>Гликолипиды</i> (цереброзиды, ганглиозиды)	<i>Микостерины</i> (из грибов) и <i>стерины микроорганизмов</i>

По агрегатному состоянию триацилглицериды (ТАГ) делят на твердые и жидкие.



Функции жиров: ТАГ присутствуют в пищевых жирах, могут синтезироваться в печени и жировой ткани, обеспечивая организм запасной энергией (при распаде 1г. жира образуется 9,3 ккал. энергии). ТАГ вместе с белками входят в состав клеточных мембран (структурная функция). Жиры способствуют всасыванию жирорастворимых витаминов; выполняют защитную роль, покрывая ряд органов (почки); образуют подкожную жировую прослойку, которая предохраняет тело от толчков, ударов; выполняют функции теплоизоляционной защиты.

Липиды лиофильны, гидрофобны, но могут образовывать устойчивые эмульсии в присутствии эмульгаторов. Температура плавления и консистенция зависят от строения кислот.

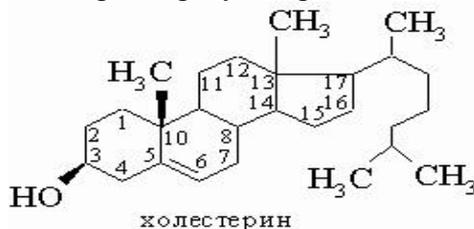
Воски – сложные эфиры высших жирных кислот и высших одноатомных или двухатомных спиртов с числом углеродных атомов от 16 до 30 – это твердые вещества, выполняющие защитные функции. Воски являются нормальными метаболитами некоторых микроорганизмов. К природным воскам относят:



– спермацет $C_{15}H_{31}-CO-OC_{16}H_{33}$

Ланолин - густой жир, добываемый из овечьего жира, предохраняет шерсть от воздействия воды. Имеет сложный состав, в основном это смеси сложных воскоподобных эфиров (холестерин, изохолестерин, эргостерин), жирных кислот и высших спиртов.

Важнейшим представителем **стеринов** является *холестерин* (греч. *chole* – желчь, *stereos* – твердый) - компонент мембран и регулятор свойств гидрофобного слоя.



В мозге и нервной ткани (2%) холестерин находится в свободном состоянии. В связанном состоянии: в надпочечниках – 10%, печени и коже – 0,3%, в крови и эндокринных железах – 0,2%. Он является предшественником стероидных гормонов и жёлчных кислот, которые участвуют в регуляции энергетического, водно-солевого обменов, половых функций. Холестерин экскретируется с желчью либо в неизменном виде, либо в виде продуктов его метаболизма – жёлчных кислот.

Жёлчные кислоты - производные холестерина, они обладают поверхностно-активными свойствами и участвуют в переваривании жиров, эмульгируя их и делая доступными для действия панкреатической липазы.



В кишечнике карбоксильные группы этих жёлчных кислот не полностью диссоциированы при физиологических значениях pH, поэтому не являются эффективными эмульгаторами. В печени эмульгирующие свойства жёлчных кислот увеличиваются за счёт реакции конъюгации, в которой к карбоксильной группе жёлчных кислот присоединяются таурин или глицин, полностью ионизированные при pH кишечного сока. Конъюгированные жёлчные кислоты - находятся в ионизированной форме и поэтому называются солями жёлчных кислот. Именно они служат главными эмульгаторами жиров в кишечнике.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация, основные представители триацилглицеридов, и их функции
2. Классификация, основные представители восков,
3. Классификация, основные представители стеридов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

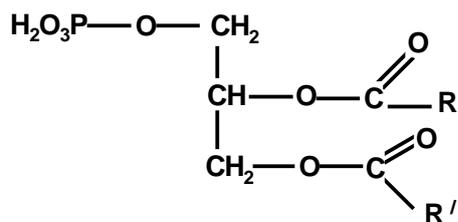
Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие/ Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филлипович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4
7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

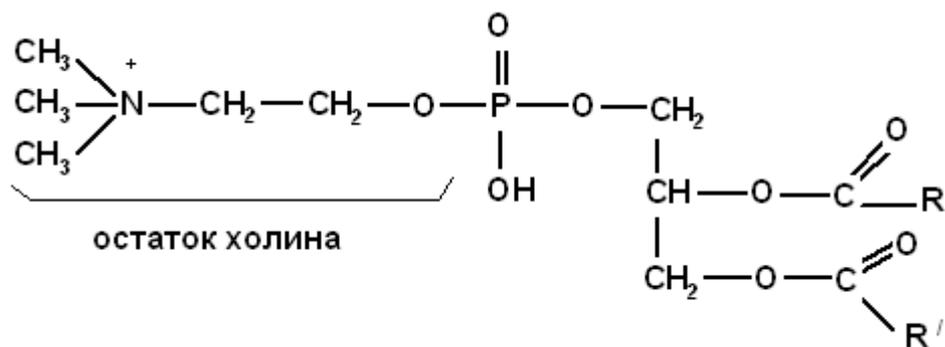
Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1
2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. –ISBN 5-225-03558-2
3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7
4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-Х
5. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2
6. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.
7. Осипова,О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7
8. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.

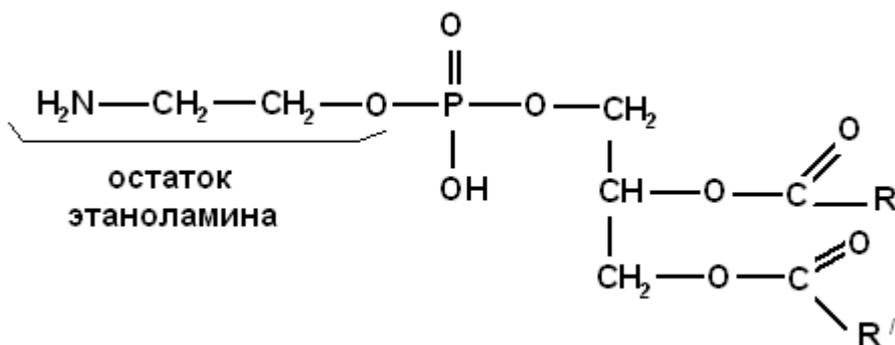
9. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4



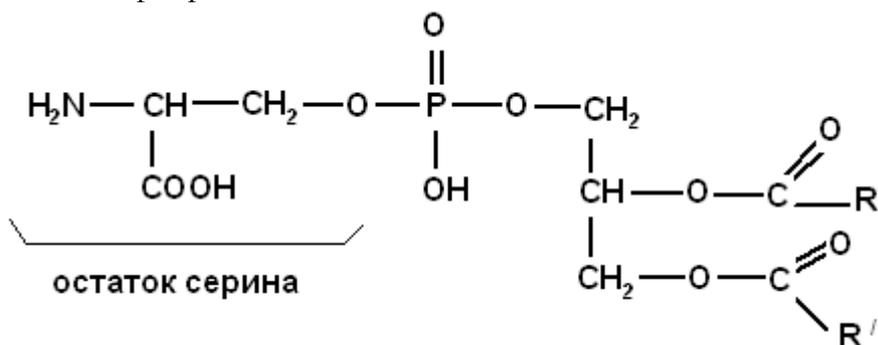
Из нее после присоединения холина, этаноламина, серина, инозитола или других веществ образуются соответствующие глицерофосфолипиды:



фосфатидилхолин



фосфатидилэтаноламин



фосфатидилсерин

Если фосфолипиды содержат аминокспирт сфингозин, то они называются сфингофосфолипидами или сфингомиелинами и являются производными церамидов. Их строение приведено ниже:

Такие гликолипиды называются ганглиозидами. За счет гидрофобных взаимодействий углеводородные цепочки липидных молекул удерживаются друг возле друга в вытянутом состоянии, тогда как полярные группы фосфолипидных молекул взаимодействуют с белковыми молекулами, расположенными по обе стороны от липидного бислоя. Еще одним из представителей группы липидов является холестерин.

Молекулы фосфолипидов и гликолипидов являются амфифильными. Иными словами, один конец у них гидрофобный, а другой – гидрофильный. Гидрофобный конец – это углеводородные радикалы жирных кислот и сфингозина, их длина составляет примерно 75% от длины всей молекулы. Гидрофильный конец образован углеводной частью или фосфатным остатком, к которому присоединены холин, этаноламин или серин. Амфифильность позволяет липидам в водной среде образовывать различные мультимолекулярные структуры.

Причем, гидрофобные части вытесняются из водной среды и взаимодействуют друг с другом, а гидрофильные контактируют с водой. Указанные особенности чрезвычайно важны для строения биологических мембран; основу мембран составляет бимолекулярный липидный слой.

Третий липидный компонент мембран – холестерин, в основном является гидрофобным соединением. Поэтому в мембранах его вытянутая молекула практически вся находится в гидрофобной части бимолекулярного липидного бислоя. И она ориентирована параллельно гидрофобным цепям фосфолипидов. Гидроксильная группа холестерина примыкает к гидрофильным головкам фосфолипидов. Содержание холестерина в плазматических мембранах всегда выше, чем в мембранах субклеточных структур.

