

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Костанайский государственный университет им. А.Байтурсынова

Кафедра биологии и химии

Исмаилова Ж.Б.

Биохимия

Методические рекомендации

Костанай, 2018

ББК 28.072

И 87

Автор:

Исмаилова Ж.Б., старший преподаватель кафедры биологии и химии

Рецензенты:

Махмутова Жулдызай Сагындыковна, магистр химии, старший преподаватель кафедры биологии и химии КГУ имени А.Байтурсынова

Тулбаева Балжан Беисовна, кандидат химических наук, доцент кафедры стандартизации и пищевых технологии КИЭУ им.М.Дулатова

Исмаилова Ж.Б.

И 87 Биохимия. Методические рекомендации для прохождения ВОУД по «Биохимии» для студентов специальности 5В080200-Технология производства продуктов животноводства. - Костанай: КГУ имени А.Байтурсынова, 2018.- 90 с.

Методические рекомендации охватывает все разделы программы по курсу биохимия для студентов технологических специальностей. Каждый раздел содержит теоретический материал, тестовые задания.

ББК 28.072

Утверждено Методическим советом Аграрно-биологического факультета,
протокол от _____ 2018 г. № _____

© Исмаилова Ж.Б., 2018

Содержание

Введение.....	4
Тема 1 Реакция водных растворов.....	5
Тема 2 Буферные системы.....	7
Тема 3 Осмос.....	9
Тема 4 Витамины.....	24
Тема 5 Ферменты.....	32
Тема 6 Гормоны.....	42
Тема 7 Метаболические пути обмена веществ и энергии.....	50
Тема 8 Метаболизм углеводов.....	59
Тема 9 Метаболизм липидов.....	69
Тема 10 Метаболизм белков.....	76
Тема 11 Связь различных обменных процессов.....	86
Список использованных источников.....	90

Введение

Биологическая химия – это наука о химическом составе, структуре и свойствах биологических молекул (статическая биохимия), а также об их функции и обмене веществ в живых системах (динамическая биохимия).

Цель дисциплины — изучение физико-химического состояния клеток и тканей организма, химического состава клеток и тканей, динамики химических превращений органических соединений в организме.

Задача дисциплины - закрепление теоретических знаний путем формирования практических навыков в области статической, динамической и функциональной биохимии. Получение информации о взаимосвязи молекулярных реакций с биологическими функциями клеток органов в норме и при патологических изменениях путем биохимических исследований. При изучении курса студент должен знать:

- химическое строение и роль в обмене веществ углеводов, липидов, белков, нуклеиновых кислот, витаминов, ферментов, гормонов, минеральных соединений

- обмен веществ и энергии
- основы функциональной биохимии

При выполнении лабораторно-практических занятий студент должен овладеть навыками и умениями:

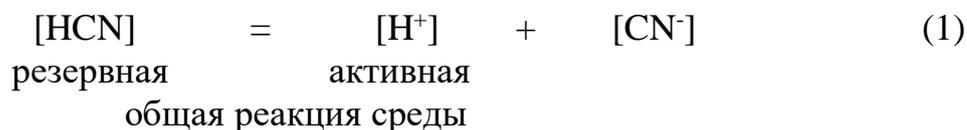
- освоения общих принципов биохимического исследования
- проведения различных методов разделения химических соединений
- овладения качественными и количественными аналитическими методами при исследовании различных биологических систем
- подготовки к работе биологических образцов
- соблюдения правил техники безопасности.

Список рекомендуемой литературы

1. Чечеткин А.В. Биохимия животных. – М.: Высшая школа, 1982. – 511 с
2. Зайцев С.Ю., Конопатов Ю.В. Биохимия животных.- СПб.: Лань, 2004. – 384 с
3. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. – М.: ДРОФА, 2008. – 620 с
4. Сеитов З. Биохимия. – Алматы: Акбар, 2011.- 795 с

Тема 1 Реакция водных растворов

1. Биологические жидкости имеют определенную реакцию среды. Реакция водных растворов характеризуется кислотностью или щелочностью. У слабых электролитов различают общую (титруемую, аналитическую), активную, резервную (потенциальную) реакцию среды:



где $[\text{HCN}]$ – концентрация недиссоциированных молекул кислоты, моль/л;
 $[\text{H}^+]$ – концентрация ионов водорода, моль/л;
 $[\text{CN}^-]$ - концентрация цианид-анионов, моль/л.

Растворы сильных кислот и оснований, у которых величина степени диссоциации (α) равна единице, имеют одинаковые значения активной и общей реакции среды.

2. Биологические жидкости характеризуют в основном активной реакции среды, которая определяется концентрацией ионов водорода $[\text{H}^+]$ или концентрацией гидроксид ионов $[\text{OH}^-]$. Так как концентрации ионов $[\text{H}^+]$, $[\text{OH}^-]$ в водных растворах имеют малые величины (10^{-1} - 10^{-14} моль/л), принято характеризовать активную реакцию среды через водородный показатель. Водородный показатель рН – это отрицательный логарифм концентрации ионов водорода в растворе: $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$.

3. Интервал изменений концентрации ионов водорода и водородного показателя водных растворов.

Таблица 1. Концентрации ионов водорода и водородного показателя водных растворов.

$[\text{H}^+]$, моль/л	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}	10^{-14}
рН	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
среда	сильнокислая				слабокислая			нейтральная	слабощелочная			сильнощелочная			

Если в растворе преобладают ионы водорода $[\text{H}^+]$, активная реакция среды кислая, если гидроксид-ионы - реакция среды щелочная. Когда концентрации ионов $[\text{H}^+]$ и $[\text{OH}^-]$ равны, то раствор имеет нейтральную реакцию среды.

4. Величина рН влияет на обмен веществ. От величины рН зависит активность биологических катализаторов - ферментов. При изменении рН среды изменяется проницаемость клеточных мембран.

рН крови человека в норе составляет 7,46. Смещение реакции среды крови от нормы в кислую сторону называют ацидозом, а в щелочную – алкалозом.