Вопросы для самоконтроля

1. Строение фосфатидов.
2. Участие фосфатидов и других липидов в построении биологических мембран

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие / Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филиппович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4

7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1

2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. –ISBN 5-225-03558-2

3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7

4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-Х

5. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2

6. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.

7. Осипова,О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7

8. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.

9. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

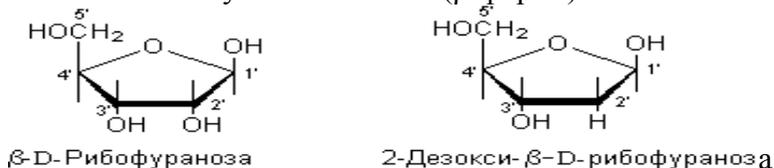
ЛЕКЦИЯ 11

ПУРИНОВЫЕ И ПИРИМИДИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ. НУКЛЕОЗИДЫ И НУКЛЕОТИДЫ

11.1. Схема образования нуклеозида и нуклеотида ДНК и РНК

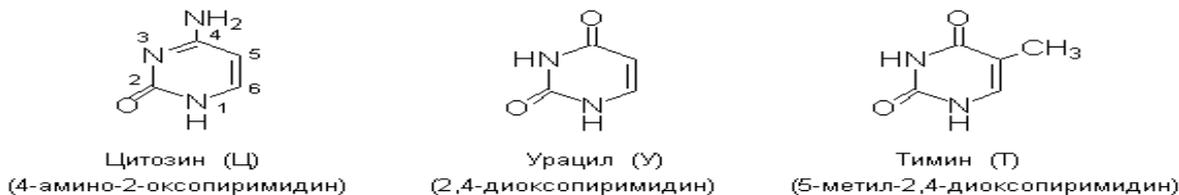
Нуклеотид – представляет собой трехкомпонентное образование, включающее гетероциклическое основание, углеводный остаток и фосфорную кислоту.

Углеводными компонентами служат 2 пентозы (β -форма):



Азотистыми основаниями являются производные пурина (аденин и гуанин) и пиримидина (цитозин, урацил, тимин), которые входят в состав НК в лактамной форме. Причем, А, Г и Ц входят в состав РНК и ДНК. У - только в РНК, а Т – в ДНК:

Пиримидиновые основания



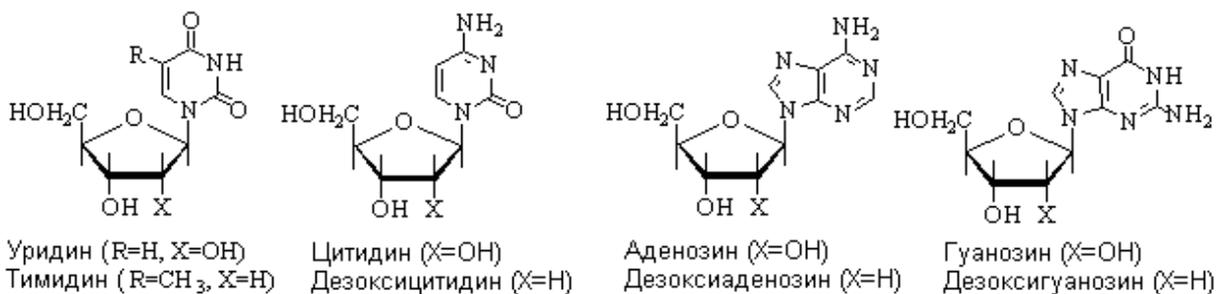
Пуриновые основания



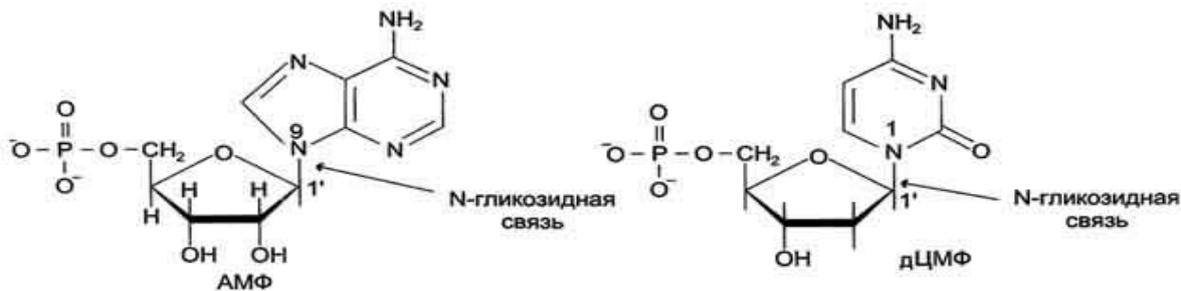
Пентозы, соединяясь с азотистыми основаниями, образуют **нуклеозиды**. Пуриновые основания присоединяются по 9-му, а пиримидиновые - по 1-му атому азота β -N-гликозидной связью:

Пиримидиновые нуклеозиды

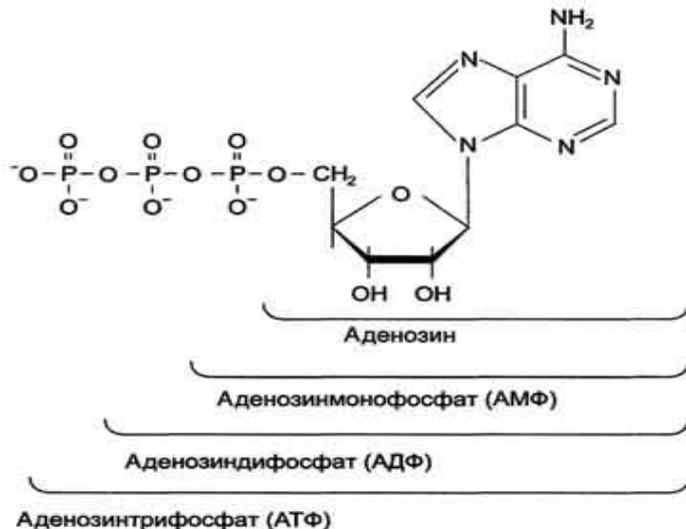
Пуриновые нуклеозиды



Нуклеозид взаимодействует с фосфорной кислотой, которая присоединяется по 5 атому углерода пентозы сложноэфирной связью, с образованием **нуклеотида**. При названии мононуклеотида прибавляется цифра 5' или слово «моно» и слово «фосфат»:



Нуклеозид может присоединять два и три остатка H_3PO_4 , образуя ди- и трифосфаты. При этом ангидридная связь между остатками H_3PO_4 является макроэргической:



11.2. Минорные пуриновые и пиримидиновые основания

Кроме главных азотистых оснований в нуклеиновых кислотах присутствуют редкие, или минорные основания, содержащиеся в небольших количествах. К настоящему времени обнаружено свыше 60 минорных оснований. Например, в ДНК высших организмов присутствует 5-метилцитозин, а в некоторых бактериальных ДНК, наряду с 5-метилцитозином, встречаются небольшие количества 6-метиладенина. В ДНК T-четных фагов *E. coli* цитозин заменен на 5-гидроксиметилцитозин. Особенно много минорных оснований (4-тиоурацил, 5,6-дигидроурацил, 2,6-диоксипурин, 6-оксипурин, ацетилцитозин и др.) содержится в транспортных РНК. Из азотистых оснований неприродного происхождения можно отметить 5-бромурацил (сильный мутаген) и 6-меркаптопурин (противоопухолевое средство): В отличие от аминокислот, свободные азотистые основания не встречаются в живых организмах в больших количествах и не выполняют других самостоятельных биофункций кроме предшественников биосинтеза нуклеотидов. Предполагается, что минорные основания представляют собой одну из ветвей развития пуриновых и пиримидиновых оснований в ходе биохимической, а затем и биологической эволюции. Но, в отличие от главных азотистых оснований, минорные основания в процессе эволюции не получили широкого распространения. По-видимому, это обстоятельство связано с особенностями физико-химических свойств данных молекул.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Схема образования нуклеозида и нуклеотида ДНК и РНК
- 2 Минорные пуриновые и пиримидиновые основания

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие/ Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филлипович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4
7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1
2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. – ISBN 5-225-03558-2
3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7
4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-X
5. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2
6. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.
7. Осипова, О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7
8. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.
9. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

ЛЕКЦИЯ 12

ВИТАМИНЫ

12.1. Характеристика и классификация витаминов. Понятие а-, гипо- и гипервитаминозов

Витамины (от лат. «vita» - жизнь) - низкомолекулярные органические и биокоординационные вещества, присутствие которых необходимо в небольшом количестве в пище человека и животных для их нормальной жизнедеятельности.

Витамины являются регуляторами обмена веществ, многие из них - составные части ферментов. В отличие от других пищевых веществ: витамины не включаются в структуру тканей и не используются организмом в качестве источника энергии.

Каждый витамин имеет *три названия*: по наименованию того заболевания, которое развивается при отсутствии данного витамина в пище с приставкой **анти-**; обозначают буквой латинского алфавита; химическое название.

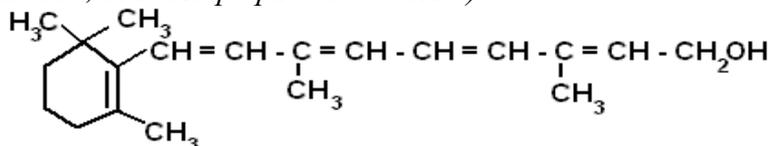
Заболевания, развивающиеся при полном отсутствии витаминов в пище, называется *авитаминоз*, при недостаточном поступлении - *гиповитаминоз*, при избыточном - *гипервитаминоз*. Причины а- и гиповитаминозов бывают экзогенные и эндогенные

Классификация: в зависимости от *растворимости* различают: жирорастворимые и водорастворимые витамины.

Помимо главных групп витаминов различают группу витаминоподобных веществ - это разнообразные химические вещества, обладающие витаминными свойствами. К ним относят: холин, липоевая кислота, витамин В₁₅, инозит, убихинон, парааминобензойная кислота, карнитин, ряд факторов роста и т.д.

12.1. Жирорастворимые витамины: строение, биологическая роль и источники

Витамин А (ретинол, антиксерофтальмический)



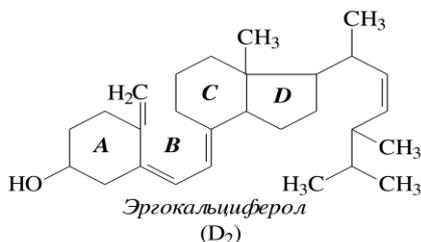
Различают А₁, А₂ и цис-форма витамина А₁. Биологическая роль заключается в его влиянии на барьерную функцию кожи, слизистых оболочек, проницаемость клеточных мембран, биосинтез их компонентов.

При *недостатке витамина* сухость кожи, себоррейный дерматит, повышенная чувствительность зубной эмали (гиперестезия), нарушение структуры покровных тканей и ороговение эпителия. Одним из основных симптомов является ксерофтальмия. К наиболее ранним симптомам относится куриная слепота (гемералопия).

Гипервитаминоз - воспаления глаз, мелкие трещины на губах и в уголках рта, сухость и пигментация кожи, выпадение волос, суставные боли, диффузное утолщение костей, общее истощение организма и т.д.

Источники: печень к.р.с. и свиней, яичный желток, молоко, сливки, рыбий жир. В растениях витамин содержится в виде своего предшественника - провитамина каротина, пастбищная трава, зеленый клевер, люцерна.

Витамин D (кальциферол, антирахитический). Существует в виде нескольких соединений, основе структуры которых лежит конденсированная кольцевая система циклопентанпергидрофенантрена. Для животных активными витаминомерами считаются витамины D₂ (эргокальциферол) и D₃ (холекальциферол).



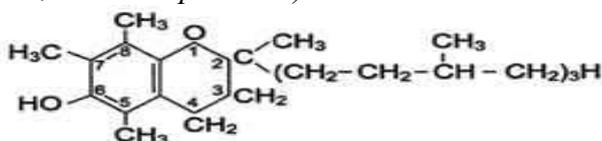
Витамин участвует в регуляции процессов всасывания Ca и P в кишечнике. Усиливает ДНК-зависимый синтез рибонуклеиновой кислоты, реакции окислительного фосфорилирования. Способствует реабсорбции фосфатов, аминокислот, ионов Ca из первичной мочи в кровь. При недостатке у молодняка

развивается рахит, у взрослых - остеомаляция, старых животных - остеопороз. У кур-несушек D-авитаминоз приводит к снижению яйценоскости и истончению яичной скорлупы.

Гипервитаминоз приводит к развитию гиперкальциемии, возникают боли в суставах и мышцах, нарушается пищеварение, сердечная деятельность, заболевания почек.

Источники: рыбий жир, печень, желток яиц, растительные масла, дрожжи. С профилактической и лечебной целью используется препарат витамина D в сочетании с ультрафиолетовым облучением животных.

Витамин E (токоферол, антистерильный):

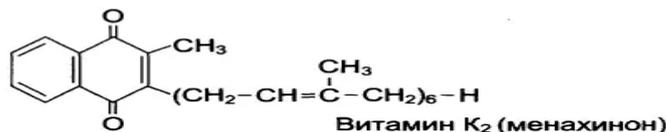
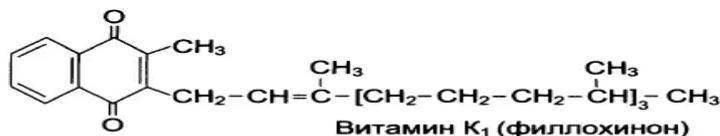


С витамином E связана активность ферментов содержащих серу, клеточное дыхание, необходим для образования креатинина, фосфатидов. В качестве антиоксиданта витамин защищает клетки от повреждения, замедляя окисление жиров и формирование свободных радикалов. Он защищает другие жирорастворимые от разрушения кислородом, способствует усвоению витамина A.

При недостатке в кормах витамина нарушаются функции размножения, развивается мышечная дистрофия, дегенерация спинного мозга и паралич конечностей. Авитаминоз чаще наблюдается у свиней, кур, уток, индеек.

Источники: растительные масла, семена злаков (особенно проросшие), мясо, сливочное масло, яичный желток.

Витамин K (производные нафтохинона, антигеморрагический). В растениях содержится - K₁, у животных и бактерий - K₂. Витамин способствует синтезу протромбина. Дефицит в организме приводит к развитию геморрагического синдрома. У животных проявляется различными кровотечениями, гипопротромбинемией.



Наиболее чувствительны к недостатку молодые птицы (цыплята гибнут через 2-3 недели после начала авитаминоза). У жвачных животных и взрослой птицы авитаминоз реже, это связано с тем, что витамин частично синтезируется микрофлорой кишечника. Причиной также являются прием антикоагулянтов, "кроверазжижающих", противосудорожных препаратов, антибиотикотерапия, желудочно-кишечные расстройства и заболевания, сопровождающиеся нарушением всасывания жиров кишечной стенкой.

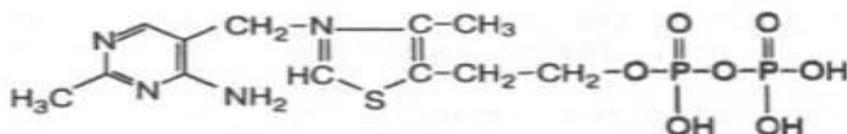
Источники: зеленые части растений: листья крапивы, шпината, капуста, плоды шиповника, хвоя, овес, пшеница, люцерна. В животных продуктах: печень свиньи.

Витамин F – это комплекс ненасыщенных жирных кислот. Витамин необходим для синтеза липидов, простогландинов в организме, обладает липотропным действием, способствует выделению холестерина из организма. Гиповитаминоз возникает при недостатке жирных кислот (линолевой, линоленовой, арахидоновой) в кормах. При этом развивается сухость и шелушение кожи, появляется кольчатое отложение перхоти на лапах, ушах, хвоста, происходит омертвление кончика хвоста, нарушается лактация и воспроизводительная функция. В крови повышается содержание холестерина.

Источники витамина: растительные масла, животные жиры и жиры бобовых культур.

12.2. Водорастворимые витамины: строение, биологическая роль и источники

Витамин B₁ (тиамин, антинеуритный). Тиамин, присоединяя две молекулы фосфорной кислоты, превращается в кофермент тиаминпирофосфат (кокарбоксилаза), который необходим для окислительного декарбоксилирования кетокислот (ПВК и молочной), участвует в углеводном обмене и связанных с ним энергетическом, жировом, белковом, водно-солевом обмене, оказывает регулирующее воздействие на трофику и деятельность нервной системы.

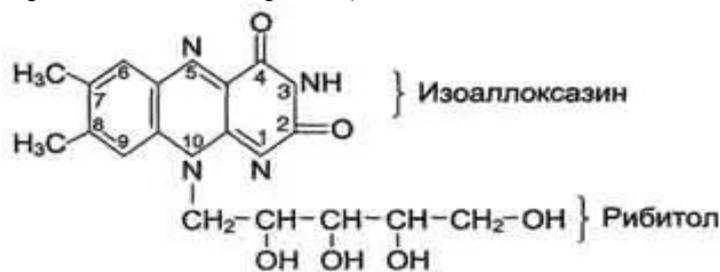


Тиаминпирофосфат (тиаминдифосфат)

При недостатке развивается заболевание «бери-бери». В организме нарушается углеводный обмен, накапливается молочная и ПВК. В зависимости от формы заболевания поражаются периферическая нервная система, сердечно-сосудистая система, атония кишечника. У птицы на ранних стадиях развития авитаминоза возникают судороги мышц шеи, при острой форме голова запрокидывается на спину.

Источники: дрожжи, хлеб из муки грубого помола, необработанный рис, бобовые (соя, фасоль, горох). Из продуктов животного происхождения – мясо, печень, почки, мозг. Много в пшеничных отрубях (6 мг/кг), в кукурузе, ячмене, овсе - до 4 мг/кг.

Витамин B₂ (рибофлавин, витамин роста).