5. Методы определения реакции среды.

Общую реакцию среды определяют титрованием. При титровании используют математическую формулу:

$$C_1V_1 = C_2V_2 \quad (2)$$

Активную реакцию среды определяет двумя методами:

колориметрическим и электрохимическим (потенциометрическим).

Колориметрический метод определения рН растворов основан на применении индикаторов. *Электрохимический метод* определения рН основан на измерении ЭДС гальванического элемента, составленного из электрода сравнения и измерительного электрода, потенциал которого определяется концентрацией ионов водорода исследуемого раствора. При использовании хингидронно-каломельного элемента (Hg/ Hg₂Cl₂ (тв.) KCl (0,1 н)//H⁺(рН_х)/ хингидрон/ Pt) рН исследуемого раствора определяют по формуле:

$$pH_x = \frac{\varphi_{0xг} - \varphi_{калом} - ЭДС}{0,058} \quad (3)$$

где $\varphi_{0xг}^0 = 0,7044В$ (стандартный потенциал хингидронного электрода);

$\varphi_{калом} = 0,2503В$ (потенциал каломельного электрода).

Резервную реакцию среды определяют математическим вычислением по формуле:

общая реакция (о.р.) = активная реакция (а.р.) + резервная реакция (р.р.)

6. По теме «Реакция водных растворов» используют следующие расчетные формулы:

$$[H^+] * [OH^-] = 10^{-14} \quad (4)$$

$$pH = - \lg [H^+] \quad (5)$$

$$pOH = - \lg [OH^-] \quad (6)$$

$$pH + pOH = 14 \quad (7)$$

$$[H^+] = C_m * \alpha * n \quad (8)$$

$$[OH^-] = C_m * \alpha * n \quad (9)$$

$$C_M = \frac{m_e * 1000}{M * V_p(\text{мл})} = \frac{v * 1000}{V_p(\text{мл})} = \frac{v}{V_p(\text{л})} \quad (10)$$

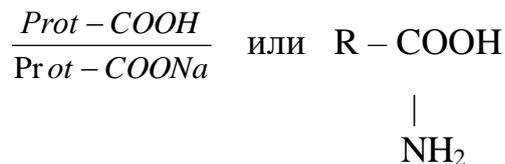
Тема 2 Буферные системы

1. Гомеостаз в отношении величины рН крови поддерживается буферными системами.

Буферными системами называют растворы, способные противодействовать изменению величины водородного показателя рН при добавлении к ним определенных количеств сильных кислот или оснований, а также при разбавлении.

По химическому составу различают следующие типы буферных систем:

- смесь растворов слабой кислоты и ее соли, образованных сильным основанием (кислотный буфер) – ацетатный $\frac{CH_3COOH}{CH_3COONa}$;
- смесь растворов слабого основания и его соли, образованный сильной кислотой (основной буфер) - аммонийный - $\frac{NH_4OH}{NH_4Cl}$;
- растворы соединений, обладающих амфотерными свойствами (белковый буфер)

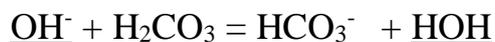
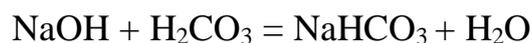


2. Механизм действия буферных систем.

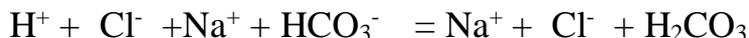
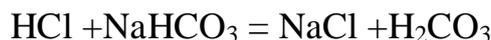
Буферные системы нейтрализуют действие добавленных к ним небольших количеств сильных кислот или оснований. Буферные растворы связывает ионы водорода H^+ и гидроксид-ионы OH^- в слабо диссоциирующие молекулы. В результате этого не происходит изменения концентраций $[H^+]$ и $[OH^-]$ в растворе, а, следовательно, и рН раствора.

Механизм бикарбонатного буфера $\frac{H_2CO_3}{NaHCO_3}$ можно объяснить следующими уравнениями реакций:

- взаимодействие компонента буфера со щелочью



- взаимодействие компонента буфера с сильной кислотой



3. Вычисление рН буферных систем по формулам:
кислотного буфера

$$[\text{H}^+] = K_{\text{дис}} \frac{C_k}{C_c} = K_{\text{дис}} \frac{C_k * V_k}{\alpha * C_c * V_c} \quad (11)$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$$

основного буфера

$$[\text{OH}^-] = K_{\text{дис}} \frac{C_{\text{осн}}}{C_c} = K_{\text{дис}} \frac{C_{\text{осн}} * V_{\text{осн}}}{\alpha * C_c * V_c} \quad (12)$$

$$\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-] \quad \text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Величина рН буферной системы определяется соотношением концентрацией компонентов. При разбавлении буферного раствора соотношение концентрации компонентов не меняется, поэтому значение рН буфера остается постоянным.

4. Буферная емкость.

Буферные системы сохраняют рН постоянным, если количество прибавляемых к раствору сильной кислоты или основания не превышает предельной величины, называемой буферной емкостью. Буферная емкость измеряется количеством моль-эквивалентов сильной кислоты или основания, которое следует добавить к одному литру буферного раствора, чтобы изменить величину его рН на единицу. Буферную емкость определяют титрованием и вычисляют по отношению к сильным кислотам или основаниям по формулам:

$$\beta (\text{кислота HCl}) = \frac{C_k * V_k}{\Delta \text{pH} * V_{\text{б.р.}}} * 1000 \text{ моль-экв/л} \quad (13)$$

$$\beta (\text{основание NaOH}) = \frac{C_{\text{осн}} * V_{\text{осн}}}{\Delta \text{pH} * V_{\text{б.р.}}} * 1000 \text{ моль-экв/л} \quad (14)$$

Буферная емкость зависит:

- от величины концентраций компонентов буферной системы;
- наибольшей величины буферная емкость достигает при равенстве концентраций компонентов буферного раствора

$$\frac{C_{\text{кислота}}}{C_{\text{соль}}} = 1 \text{ или } \frac{C_{\text{осн}}}{C_{\text{соль}}} = 1$$

5. Буферные системы крови.

Допускается изменение рН крови без летального исхода на величину $pH = 7,4 \pm 0,4$.

При отклонении рН крови от нормы возникают ацидозы или алкалозы. Различают метаболические, респираторные субкомпенсированные, компенсированные ацидозы и алкалозы.

Постоянство рН крови поддерживается буферными системами: бикарбонатной ($\frac{H_2CO_3}{NaHCO_3}$), фосфатной ($\frac{NaH_2PO_4}{Na_2HPO_4}$), белковой. Роль белкового буфера выполняют альбумины, глобулины, плазмы крови ($\frac{Pr_{ot} - COOH}{Pr_{ot} - COONa}$), гемоглобин ($\frac{HHb}{KHb}$), оксигемоглобин ($\frac{HHbO_2}{KHbO_2}$) эритроцитов.

Тема 3 Осмос

1. Осмос – перемещение молекул растворителя (воды) через полупроницаемую мембрану из раствора низкой концентрации в раствор высокой концентрации.

2. Биологические жидкости характеризуется определенным значением осмотического давления.

Давление, которое следует приложить к раствору, чтобы остановить осмотический ток воды, называется осмотическим. Осмотическое давление растворов вычисляют по формулам:

$$P = C_m * R * T \quad (\text{для неэлектролитов}) \quad (15)$$

$$P = i * C_m * R * T \quad (\text{для электролитов}) \quad (16)$$

$$P = \Delta t / K * (R * T) \quad (\text{для биологических жидкостей}) \quad (17)$$

где C_m - молярная концентрация растворов, моль /л.

$$C_m = \frac{m * 1000}{M * V_p(\text{мл})} = \frac{v}{V_p(\text{л})}$$

где R – универсальная газовая постоянная, $R = 0,082 \text{ л*атм/моль*град}$;

T – температура в градусах Кельвина, $^{\circ}\text{K}$;

$$T = 273 + t^{\circ}\text{C} \quad (18)$$

i - изотонический коэффициент, учитывающий диссоциацию электролита;

$$i = 1 + \alpha * (n - 1) \quad (19)$$

K – криоскопическая константа растворителя;

$$K_{H_2O} = 1,86 \text{ град/л*моль}$$

Δt – разность между температурами замерзания чистого растворителя и раствора, которую называют понижением температуры замерзания раствора или депрессией раствора, $^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta t = (t_{\text{зам.р-ля}} - t_{\text{зам.р-ра}}) \quad (20)$$

$$\Delta t = K * C_m \text{ (для разбавленных растворов неэлектролитов)} \quad (21)$$

Осмотическое давление крови животных зависит от содержания в ней электролитов, белков и других растворенных веществ. Осмотическое давление крови животных 6,6 – 8,0 атм.

3. Давление, обусловленное концентрацией в крови белков (онкотическое) составляет 0,03-0,04 атм. Онкотическое давление крови выше, чем давление межтканевых жидкостей. Онкотическое давление препятствует чрезмерному переходу воды из крови в ткани и способствует реабсорбции ее из тканевых пространств, что предотвращает отек тканей. Отеки тканей возможны при голодании, циррозе печени, когда понижается концентрация белков в крови.

4. Осмотическое давление крови – регулятор движения воды и распределения ее между отдельными органами.

Функции клеток нарушаются при отклонении осмотического давления от обычных нормальных значений.

Изменение величины осмотического давления крови в сторону уменьшения проявляется рвотой, судорогами, потерей сознания, в сторону увеличения – жаждой, отеками.

Постоянство осмотического давления крови и тканевой жидкости объясняется деятельностью почек, через которые выводится избыток воды и осмотически активные вещества (хлорид натрия, азотистые шлаки). Заболевание почек, сердца, легких, потовых желез сопровождается повышением осмотического давления крови.

5. Клетка представляет собой осмотическую систему. Мембрана клетки играет роль полупроницаемой оболочки. Клеточный сок является осмотически деятельным раствором.

Если внешний раствор имеет большее значение осмотического давления, чем раствор клетки, вода будет выходить из нее. Клетка сжимается. Это явление называется плазмолизом клетки. Если внеклеточный раствор обладает меньшей величиной осмотического давления, чем внутриклеточная жидкость, вода проникает в клетку. Клетка набухает. Данное явление характеризуется как гемолиз клеток. Плазмолиз происходит в гипертоническом растворе, гемолиз – в гипотоническом. Раствор, имеющий осмотическое давление, равное осмотическому давлению клеточной жидкости, называется изотоническим (физиологическим). В таком растворе форма клеток не меняется. В этом случае наступает динамическое равновесие. Данное явление называется изотонией или изоосмией клеток.

6. Осмомолярная концентрация физиологического 0,9% раствора хлорида натрия составляет 0,15 м, 5,4 % физиологического раствора гликозы – 0,3 м. Примером физиологического раствора является раствор Рингера, содержащий в определенных концентрациях ионы Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , HCO_3^- , Рингера – Локка, Рингера – Тирроде.

Физиологические растворы используются при постановке опытов с переживающими органами и тканями для изучения физиологических процессов в них, для внутривенных введений при кровопотерях, при обезвоживании организма, при диспепсиях у молодняка вместо питьевой воды.

Тесты по теме: «Реакция водных растворов»

1 Концентрацией, каких ионов определяется активная реакция раствора?