Витамин B₂

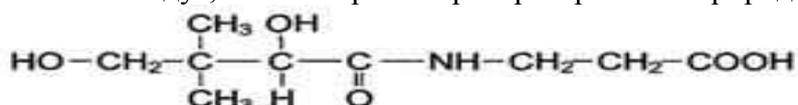
Входит в состав коферментов ФМН (флавиномононуклеотид) и ФАД (флавинадениндинуклеотид), участвующих в переносе атомов водорода, необходим для дыхания клеток, роста, для образования красных кровяных телец и антител, способен ускорять в организме превращение пиридоксина в его активную форму.

Недостаток рибофлавина проявляется в остановке роста, воспалении слизистой оболочки языка, губ в уголках рта. Наиболее характерны изменения со стороны глаз - светобоязнь, кератиты, катаракта, развивается общая сердечная и мышечная слабость. У

молодняка животных наблюдается высокая смертность, у птиц - слабость ног, искривление и скручивание пальцев.

Источники: Витамин распространен в природе, в организм поступает с мясными и молочными продуктами (сыворожка молока - 30 мг/кг сухой массы), содержат яйца, дрожжи, хлеб из муки грубого помола, семена злаков, свежие овощи, люцерновая и рыбная мука.

Витамин В₃ (*пантотеновая кислота, антидерматитный*). Название получил от греч. "пантотен", что означает "всюду", из-за широкого распространения в природе.

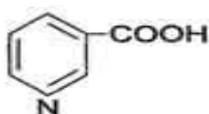


Пантотеновая кислота, попадая в организм, превращается в пантетин и входит в состав коэнзима А, который участвует в ферментативных реакциях окисления и ацилирования, а именно в активировании и переносе остатков кислот в метаболизме белков, жиров, углеводов.

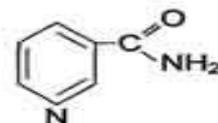
При недостатке развиваются дерматиты, дистрофические изменения желез внутренней секреции (надпочечники) и нервной системы (параличи), депигментация и выпадение шерсти, перьев, нарушение координации движения, общее истощение.

Источники: печень, яичный желток, икра рыб, дрожжи, зеленые части растений, пшеничные отруби (25мг/кг), жмых подсолнечника (15мг/кг), люцерна.

Витамин В₅ (PP) (*никотиновая кислота, никотинамид, антипеллагрический*).



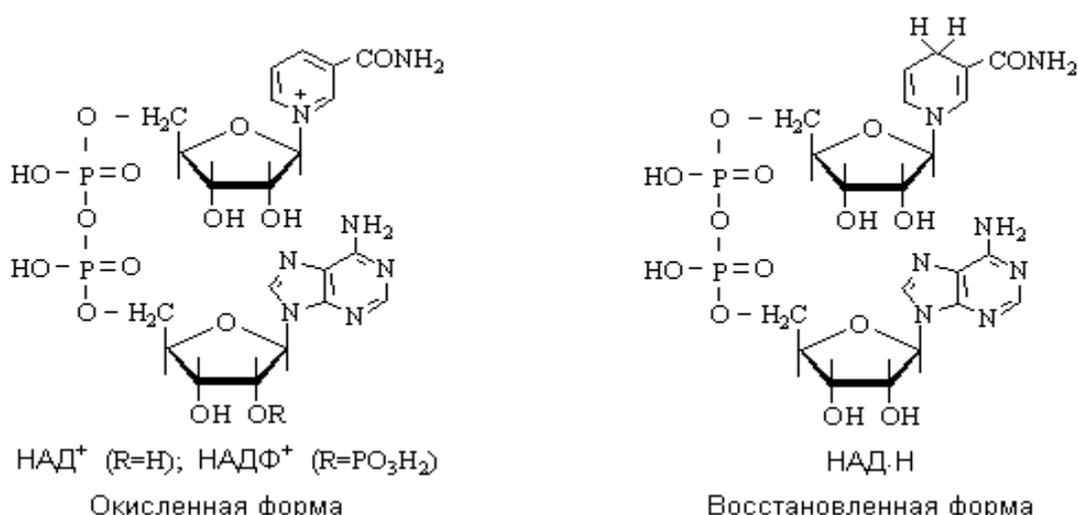
Никотиновая кислота



Никотинамид

Витамин PP

Входит в состав коферментов НАД и НАДФ, которые являются переносчиками водорода к флавопротеиновым ферментам, тем самым, регулируя окислительно-восстановительные процессы в организме.

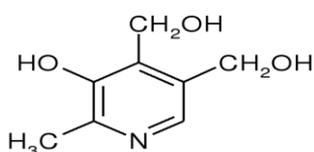


При недостатке развивается *пеллагра* (от итал. шершавая кожа), дерматит, чаще всего поражаются участки кожи, подверженные влиянию прямых солнечных лучей. Специфическим являются стоматиты, гингивиты, поражения языка с вздутиями и

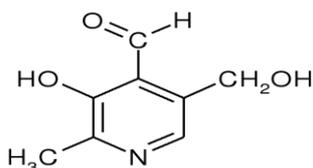
трещинами, нарушения желудка-кишечного тракта и нервной деятельности. У животных чаще болеет молодняк. У свиней появляются дерматиты на ушах, у собак темнеет слизистая оболочка языка (черный язык), у птицы замедляется оперяемость, снижается яйценоскость, массовая гибель.

Источники: мясо, печень, рыба, яйцо, молоко, хлеб, картофель, морковь, пивные дрожжи, пшеничные отруби, ячмень, рис.

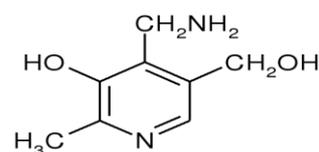
Витамин В₆ (антидерматитный). Объединяет три соединения - пиридоксин, пиридоксаль и пиридоксамин.



пиридоксол

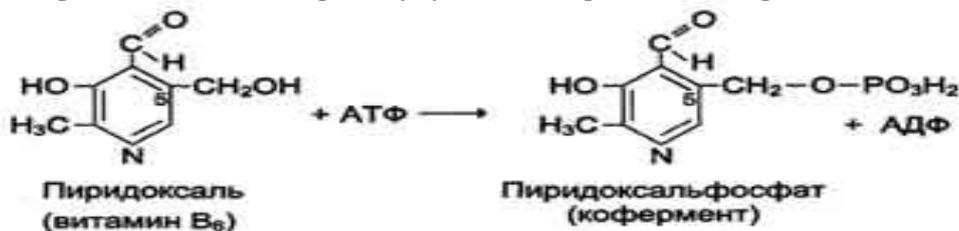


пиридоксаль



пиридоксамин

Витамин необходим для нормального функционирования центральной и периферической нервной системы, участвует в синтезе нейромедиаторов. В фосфорилированной форме входит в состав коферментов трансфераз и обеспечивает процессы декарбоксилирования, трансаминирования, дезаминирования аминокислот, участвует в синтезе белка, ферментов, гемоглобина и других соединений, снижает уровень холестерина и липидов в крови, улучшает сократимость сердца.



Недостаточность витамина проявляется в виде дерматитов, поражений нервной системы, эпилептических судорог, угнетается деятельность красного костного мозга, у свиней снижается уровень гемоглобина (на 30%), у цыплят повышается возбудимость, они выщипывают и поедают собственные перья.

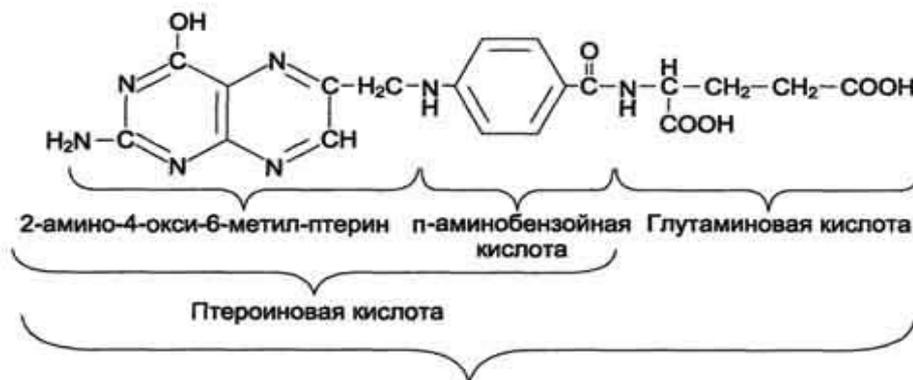
Источники: мясо, рыба, печень трески и к.р.с., почки, сердце, яичный желток, молоко, неочищенные зерна злаковых (гречневая и пшеничная крупы), дрожжи, бобовые, кукуруза, картофель, соя.

Витамин В₁₂ (кобаламин, антианемический). Способен накапливаться в организме, откладывается в печени, почках, легких и селезенке. Имеет сложное химическое строение. Входит в состав коферментов изомераз и трансфераз.

Недостаток приводит к развитию анемии, у животных наблюдается высокая эмбриональная смертность, паралич конечностей.

Источники: печень, почки, говядина, домашняя птица, рыба, яйцо, молоко, морская капуста, соя и соевые продукты, дрожжи, синтезируется микроорганизмами. Для животных основными источниками являются - рыбная и мясокостная мука.