- A) Ca^{2+} , Cl^-
- B) H^+ , OH^-
- C) Mg^{2+} , NO_3^-
- D) CH_3COO^- , K^+
- E) I^- , Na^+

2 Концентрация водородных ионов в кислой среде равна:

- A) $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$
- B) $[\text{H}^+] = 10^{-7}$
- C) $[\text{H}^+] > 10^{-7}$
- D) $[\text{H}^+] < 10^{-7}$
- E) $[\text{H}^+] = 10^{-8}$

3 рН средой называют:

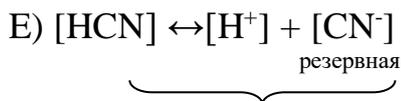
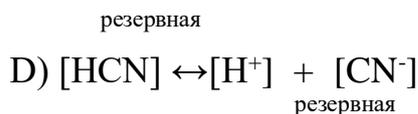
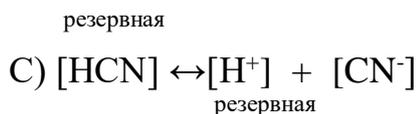
- A) концентрация водородных ионов
- B) концентрация ионов гидроксила
- C) концентрация ионов гидроксония
- D) минус десятичный логарифм концентрации водородных ионов
- E) натуральный логарифм концентрации ионов водорода

4 К какому типу реакции растворов относится величина водородного показателя рН?

- A) потенциальной
- B) общей
- C) резервной
- D) титриметрической
- E) активной

5 Какая схема правильно отражает характеристику резервной реакции раствора?

- A) $[\text{HCN}] \leftrightarrow [\text{H}^+] + [\text{CN}^-]$
- B) $[\text{HCN}] \leftrightarrow [\text{H}^+] + [\text{CN}^-]$



6 В растворе какого соединения резервная реакция будет наибольшей?

- A) HNO_3
- B) H_2SO_4
- C) HCl
- D) HCN
- E) HI

7 При каком значении степени диссоциации электролита (α) общая реакция раствора равна активной?

- A) 100%
- B) 10%
- C) 50%
- D) 20%
- E) 70%

8 Метод определения общей реакции раствора

- A) гравиметрический
- B) потенциометрический
- C) титриметрический
- D) криоскопической
- E) эбуллиоскопический

9 Какой метод определения рН растворов основан на измерении ЭДС гальванического элемента?

- A) титриметрический
- B) колориметрический
- C) гравиметрический
- D) потенциометрический
- E) криоскопической

10 Как называются болезни, вызванные смещением рН крови от нормы в кислую сторону?

- A) алкалоз
- B) гемолиз
- C) ацидоз
- D) плазмолиз
- E) глюкозурия

11 Определить рН желудочного сока, если концентрация ионов водорода биологической жидкости равна 0,01 моль/л

- A) 2
- B) 10^{-8}
- C) 10^{-2}
- D) 8
- E) 6

12 Определить водородный показатель раствора, если концентрация гидроксид – ионов составляет 10^{-11} моль/л

- A) 11
- B) 3
- C) 10^{-3}
- D) 2
- E) 7

13 Какое значение рН соответствует нейтральной среде раствора?

- A) рН=1,0
- B) рН=3,3
- C) рН=6,5
- D) рН=7,0
- E) рН=10,0

14 Какое значение рН соответствует щелочной среде раствора?

- A) рН=3,0
- B) рН=4,3
- C) рН=6,5
- D) рН=7,0
- E) рН=10,0

15 Укажите реакцию среды раствора, если показатель гидроксид – ионов равен четырем

- A) слабокислая
- B) сильнощелочная
- C) нейтральная
- D) сильнокислая
- E) слабощелочная

16 Укажите реакцию среды раствора, в котором концентрация ионов водорода составляет 0,001 моль/л

- A) сильнощелочная
- B) слабокислая
- C) слабощелочная
- D) нейтральная
- E) сильнокислая

17 Определите рН молока, если концентрация ионов водорода биологической жидкости равна 10^{-6} моль/л

- A) 6
- B) 8
- C) 10^{-8}
- D) 9
- E) 10^{-7}

18 Укажите интервал значений рН, соответствующий щелочной реакции раствора

- A) 1-3
- B) 10-12
- C) 5-7
- D) 6-8
- E) 4-6

19 Укажите интервал значений рН, соответствующий кислой реакции раствора

- A) 7-9
- B) 13-14
- C) 2-4
- D) 6-9
- E) 10-12

20 Укажите интервал значений изменения рН крови в пределах допустимого для организма

- A) $\Delta \text{pH} = \pm 2,6$
- B) 7,4-7,0
- C) 6,0-7,4
- D) 7,4- 8,4
- E) $\Delta \text{pH} = \pm 5,2$

21 При титровании 20 мл 0,01м раствора гидроксида калия израсходовалось 10 мл раствора одноосновной кислоты Определите общую реакцию раствора кислоты

- A) 0,0005 моль/л
- B) 0,01 моль/л
- C) 1,5моль/л
- D) 0,02 моль/л
- E) 2,0 моль/л

22 Укажите рН раствора, если общая реакция среды составляет 0,1 моль/л, резервная- 0,09 моль/л

- A) 9

- B) 5
- C) 7
- D) 2
- E) 12

23 Укажите рН 0,01 молярного раствора одноосновной кислоты, степень диссоциации которой равна 1

- A) 12,0
- B) 0,01
- C) 1,0
- D) 2,0
- E) 8,0

24 Вычислите рН 0,001 молярного раствора одноосновной кислоты степень диссоциации которой равна 0,1

- A) 10^{-4}
- B) 4
- C) 1
- D) 10^{-3}
- E) 9

Тесты по теме: «Буферные системы»

1 Укажите буфер крови

- A) бикарбонатный
- B) боратный
- C) ацетатный
- D) аммонийный
- E) молочнокислый

2 Буферная система крови:

- A) фосфатная
- B) боратная
- C) аммиачная
- D) нитратная
- E) сульфатная

3 Какой буфер содержится в крови животных?