Витамин С (аскорбиновая кислота, антискорбутный). Обладает сильными окислительно-восстановительными свойствами:



Фолиевая кислота

Является коферментом многих ферментов, катализирующих реакции переноса одноуглеродных остатков.

Недостаточность фолиевой кислоты трудно вызвать даже у животных без предварительного подавления в кишечнике роста микроорганизмов, которые синтезируют ее в необходимых количествах. Это достигается скормливанием антибиотиков. Недостаточность проявляется в развитии анемии, «красный язык», у животных замедляется рост, снижается продуктивность, у молодняка птицы нарушается рост перьев, наступают параличи шеи.

Источники: зеленые части растений, листовые овощи, дрожжи, печень, почки, мясо, картофель, люцерновая мука.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Характеристика и классификация витаминов. Понятие а-, гипо- и гипervитаминозов
- 2 Жирорастворимые витамины: строение, биологическая роль и источники
3. Водорастворимые витамины: строение, биологическая роль и источники

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие/ Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, ЮА. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филиппович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4
7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1
2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. –ISBN 5-225-03558-2
3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7
4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-Х
5. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2
6. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.
7. Осипова,О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7
8. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.
9. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

ЛЕКЦИЯ 13

ДИНУКЛЕОТИДНЫЕ КОФЕРМЕНТЫ

Нуклеотиды имеют большое значение не только как строительный материал для нуклеиновых кислот. Они участвуют в биохимических процессах и особенно важны в роли *коферментов*, т. е. веществ, тесно связанных с ферментами и необходимых для проявления ими ферментативной активности.

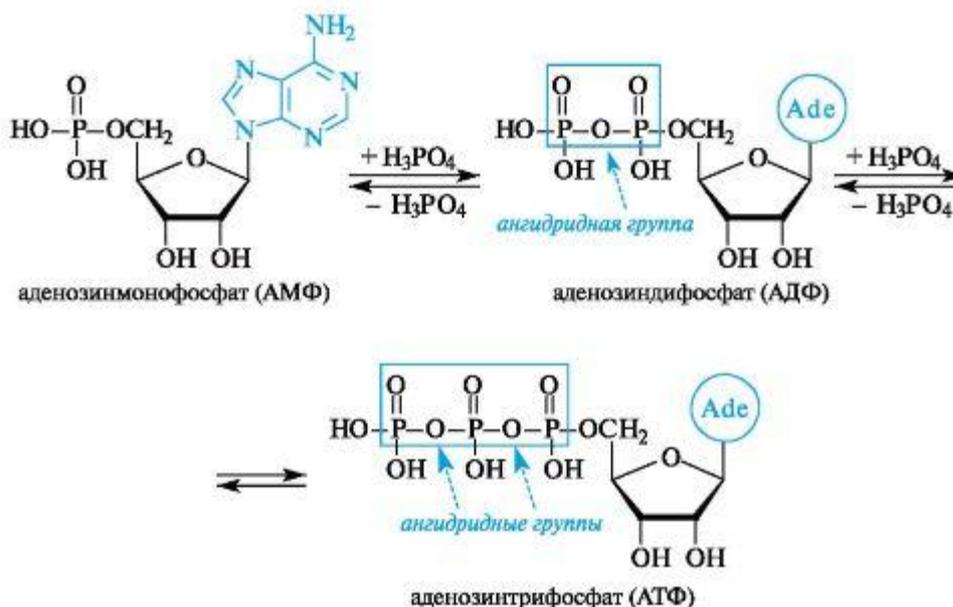
13.1. Нуклеозидполифосфаты

Во всех тканях организма содержатся моно-, ди- и трифосфаты нуклеозидов. Особенно широко известны аденинсодержащие нуклеотиды - аденозин-5'-фосфат (АМФ), аденозин-5'-дифосфат (АДФ)

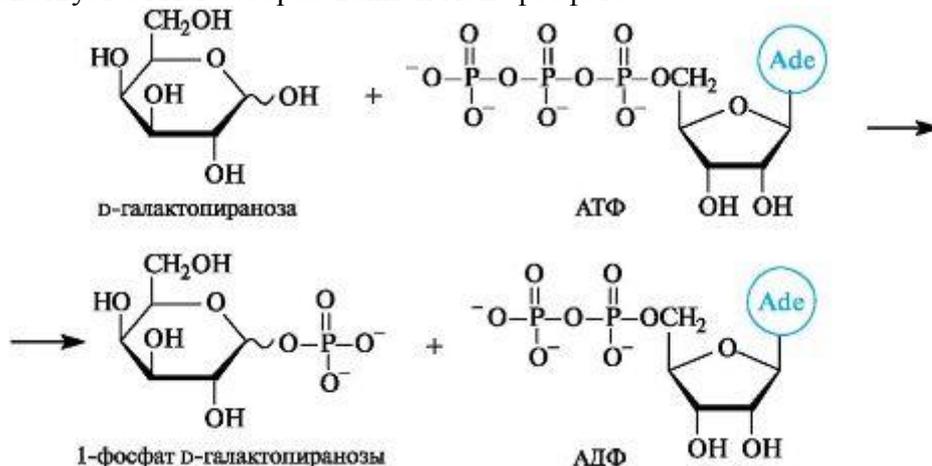
и аденозин-5'-трифосфат (АТФ) (для этих соединений наряду с приведенными сокращенными обозначениями латинскими буквами в отечественной литературе используют сокращения соответствующих русских названий - АМФ, АДФ, АТФ).

Нуклеотиды, фосфорилированные в разной степени, способны к взаимопревращениям путем наращивания или отщепления фосфатных групп. Дифосфатная группа содержит одну, а трифосфатная - две ангидридные связи, называемые *макроэргическими*, поскольку они обладают большим запасом энергии. Необходимые для образования такой связи энергетические затраты восполняются за счет энергии, выделяемой в процессе метаболизма углеводов. При расщеплении макроэргической связи P~O (обозначаемой волнистой линией) выделяется ~32 кДж/моль. С этим связана важнейшая роль АТФ как «поставщика» энергии во всех живых клетках.

В показанных ниже взаимопревращениях АМФ, АДФ и АТФ формулы этих соединений соответствуют их неионизированному состоянию. В физиологических условиях при pH ~7 фосфатные группы почти полностью ионизированы, поэтому в биохимической литературе эти и любые другие нуклеотиды записывают соответственно в виде анионов.



Нуклеозидполифосфаты в биохимических процессах. С участием АТФ и АДФ в организме осуществляется важнейший биохимический процесс - *перенос фосфатных групп*. Например, образование сложных эфиров (фосфатов) - типичная реакция в метаболизме углеводов. Все стадии гликолиза (превращения глюкозы в пируват) осуществляются только в фосфатной форме. Так, галактоза, образующаяся при расщеплении лактозы, на начальной стадии метаболического превращения в глюкозу взаимодействует с АТФ с образованием монофосфата.



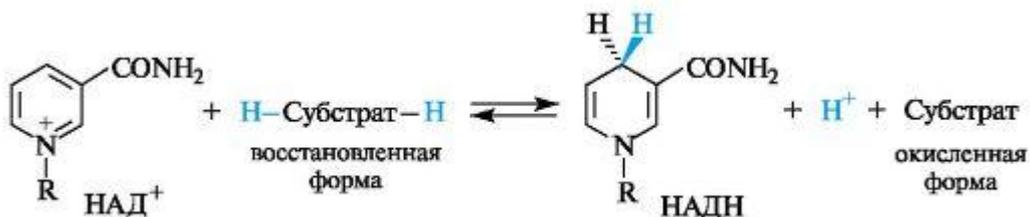
13.2. Никотинамиднуклеотиды

Наиболее важными представителями этой группы соединений являются **никотинамидадениндинуклеотид** (NAD, или в русской литературе НАД) и его фосфат (NADP, или НАДФ). Эти соединения выполняют важную роль коферментов в осуществлении многих окислительно-восстановительных реакций. В соответствии с этим они могут существовать как в окисленной (НАД⁺, НАДФ⁺), так и восстановленной (НАДН, НАДФН) форме.

Структурным фрагментом НАД⁺ и НАДФ⁺ является никотинамидный остаток в виде пиридиниевого катиона. В составе НАДН и НАДФН этот фрагмент превращается в остаток 1,4-дигидропиридина.

В ходе биологического дегидрирования субстрат теряет два атома водорода, т. е. два протона и два электрона (2H⁺, 2e) или протон и гидрид-ион (H⁺ и H⁻). Кофермент НАД⁺ обычно рассматривается как акцептор гидрид-иона H⁻ (хотя окончательно не установлено, происходит ли перенос атома водорода к этому коферменту одновременно с переносом электрона или эти процессы протекают раздельно).

В результате восстановления путем присоединения гидрид-иона к НАД⁺ пиридиниевое кольцо переходит в 1,4-дигидропиридиновый фрагмент. Этот процесс обратим.