- A) липидный
- B) белковый
- C) углеводный
- D) ацетатный
- E) аммонийный

4 Состав белковой буферной системы крови:

- A) prot-COOH+ProtCOONa
- B) $\text{NaHCO}_3+\text{H}_2\text{CO}_3$
- C) $\text{Na}_2\text{HPO}_4+\text{NaH}_2\text{PO}_4$
- D) $\text{HHb}+\text{KHb}$
- E) $\text{HHbO}_2+\text{KHbO}_2$

5 Состав фосфатной буферной системы крови:

- A) $\text{Na}_2\text{HPO}_4+\text{NaH}_2\text{PO}_4$
- B) $\text{NaHCO}_3+\text{H}_2\text{CO}_3$
- C) prot-COOH + ProtCOONa
- D) $\text{HHbO}_2+\text{KHbO}_2$
- E) $\text{HHb}+\text{KHb}$

6 Состав оксигемоглобиновой буферной системы крови:

- A) $\text{Na}_2\text{HPO}_4+\text{NaH}_2\text{PO}_4$
- B) $\text{HHbO}_2+\text{KHbO}_2$
- C) $\text{NaHCO}_3+\text{H}_2\text{CO}_3$
- D) $\text{HHb}+\text{KHb}$
- E) Prot-COOH + ProtCOONa

7 Какой буфер не содержится в крови животных?

- A) фосфатный
- B) бикарбонатный
- C) гемоглобиновый
- D) белковый
- E) ацетатный

8 Из уксусной кислоты и натриевой соли уксусной кислоты состоит буфер:

- A) фосфорный
- B) боратный
- C) ацетатный
- D) нитратный
- E) сульфатный

9 Какие растворы поддерживают постоянство рН крови животных?

- A) коллоидные
- B) буферные
- C) истинные
- D) грубодисперсные
- E) эмульсии

10 Концентрация, каких ионов не изменяется при добавлении к буферному раствору определенных количеств сильных кислот и гидроксидов?

- A) Na^+ , NO_3^-

- В) H^+ , OH^-
- С) Ca^{2+} , SO_4^{2-}
- Д) Mg^{2+} , Cl^-
- Е) K^+ , CH_3COO^-

11 Буферные системы поддерживают гомеостаз в отношении...

- А) концентрации белков
- В) осмотического давления крови
- С) рН крови
- Д) температуры замерзания крови
- Е) количества углеводов

12 Растворы способные устойчиво сохранять значение рН при добавлении к ним сильных кислот и гидроксидов, называются...

- А) гидрофильные
- В) эмульсии
- С) истинные
- Д) буферные
- Е) коллоидные

13 Кислота, являющаяся компонентом буфера

- А) HCl
- В) HNO_3
- С) H_2CO_3
- Д) H_2SO_4
- Е) HClO_4

14 Молекулы, каких соединений выполняют роль буферных систем?

- А) HCl , K_2SO_4
- В) HNO_3 , NaNO_3
- С) H_2SO_4 , KCl
- Д) NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4
- Е) NaCl , KCN

15 Компоненты буферной систем

- А) NaHCO_3 , H_2CO_3
- В) Na_2SO_4 , HNO_3
- С) H_2SiO_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_4$
- Д) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, NaCl
- Е) MgCl , SO_3

16 Какой белок крови выполняет роль буфера?

- А) гемоглобин
- В) инсулин
- С) фибриноген

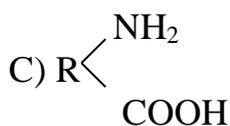
- D) пепсин
- E) амилаза

17 Белок крови, выполняющий роль буфера

- A) липаза
- B) альбумин
- C) каталаза
- D) альдолаза
- E) дегидрогеназа

18 Соединение, проявляющее буферное действие

- A) H_2SO_4
- B) NaOH



- D) HNO_3
- E) KOH

19 Какая величина не изменится при разбавлении водой буферного раствора?

- A) концентрация компонентов буфера
- B) буферная емкость
- C) осмотическое давление
- D) водородный показатель
- E) показатель преломления

20 Как изменится водородный показатель ацетатного буфера с $pH = 5,0$ после разбавления его водой в два раза?

- A) уменьшиться в два раза
- B) не изменится
- C) увеличится в два раза
- D) $\Delta pH = -3,0$
- E) $\Delta pH = +2,0$

21 Какой будет величина pH ацетатного буфера с $pH = 5,0$ после разбавления водой в два раза? Константа диссоциации уксусной кислоты $2 \cdot 10^{-5}$

- A) 2,5
- B) 3
- C) 5
- D) 4
- E) 10

22 Определите pH ацетатного буфера, приготовленного из 5,0 мл 0,1 н раствора уксусной кислоты и 2,5 мл 0,4 н раствора ацетата натрия Константа диссоциации уксусной кислоты $2 \cdot 10^{-5}$

- A) 6
- B) 2
- C) 4
- D) 5
- E) 3

23 Вычислите pH бикарбонатного буфера, приготовленного из 5,0 мл 0,1 н раствора угольной кислоты и 10,0 мл 0,2 н раствора гидрокарбоната натрия Константа диссоциации угольной кислоты по первой степени $4 \cdot 10^{-7}$

- A) 5
- B) 4
- C) 9
- D) 2
- E) 7

24 Какой буфер обладает большей буферной емкостью?

- A) $\frac{0,1нH_2CO_3}{0,2нNaHCO_3}$
- B) $\frac{0,01нH_2CO_3}{0,01нNaHCO_3}$
- C) $\frac{0,4нH_2CO_3}{0,3нNaHCO_3}$
- D) $\frac{0,05нH_2CO_3}{0,06нNaHCO_3}$
- E) $\frac{0,8нH_2CO_3}{0,8нNaHCO_3}$

25 Какие α - аминокислоты преобладают в молекуле белка, если его буферная емкость по отношению к гидроксиду калия в два раза больше, чем по отношению к соляной кислоте?

- A) моноаминодикарбоновые
- B) диаминомонокарбоновые
- C) моноаминомонокарбоновые
- D) диаминодикарбоновые
- E) с функциональной группой «ОН»

Тесты по теме: «Осмоз»

1. Какие из указанных растворов являются изотоническими при одинаковых условиях:

- 1) 2М $C_6H_{12}O_6$
- 2) 1 М NaCl
- 3) 2 М KCl
- 4) 0,5 М $C_{12}H_{22}O_{11}$
- 5) 0,5 М KCl
- 6) 1 М $C_6H_{12}O_6$

- A) 1:2
- B) 4:5
- C) 1:3
- D) 3:7
- E) 2:3

2. Кровь коровы замерзает при температуре минус $0,611^{\circ}C$. Определите осмотическое давление крови при температуре тела животного $39^{\circ}C$.