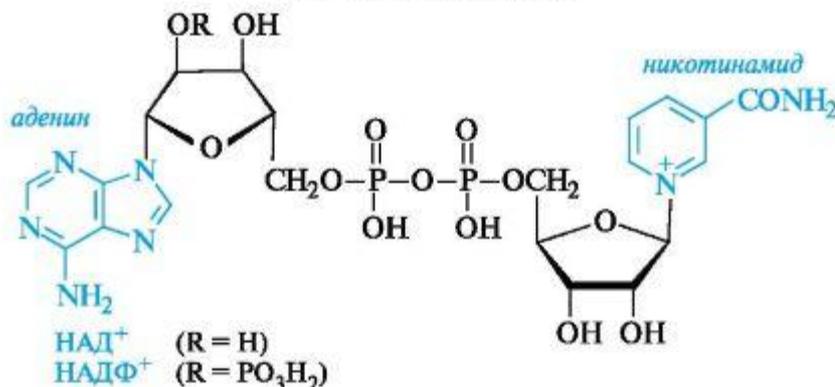


В реакции окисления ароматический пиридиновый цикл переходит в неароматический 1,4-дигидропиридиновый цикл. В связи с потерей ароматичности

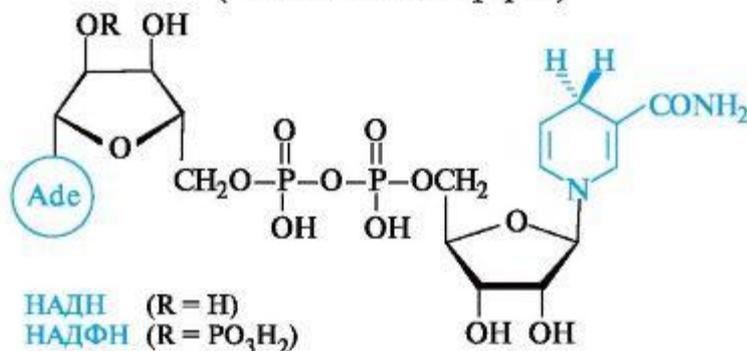
возрастает энергия НАДН по сравнению с НАД⁺. Таким способом НАДН запасает энергию, которая затем расходуется в других биохимических процессах, требующих энергетических затрат.

Типичными примерами биохимических реакций с участием НАД⁺ служат окисление спиртовых групп в альдегидные (например, пре- вращение ретинола в ретиналь, см. 15.4), а с участием НАДН - восстановление карбонильных групп в спиртовые (превращение пировиноградной кислоты в молочную, см. 9.2.3).

НИКОТИНАМИДНЫЕ КОФЕРМЕНТЫ НАД⁺ И НАДФ⁺ (окисленная форма)



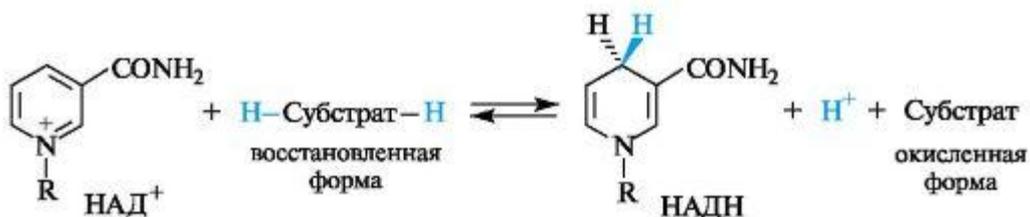
НИКОТИНАМИДНЫЕ КОФЕРМЕНТЫ НАДН И НАДФН (восстановленная форма)



Структурным фрагментом НАД⁺ и НАДФ⁺ является никотинамидный остаток в виде пиридиниевого катиона. В составе НАДН и НАДФН этот фрагмент превращается в остаток 1,4-дигидропиридина.

В ходе биологического дегидрирования субстрат теряет два атома водорода, т. е. два протона и два электрона (2H⁺, 2e⁻) или протон и гидрид-ион (H⁺ и H⁻). Кофермент НАД⁺ обычно рассматривается как акцептор гидрид-иона H⁻ (хотя окончательно не установлено, происходит ли перенос атома водорода к этому коферменту одновременно с переносом электрона или эти процессы протекают раздельно).

В результате восстановления путем присоединения гидрид-иона к НАД⁺ пиридиное кольцо переходит в 1,4-дигидропиридиновый фрагмент. Этот процесс обратим.



В реакции окисления ароматический пиридиновый цикл переходит в неароматический 1,4-дигидропиридиновый цикл. В связи с потерей ароматичности возрастает энергия НАДН по сравнению с НАД⁺. Таким способом НАДН запасает энергию, которая затем расходуется в других биохимических процессах, требующих энергетических затрат.

Типичными примерами биохимических реакций с участием НАД⁺ служат окисление спиртовых групп в альдегидные (например, превращение ретинола в ретиналь), а с участием НАДН - восстановление карбонильных групп в спиртовые (превращение пировиноградной кислоты в молочную).

Вопросы для самоконтроля

- 1 Нуклеозидполифосфаты
- 2 Никотинамиднуклеотиды

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие/ Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филиппович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4
7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1
2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. –ISBN 5-225-03558-2

3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7
4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-Х
5. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2
6. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.
7. Осипова,О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7
8. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.
9. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

ЛЕКЦИЯ 14

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ КЛЕТОК

14.1. Значение и обмен макроэлементов

Кальций входит в состав минерального компонента костной ткани - оксиапатита, микрокристаллы которого образуют жесткую структуру костной ткани, выполняющей защитно-опорную функцию. Кальций придает стабильность клеточным мембранам - наружной оболочке клеток; обеспечивает прочность межклеточных связей, осуществляющих упорядоченную адгезию (слипание) клеток при тканеобразовании.

Наряду с указанными функциями кальций играет решающую роль в реализации многих важнейших физиологических и биохимических процессов.

Кальций необходим для нормальной возбудимости нервной системы и сократимости мышц, является активатором ряда ферментов и гормонов, важнейшим компонентом свертывающей системы крови.

Всасывание кальция происходит в тонкой кишке с участием особых транспортных механизмов, обеспечивающих возможность его переноса из просвета кишечника в кровотоки. При этом всасывание кальция зависит от обеспеченности организма витамином D, который необходим для нормального функционирования систем транспорта кальция в тонкой кишке.

Кальций относится к трудноусвояемым минеральным элементам, что обусловлено соотношением его в пищевых продуктах с другими минеральными компонентами - фосфором, магнием, а также с белками и жирами. Всасыванию кальция способствуют белки пищи, лимонная кислота и лактоза (молочный сахар). К факторам, затрудняющим всасывание кальция и способным в известных условиях нарушить его утилизацию, относится избыточное содержание в пище фитиновой кислоты (ею богаты рожь, пшеница, овес и соответственно пищевые продукты, полученные из этих злаков), фосфатов (продукты с очень высоким содержанием фосфора: шоколад, икра, мясо, рыба морская), жиров, щавелевой кислоты (некоторые овощи, фрукты).

Фосфор участвует в построении всех клеточных элементов организма человека, его особенно много в костной и мозговой тканях. Фосфор участвует в процессах обмена белков, жиров и углеводов, образуя с ними ряд промежуточных соединений (нуклеопротеиды, фосфопротеиды, фосфолипиды и др.). Он участвует в деятельности мозга, скелетной и сердечной мускулатуры, в образовании ряда гормонов и ферментов.

Магний принимает участие в процессах углеводного, белкового и фосфорного обмена. Соединения магния обладают антиспастическими и сосудорасширяющими свойствами, понижают возбудимость центральной нервной системы, а также усиливают желчеотделение и моторную деятельность кишечника.

Натрий необходим для протекания процессов внутриклеточного и межклеточного обмена, для обеспечения электролитного и кислотно-щелочного равновесия. Он усиливает воспалительные и аллергические процессы в тканях и активизирует их патологические реакции, а также обладает выраженным сосудорасширяющим действием.

Ионы натрия содержатся в основном во внеклеточной жидкости, что определяет их значительную роль в регуляции давления как внутри клеток, так и во внеклеточном пространстве. Кроме того, натрий важен для водного обмена организма. Уменьшение количества натрия во внеклеточной жидкости ведет к переходу воды из внеклеточных пространств в клетки. В частности, это повышает фильтрацию воды в печеночных клубочках, а следовательно, увеличивает мочеотделение. Натрий обладает также резко

выраженной способностью увеличивать количество воды, удерживаемой тканями.

Известно, что увеличение содержания в пище хлористого натрия (поваренной соли) ведет к вторичной задержке воды в организме. Ограничение хлористого натрия в диете больных с отеками (сердечного, почечного и другого происхождения) сопровождается увеличением у них мочеотделения. При этом способность поваренной соли вызывать задержку воды в тканях обусловлена именно ионами натрия, а не хлора. Входя в состав поваренной соли, натрий придает пище определенные вкусовые качества. Пищевые продукты, особенно растительные, бедны натрием. У человека поступление натрия в основном осуществляется за счет поваренной соли, добавляемой к пище.

Суточная потребность человека в натрии составляет 4 - 6 г (включая и хлористый натрий, входящий в состав пищевых продуктов). Такое количество натрия содержится в 10 - 15 г поваренной соли. Обычные пищевые рационы, как правило, содержат избыточное количество натрия.