- A) 156,2 атм.
- B) 8,4 атм.
- C) 20,7 атм.
- D) 2,3 атм.
- E) 5,4 атм.

3. Вычислите температуру замерзания 0,2 М раствора глюкозы.

- A) $-1,453^{\circ}C$
- B) $-0,137^{\circ}C$
- C) $-0,372^{\circ}C$
- D) $-2,678^{\circ}C$
- E) $-5,4^{\circ}C$

4. Определите молярную концентрацию жидкости, если раствор замерзает при температуре минус $0,4^{\circ}C$.

- A) 0,134
- B) 1,896
- C) 0,576
- D) 0,215
- E) 0,024

5. Каким будет 0,2 М раствор глюкозы по отношению к 0,1 М раствору хлорида натрия при одинаковых условиях?

- A) гипертоническим
- B) гипотоническим
- C) насыщенным
- D) раствором Рингера

Е) изотоническим

6. Какие изменения произойдут с эритроцитами крови в 10% растворе хлорида натрия?

- А) плазмолиз
- В) гемолиз
- С) изотония
- Д) увеличение
- Е) изоосмия

7. Каким изменениям подвергаются эритроциты крови в воде?

- А) изотония
- В) гемолиз
- С) плазмолиз
- Д) изоосмия
- Е) уменьшение

8. Что произойдет с эритроцитами крови в гипотоническом растворе?

- А) уменьшение
- В) плазмолиз
- С) увеличение
- Д) без изменения
- Е) изотония

9. Что произойдет с эритроцитами крови в физиологическом растворе?

- А) гемолиз
- В) уменьшение
- С) плазмолиз
- Д) изотония
- Е) увеличение

10. Какой раствор хлорида натрия является изотоническим по отношению к крови?

- А) 0,2 %
- В) 1,0%
- С) 0,5%
- Д) 10,0%
- Е) 0,9%

11. Какой раствор хлорида натрия считается гипертоническим по отношению к крови?

- А) 1,5%
- В) 0,9%
- С) 0,7%
- Д) 0,2%

Е) 0,5%

12. В каком растворе хлорида натрия клетки поглощают воду?

А) 0,9%

В) 0,3%

С) 1,2%

Д) 5,0%

Е) 4,3%

13. В каком растворе хлорида натрия клетки теряют воду?

А) 0,4%

В) 0,2%

С) 2,7%

Д) 0,9%

Е) 0,1%

14. От концентрации каких соединений зависит величина онкотического давления крови?

А) глюкозы

В) лактозы

С) фосфолипидов

Д) белков

Е) гепарина

15. Каким будет 0,2М раствор глюкозы по отношению к 0,7 молярному раствору сахарозы?

А) изотоническим

В) гипертоническим

С) физиологическим

Д) ненасыщенным

Е) гипотоническим

16. Каким является 0,2 М раствор хлорида натрия по отношению к 0,2 М раствору глюкозы?

А) гипертоническим

В) гипотоническим

С) изотоническим

Д) насыщенным

Е) ненасыщенным

17. Осмос – это...

А) проникновение низкомолекулярных частиц через полупроницаемой мембрану

В) односторонний переход молекул растворителя через полупроницаемую мембрану из разбавленного раствора в более концентрированный

- С) укрупнение частиц с образованием грубодисперсных систем
 Д) самопроизвольные проникновение одного вещества в другое с выравниванием концентрации
 Е) односторонний переход частиц через полупроницаемую мембрану в менее концентрированных растворов

18. По какой формуле вычисляют осмотическое давление растворов электролитов?

- А) $P = C_M * R * T$
 В) $P = C_M / R * T$
 С) $P = i * C_M * R * T$
 Д) $P = R * T / C_M$
 Е) $P = \Delta t / K * (R * T)$

19. По какой формуле вычисляют осмотическое давление растворов неэлектролитов?

- А) $P = i * C_M * R * T$
 В) $P = R / C_M * T$
 С) $P = C_M * R * T / i$
 Д) $P = C_M * R * T$
 Е) $P = T / C_M * R$

20. Измеряемая величина в криоскопическом методе определения осмотического давления биологических жидкостей:

- А) водородный показатель
 В) плотность
 С) концентрация
 Д) показатель преломления
 Е) температура замерзания раствора

Тема 4 Витамины

1. Витамины – низкомолекулярные биологически активные органические соединения различной химической природы, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма в малых количествах по сравнению с углеводами, липидами, белками.

Витамины – биорегуляторы реакций клеточного метаболизма.

Витамины относят к группе незаменимых пищевых веществ.

2. Содержание витаминов в кормах, биологических жидкостях, суточную потребность измеряют в единицах: миллиграмм ($1 \text{ мг} = 10^{-3} \text{ г}$), микрограмм ($1 \text{ мкг} = 0,01 \text{ мг} = 10^{-6} \text{ г}$), мг % (миллиграмм витаминов на 100 г продукта); международная единица ($\text{МЕ}_A = 0,344 \text{ мкг}$; $\text{МЕ}_D = 0,025 \text{ мкг}$).

3. Существует условное деление витаминных соединений на собственно витамины и витаминоподобные соединения (убихинон, линоевая кислота,

карнитин). Последние похожи по биологическому действию на витамины, но требуются в больших количествах.

4. Для номенклатуры витаминов используют буквы латинского алфавита, химическое название, название с учетом физиологического действия.

Таблица 2. Номенклатура витаминов

Буквенное обозначение	Физиологическое действие	Наименование
A	Антиксерофтальмический	Ретинол
D	Антирахитический	Эргокальциферол
E	Антистерильный	Токоферол
K	Антигеморрагический	Филлохинон
F	-	Эссенциальные жирные кислоты: олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая
B ₁	Антиневритный	Тиамин
B ₂	Витамин роста	Рибофлавин
B ₃	Антидерматитный	Пантотеновая кислота
B ₅ (PP)	Антипеллагрический	Никотинамид
B ₆	Антидерматитный	Пиридоксин
B ₉	Антианемический	Фолиевая кислота
B ₁₂	Антианемический	Цианкобаламин
H	Антисеборейный	Биотин
C	Антискорбутный (антицинготный)	Аскорбиновая кислота
P	Капилляроукрепляющий	Рутин
U	Противоязвенный	S - метилметионин

5. По признаку растворимости в воде или в жирах витамины делят на группы:

- гидрорастворимые - B₁, B₂, B₃, B₅ (PP), B₆, B₉, B₁₂, H, C, P, U

- жирорастворимые – A, D, E, K, F

6. Витамины в организме превращаясь в коферменты или простетические группы ферментов, принимают участие в реакциях обмена веществ.

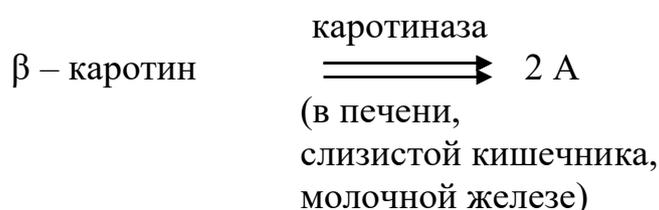
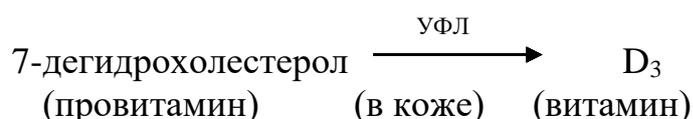
Таблица 3. Функции витаминов в ферментативном катализе

Витамин	Активная форма витамина (кофермент – небелковая часть фермента)	Тип катализируемой реакции
Водорастворимые витамины		
Тиамин	Тиаминпирофосфат	Декарбоксилирование

		α -кетокислот
Рибофлавин	Флавинмононуклеотид	ОВР
Никотинамид	Никотинамидадениндинуклеотид	ОВР
Пиридоксин	Пиридоксальфосфат	Перенос аминогруппы
Пантотеновая кислота	Кофермент А	Перенос ацильных групп
Биотин	Биоцитин	Перенос CO_2
Жирорастворимые витамины		
Ретинол	Ретиналь – простетическая группа сложного белка родопсина (зрительный пигмент)	Зрительный процесс
Витамин К	Филлохинон	Регуляция свертывания крови

7. Источником витаминов у человека, животных служат пища и кишечные бактерии, которые синтезируют витамины группы «В» в толстом отделе кишечника, рубце.

8. Провитамины – неактивные предшественники витаминов, из которых синтезируются активные формы витаминов:



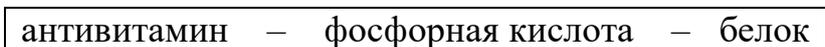
9. Антивитамины – группа соединений, близких по химическому строению к витаминам, но не обладающие их физиологическим действием.

Имея похожее химическое строение с витаминами, антивитамины могут замещать их в молекулах коферментов, превращая биологические катализаторы в неактивные формы:

- условная формула активного фермента



- условная формула неактивного фермента



Неактивный фермент не способен принимать участие в реакциях обмена веществ.

Специфическое антикоферментное действие антивитаминов позволяет использовать их в качестве лекарственных препаратов для лечения бактериальных инфекций и опухолевых заболеваний.

Кумарин – антивитамин витамина К применяют для лечения тромбозов; изониазид – антивитамин витамина РР используют для лечения туберкулеза.

10. Витамеры – витамины, близкие по химической структуре соединения, обладающие сходным специфическим, но отличающимся по силе физиологическим эффектом на организм.

Витамеры витамина В₆ – пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин; витамина РР – никотиновая кислота, никотинамид.

11. Нарушение гомеостаза витаминов в организме.

Дисбаланс витаминов проявляется в форме недостатка и избытка.

Частичный недостаток витамина называют гиповитаминозом, полный авитаминозом. Недостаток одного витамина – моногиповитаминозом, нескольких витаминов – полигиповитаминозом.

Причины гиповитаминозов могут быть экзогенные и эндогенные. К экзогенным или первичным относятся нерациональное питание (неправильный рацион питания), изменение состава нормальной кишечной флоры (дисбактериоз). Эндогенные или вторичные гиповитаминозы возможны вследствие нарушения всасывания и транспорта витаминов, образования коферментов, усиленного распада витаминов, физиологически обусловленной высокой потребности в витаминах (растущий организм, беременность).

Гипервитаминоз – избыточное накопление витаминов в тканях. Витаминная интоксикация проявляется общими симптомами: потеря аппетита, расстройство моторной функции желудочно-кишечного тракта, головные боли, повышенная возбудимость нервной системы, выпадение волос, шелушение кожи и другие специфические признаки, характерные данному витамину.

12. Между отдельными витаминами существуют явления синергизма и антагонизма. От учета влияния витаминов друг на друга зависят эффективность и безопасность лечения витаминными препаратами. Примеры отрицательного взаимодействия: А – В₁₂, А – К, D – Е, В₂ – В₁, В₃ – В₁₂, С – В₂, С – В₁₂, Е – К, Е – В₁₂, В₁₂ – В₁; положительного влияния: А – Е, А – С, В₂ – В₆, В₂ – В₉, В₂ – К, В₁₂ – В₉, С – Е.

Это действие витаминов друг на друга объясняется:

- влиянием одного витамина на катаболизм (распад) другого;
- влиянием одного витамина на регуляцию образования коферментной формы другого, т.е. на проявление биохимической функции последнего;
- совместным участием на одной или нескольких стадиях единого биохимического процесса.

Промежуток времени приема несовместимых витаминов должен составлять 4-6 часов.