Хлор играет важную роль в организме человека, особенно в регуляции водного обмена. Хлориды являются источником образования железами желудка соляной кислоты. В пищевых продуктах, особенно растительных, хлор содержится в незначительных количествах. У человека потребность в хлоридах удовлетворяется в основном за счет поваренной соли, добавляемой к пище. Суточная потребность человека в хлоре составляет 4 - 6 г.

Калий участвует в ферментативных процессах организма. В регуляции количественного содержания калия и натрия в организме человека существует физиологический антагонизм. Калий является главным образом внутриклеточным ионом. Взаимодействие его с внеклеточными ионами натрия имеет большое значение в регуляции водного обмена. Увеличение концентрации калия в организме влечет за собой усиление выделения почками натрия и связанное с этим увеличение количества выводимой мочи. Калий уменьшает также способность тканевых белков к связыванию жидкости, -эти свойства калия нашли широкое применение в клинике при лечении недостаточности кровообращения в виде особой, повышающей мочеотделение, калиевой диеты, достаточное потребление калия приобретает особое значение для больных, получающих преднизолон, гипотиазид и другие медикаменты, вызывающие увеличенное выделение из организма калия с мочой.

Организм очень чувствителен к уменьшению концентрации калия в крови (гипокалиемия). В следствии этого возникают сонливость, мышечная слабость, потеря аппетита, тошнота, рвота, уменьшение мочеотделения, снижение кровяного давления и другие изменения.

Сера входит в состав некоторых аминокислот — основного структурного материала для синтеза белков, ферментов, гормонов (инсулина), витаминов (В1). Она играет важную роль в процессах окисления и восстановления, а также в обезвреживании токсических продуктов обмена путем образования с ними в печени неядовитых химических соединений.

14.2. Значение и обмен микроэлементов

Йод необходим для синтеза гормонов щитовидной железы (тироксин, ди- и трийодтиронин). Обмен йода регулируется тиреотропином.

В биогеохимических провинциях (чаще в горных районах) у животных наблюдается эндемический зоб из-за недостатка йода в почве, кормах. Воде, затухает основной обмен, окислительное фосфорилирование, подавляется синтез белка, патологически откладывается жир, замедляется рост и снижается продуктивность.

Фтор участвует в образовании опорных тканей особенно костной и зубной. При недостатке фтора развивается кариес зубов и остеопороз костей. Избыток его приводит к фторозу зубов (появлению темных пятен на зубной эмали) и их быстрому изнашиванию, деформации костей скелета и суставов, ограничению подвижности и возникновению порезов.

Железо и железосвязывающая способность сыворотки крови

Железо в основном сосредоточено в гемоглобине, ферритине, гемосидерине, миоглобине, цитохромах, каталазе, трансферринах и других соединениях.

Состояние обмена железа лучше всего характеризует количество негеминового сывороточного железа, т.е. железо трансферрина и ферритина, так как это основной резерв, который используется организмом в случае необходимости.

Уменьшение негеминового железа сыворотки свидетельствует об истощении резервов и наблюдается при железодефицитных состояниях. Железосвязывающая способность сыворотки, т.е. общее количество трансферрина, при этом возрастает.

Обмен железа регулируется центрами гипоталамуса на уровне РЭС и печени. Содержание его в крови уменьшается при анемиях, отравлениях гемолитическими ядами, гемолитических желтухах.

Цинк – составная часть металлоэнзимов: дегидрогеназ, фосфатаз, альдолаз, карбоангидраз и др. Является активатором и ингибитором многих ферментов. Входит в состав молекулы инсулина, активирует действие адреналина, тестостерона, фолликулина, антидиуритического и гонадотропного гормонов. С наличием цинк связаны обмен белков, нуклеиновых кислот, липидов, углеводов, иммунитет.

Обмен цинка регулируется щитовидной железой. Содержание цинка в тканях возрастает при асфиксии, уменьшается – при лейкозах, раке, нефритах, гепатитах, артритах.

Кобальт входит в состав многих ферментов, активирует процессы кроветворения, ускоряет рост, синтез нуклеиновых кислот и мышечных белков. Отсутствие в рационе кобальта приводит к замедлению роста, снижению продуктивности и анемии.

Медь входит в состав белков печени, красного костного мозга, плаценты, молока, пигментов, ферментов. При недостатке развивается анемия, анемия, возникают поносы, кожный зуд, нарушаются функции нервной, мышечной, кровеносной и половой систем.

Марганец. При его недостатке уменьшаются процессы роста, окостенения, у коров анемия, тетания, снижение молочной продуктивности.

Селен обладает антиоксидантными свойствами, принимает участие в окислительном фосфорилировании и др. Недостаток селена приводит к возникновению беломышечной болезни, бесплодию.

Вопросы для самоконтроля

1. Значение и обмен макроэлементов.
2. Значение и обмен микроэлементов.

.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ

– ЭБС IPRbooks

3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие/ Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

6. Филлипович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4

7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия /Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1

2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. –ISBN 5-225-03558-2

3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7

4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-X

5. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2

6. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.

7. Осипова, О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7

8. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.

9. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

ЛЕКЦИЯ 15

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ КАК ЕДИНАЯ СИСТЕМА ПРОЦЕССОВ

15.1. Взаимосвязь процессов обмена веществ в организме

Все превращения органических веществ, процессы анаболизма и катаболизма тесно связаны друг с другом. В частности, процессы синтеза и распада взаимосвязаны, координированы и регулируются нейрогормональными механизмами, придающими химическим процессам нужное направление. В живой природе не существует самостоятельного обмена белков, жиров, углеводов и нуклеиновых кислот. Все превращения объединены в целостный процесс метаболизма, подчиняющийся диалектическим закономерностям взаимозависимости и взаимообусловленности, допускающий также взаимопревращения между отдельными классами органических веществ. Подобные взаимопревращения диктуются физиологическими потребностями организма, а также целесообразностью замены одних классов органических веществ другими в условиях блокирования какого-либо процесса при патологии.

Помимо взаимных переходов между разными классами веществ в организме, доказано существование более сложных форм связи. В частности, интенсивность и направление любой химической реакции определяются ферментами, т.е. белками, которые оказывают непосредственное влияние на обмен липидов, углеводов и нуклеиновых кислот. В свою очередь синтез любого белка-фермента требует участия ДНК и всех 3 типов рибонуклеиновых кислот: тРНК, мРНК и рРНК. Если к этому добавить влияние гормонов, а также продуктов распада какого-либо одного класса веществ (например, биогенных аминов) на обмен других классов органических веществ, то становятся понятными удивительная согласованность и координированность огромного разнообразия химических процессов, совершающихся в организме.

Кроме того, существует тесная энергетическая связь, когда энергетические потребности могут обеспечиваться окислением какого-либо одного класса органических веществ при недостаточном поступлении с пищей других. Важность белков (в частности, ферментов, гормонов и др.) в обмене всех типов химических соединений слишком очевидна и не требует доказательств. Ранее было отмечено большое значение белков и аминокислот для синтеза ряда специализированных соединений (пуриновые и пиримидиновые нуклеотиды, порфирины, биогенные амины и др.). Кетогенные аминокислоты, образующие в процессе обмена ацетоуксусную кислоту (ацетоацетил-КоА), могут непосредственно участвовать в синтезе жирных кислот и стероидов. Аналогично могут использоваться гликогенные аминокислоты через ацетил-КоА, но после предварительного превращения в пируват. Некоторые структурные компоненты специализированных липидов, в частности фосфоглицеринов, имеют своим источником аминокислоты и их производные, например серин, этаноламин, сфингозин и холин. Необходимо подчеркнуть, что превращение углеродных скелетов кетогенных или гликогенных аминокислот в жирные кислоты является необратимым процессом, хотя нельзя исключить возможности частичного синтеза глутамата и опосредованно других аминокислот из продуктов распада жирных кислот – ацетил-КоА – через цикл трикарбоновых кислот, включающий α -кетоглутарат. В то же время из глицерина нейтральных жиров через пируват полностью осуществляется синтез углеродных скелетов некоторых гликогенных аминокислот.

15.2. Роль ацетил-КоА в обмене веществ

При расщеплении биомолекул в организме выделяют 3 стадии, которые являются общими для катаболизма различных биомолекул. В первой стадии все сложные биомолекулы (полимеры) расщепляются до простых компонентов (мономеров): 1) полисахариды расщепляются до моносахаридов; 2) липиды (триацилглицеролы) – до жирных кислот и глицерина; 3) белки – до аминокислот; 4) нуклеиновые кислоты – до мононуклеотидов. Реакции этой стадии катализируются гидролазами желудка, и кишечника. На этой стадии высвобождается около 1% химической энергии, которая рассеивается в виде тепла. Во второй стадии мономеры, образовавшиеся в первой стадии, внутриклеточно подвергаются превращениям с выделением энергии (20-30%). Основные реакции катаболизма: 1) для моносахаридов – гликолиз, конечным метаболитом которого является пировиноградная кислота, которая далее подвергается окислительному декарбоксилированию и превращается в активную форму уксусной кислоты – ацетил-КоА; 2) для жирных кислот – β -окисление, конечным продуктом которого является ацетил-КоА; для глицерина – расщепление до пирувата, который далее превращается в ацетил-КоА; 3) для аминокислот и нуклеотидов – дезаминирование и расщепление безазотистых молекул до ди- и трехуглеродных карбоновых кислот и их производных. Большинство этих метаболитов превращается в ацетил-КоА. Таким образом, общим конечным продуктом второй стадии внутриклеточного катаболизма углеводов, липидов и аминокислот является ацетил-КоА. В третьей стадии катаболизма в митохондриях происходит окисление ацетил-КоА до CO_2 и H_2O и окислительное фосфорилирование с образованием АТФ. Окисление ацетил-КоА до CO_2 происходит в цикле трикарбоновых кислот, при участии коферментов НАД и ФАД и цитохромов. Атомы водорода поступают в дыхательную цепь (электронно-транспортная цепь митохондрий) и переносятся на кислород, образуя H_2O . Полученная энергия (на этой стадии образуется 70-80% энергии) используется для осуществления окислительного фосфорилирования, главного источника АТФ в организме. Пируватдегидрогеназная реакция. Важнейшим источником ацетил-КоА является реакция окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты, которая катализируется мультиферментным пируватдегидрогеназным комплексом, который включает включает 3 фермента (Е1- пируватдегидрогеназа; Е2 – дигидролипоилацетилтрансфераза; Е3 - дигидролипоилдегидрогеназа) и использует 5 коферментов. Первый фермент (пируватдегидрогеназа) катализирует декарбоксилирование пирувата с образованием CO_2 и гидроксиэтильного производного тиаминдифосфата (ТДФ). Второй фермент (дигидролипоилацетилтрансфераза) переносит гидроксиэтильную группу от ТДФ сначала на окисленную форму липоевой кислоты, а далее на КоА с образованием ацетил-КоА. Третий фермент (ФАД-содержащая дигидролипоилдегидрогеназа) катализирует окисление восстановленной формы липоевой кислоты с образованием ФАДН₂, от которого атомы водорода переносятся на НАД с образованием в конечном итоге НАДН₂, который и окисляется в дыхательной цепи митохондрий с выделением 3-х молекул АТФ. В случае нарушения деятельности пируватдегидрогеназного комплекса замедляется метаболизм пировиноградной кислоты и ее концентрация резко возрастает в крови и моче. Это происходит, например, при дефиците тиаминдифосфата (витамина В1), который является источником кофермента – тиаминдифосфата, или при наследственном дефиците пируватдегидрогеназы или дигидролипоилдегидрогеназы.

В цикле трикарбоновых кислот (цикл лимонной кислоты, цикл Кребса) – аэробный метаболический цикл, в котором ацетил-КоА (ключевой метаболит обмена углеводов, белков, жиров) окисляется до CO_2 с образованием атомов водорода, которые

используются в дыхательной цепи митохондрий для получения АТФ в процессе окислительного фосфорилирования.

Вопросы для самоконтроля

1 Взаимосвязь процессов обмена веществ в организме.

2 Роль ацетил-КоА в обмене веществ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

2. Дмитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Дмитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие / Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks

6. Филиппович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4

7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9

Дополнительная

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1

2. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. – ISBN 5-225-03558-2

3. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7

4. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-X

5. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2

6. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.

7. Осипова, О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7

8. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.

9. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Таганович [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 672 с. – ISBN 978-985-06-2321-8 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
2. Димитриев, А.Д. Биохимия: учебное пособие / А.Д. Димитриев, Е.Д. Амбросьева. – М.: Дашков и К, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов; доп. УМО / И.Ф. Жимулёв. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – ISBN 978-5-379-00375-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
4. Пинчук, Л.Г. Биохимия: учебное пособие / Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина; гриф УМО. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. – 364 с. – ISBN 978-5-89289-680-1 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
5. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. – ISBN 978-5-98704-493-3 // Доступ с сайта научной библиотеки СГАУ – ЭБС IPRbooks
6. Филиппович, Ю.Б. Биологическая химия: учебное пособие / Ю.Б. Филиппович, Н.И. Ковалевская, Г.А. Севастьянова. – М.: Академия, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-7695-4774-4
7. Щербаков, В.Г. Биохимия: учебник / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 472 с. – ISBN 5-98879-008-9
8. Березов, Т.Т. Биологическая химия / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 2002. – 704 с. – ISBN 5-225-02709-1
9. Биологическая безопасность. Термины и определения / Под ред. Г.Г.Онищенко, В.В. Кутырева. – М.: Медицина, 2011. – 151 с. – ISBN 5-225-03558-2
10. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : учебник./Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина – М. : Высшая школа, 2002. – 479 с. – ISBN 5-06-003720-7
11. Комов, В.П. Биохимия: учебник / В.П. Шведова В.Н. Комов. – М. : Дрофа, 2004. – 640 с. – ISBN 5-7107-5613-Х
12. Николаев, А.Я. Биологическая химия: учебник / А.Я. Николаев – М. : Высшая школа, 1998. – 496 с. – ISBN 5-89481-027-2
13. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А.Овчинников – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.
14. Осипова, О.В. Биоорганическая химия : Конспект лекций / О.В. Осипова, А.В. Шустов. – М. : Эксмо, 2007. – 192 с. – ISBN 978-5-699-21544-7
15. Строев, Е.А. Биологическая химия : учебник / Е.А.Строев – М. : Высшая школа, 1989. – 479 с.
16. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-2102-4

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Лекция 1	4
Биохимия в системе биологических дисциплин	4
1.1 Предмет и задачи биологической химии	4
1.2 Разделы биохимии	4
Вопросы для самоконтроля.....	4
Список литературы	4
Жизнь как особая форма движения материи.....	6
2.1 Концепции и теории происхождения жизни	6
2.2 Значение обмена веществ (катаболизм и анаболизм) в явлениях жизни	9
2.3 Принципы регуляции метаболических путей	9
Вопросы для самоконтроля.....	9
Список дитературы	9
Лекция 3.....	11
Общая характеристика веществ, входящих в состав организмов, их роль и значение.....	11
3.1 Аминокислоты.....	11
3.2 Классификация жиров	13
3.3 Углеводы.....	14
3.4 Незаменимые факторы питания	17
Вопросы для самоконтроля.....	17
Список литературы	17
Лекция 4.....	19
Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах.....	19
4.1 Значение воды для живых организмов	19
4.2 Биологическое значение воды	19
Вопросы для самоконтроля.....	20
Список литературы	20
Лекция 5	22
Основные физико-химические методы, применяемые в биохимии	22
5.1 Общая характеристика физико-химических методов исследований.....	22
5.2 Достоинства и недостатки физико-химических методов исследований	22
5.3 Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа (метод прямых измерений и метод титрования (косвенный метод)).....	23
Вопросы для самоконтроля.....	24
Список литературы	24
Лекция 6.....	26
Природные аминокислоты	26
6.1 Различные способы классификации аминокислот	26
6.2 Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот	26
Вопросы для самоконтроля.....	27
Список литературы	27
Лекция 7.....	29
Аминокислоты как составные части белков	29
7.1 Физические и химические свойства протеиногенных аминокислот	29
7.2 Незаменимые аминокислоты	30
Вопросы для самоконтроля.....	30

Список литературы	30
Лекция 8.	32
Природные углеводы и их производные.	32
8.1. Характеристика, классификация и функции углеводов	32
8.2. Моносахариды: строение и стереоизомерия	32
8.3. Неклассические моносахариды	34
Вопросы для самоконтроля.....	35
Список литературы	35
Лекция 9.	37
Липофильные соединения и классификация липидов.	37
9.1 Классификация, основные представители триацилглицеридов, восков, стероидов и их функции.....	37
Вопросы для самоконтроля.....	39
Список литературы	39
Лекция 10	41
Фосфатиды и их свойства.	41
10.1 Строение фосфатидов.....	41
10.2 Участие фосфатидов и других липидов в построении биологических мембран.....	41
Вопросы для самоконтроля.....	44
Список литературы	44
Лекция 11.	46
Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды.	46
11.1 Схема образования нуклеозидов и нуклеотидов ДНК и РНК	46
11.2 Минорные пуриновые и пиримидиновые основания.	47
Вопросы для самоконтроля.....	47
Список литературы	48
Лекция 12	49
Витамины.....	49
12.1 Характеристика и классификация витаминов. Понятие а-, гипо- и гипервитаминозов	49
12.1. Жирорастворимые витамины: строение, биологическая роль и источники	49
12.2. Водорастворимые витамины: строение, биологическая роль и источники	51
Вопросы для самоконтроля.....	55
Список литературы	55
Лекция 13	57
Динуклеотидные коферменты	57
13.1. Нуклеозидполифосфаты	57
13.2. Никотинамиднуклеотиды.....	58
Вопросы для самоконтроля.....	60
Список литературы	60
Лекция 14.....	62
Минеральный состав клеток.	62
14.1 Значение и обмен макроэлементов.	62
14.2 Значение и обмен микроэлементов.	63
Вопросы для самоконтроля.....	64
Список литературы	64
Лекция 15.	66
Обмен веществ как единая система процессов.	66

15.1 Взаимосвязь процессов обмена веществ в организме	66
15.2 Роль ацетил-КоА в обмене веществ	67
Вопросы для самоконтроля.....	68
Список литературы	68
Библиографический список	69
Содержание.....	70