13. Витамины подвергаются катаболизму и теряются организмом. Поэтому необходимо постоянное поступление витаминов с пищей. Составляя рацион питания по витаминам необходимо учитывать факторы:

- суточную потребность организма в витаминах;
- содержание витаминов в кормах;
- биосинтез из провитаминов и микроорганизмами желудочно – кишечного тракта (толстый отдел кишечника, рубец);
- физиологическое состояние организма (заболевания, беременность, растущий организм).

14. Практическое применение витаминов.

Применяются витамины, комбинированные поливитаминные препараты, коферментные препараты витаминов. Витамины используют как средство заместительного лечения (при гипо- и авитаминозах) и патологического лечения (когда используют отдельные ценные качества витаминов – сосудорасширяющее, регенеративное и т.д.)

Иногда авитаминозы не поддаются лечению даже большими количествами витаминных препаратов – витаминрезистентные состояния. Это врожденные болезни, протекающие очень тяжело и часто приводящие к летальному исходу.

Тесты по теме: «Витамины»

1. Производными стеролов является:

- А) цианкобаламин
- В) токоферол
- С) аскорбиновая кислота
- Д) ретинол
- Е) холекальциферол

2. К группе жирорастворимых относятся:

- А) В₁, В₂
- В) С, В₃
- С) А, D
- Д) РР, В₆
- Е) В₅, В₁₂

3. Витамин В₁₂:

- А) широко распространен в тканях высших растений
- В) содержится в продуктах животного происхождения (печень, почки)
- С) содержится в овощах
- Д) содержится во фруктах
- Е) содержится в растительном масле

4. Коферментом аминотрансфераз является:

- А) НАД
- В) ФАД

- С) ПАЛФ
- Д) ТПФ
- Е) НАДФ

5. Одним из эффективных антиоксидантов является:

- А) ретинол
- В) токоферол
- С) тиамин
- Д) филлохинон
- Е) холекальциферол

6. Для нормального световосприятия необходим:

- А) рибофлавин
- В) биотин
- С) ретинол
- Д) токоферол
- Е) пиридоксин

7. Антигеморрагическим действием обладает витамин:

- А) ретинол
- В) аскорбиновая кислота
- С) рутин
- Д) эргокальциферол
- Е) филлохинон

8. В реакциях карбоксилирования принимает участие:

- А) карнитин
- В) пантотеновая кислота
- С) аскорбиновая кислота
- Д) тиамин
- Е) биотин

9. В животном организме из триптофана синтезируется:

- А) В₅
- В) В₂
- С) В₃
- Д) В₁₂
- Е) А

10. При авитаминозе В₁, нарушается функционирование фермента:

- А) транскетолазы
- В) пируватдегидрогеназы
- С) гексокиназы
- Д) амилазы
- Е) аминотрансферазы

11. Составной частью коэнзима А является:

- А) аскорбиновая кислота
- В) пантотеновая кислота
- С) пиридоксин
- Д) ретинол
- Е) рибофлавин

12. На проницаемость капилляров влияет:

- А) рибофлавин
- В) рутин
- С) ретинол
- Д) тиамин
- Е) никотинамид

13. Ксерофтальмию вызывает дефицит в организме витамин:

- А) тиамин
- В) токоферол
- С) ретинол
- Д) аскорбиновая кислота
- Е) холекальциферол

14. Повышение проницаемости и хрупкость сосудов возникает при недостаточности витамина.....

- А) токоферол
- В) тиамин
- С) рибофлавин
- Д) аскорбиновая кислота
- Е) пантотеновая кислота

15. Механизм биологического действия тиамин связан с его участием в реакциях:

- А) перенос ацильных групп
- В) карбоксилирования пирувата
- С) дегидрирования карбоновых кислот
- Д) окислительно-восстановительных
- Е) декарбоксилирования α -кетокислот

16. Метаболически активная форма витаминов рибофлавин, тиамин

- А) ФАД, ТПФ
- В) НАД, ПАЛФ
- С) НАДФ⁺, АМФ
- Д) ацетил-К₀А, АТФ
- Е) ацил-К₀А, Н₄Р₂О₇

17. Участие витаминов тиамин, фолиевая кислота в обмене

- A) углеводов, нуклеиновых кислот
- B) жиров, α -аминокислот
- C) липидов, углеводов
- D) белков, гетерополисахаридов
- E) олигосахаридов, фосфолипидов

18. Патология при недостатке витамина тиамина

- A) бери-бери
- B) себорей
- C) анемия
- D) пеллагра
- E) цинга

19. Витамин B₁₅ показан при:

- A) нарушении пигментации кожи
- B) пеллагре
- C) анемиях
- D) жировой инфильтрации печени
- E) ломкости капилляров

20. Коферментом декарбоксилаз аминокислот является:

- A) пиридоксальфосфат
- B) ФАД
- C) НАДФ
- D) тиаминпирофосфат
- E) аденозинмонофосфат

21. Водорастворимые витамины:

- A) действует как антикоферменты
- B) антиоксиданты
- C) запасные соединения
- D) являются энергетическим материалом
- E) превращается в организме в коферменты

22. Антивитамин п-аминобензойной кислоты является:

- A) стрептоциды
- B) дикумарон
- C) пенициллин
- D) изониазид
- E) фенобарбитал

23. Антивитамины используются при лечении:

- A) гипервитаминоза
- B) бактериальных инфекций

- С) авитаминоза
- Д) анемии
- Е) рахита

24. Витамин В₆ входит в состав следующих ферментов обмена аминокислот:

- А) декарбоксилаз
- В) аминтрансфераз
- С) метилтрансфераз
- Д) глутаматдегидрогеназ
- Е) дегидратаз

25. В обмене липидов участвует витамины:

- А) рибофлавин
- В) тиамин
- С) пантотеновая кислота
- Д) фолиевая кислота
- Е) пиридоксин

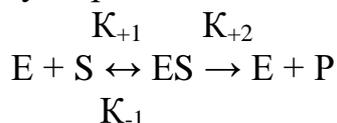
Тема 5 Ферменты

1. Ферменты или энзимы (Е) – биологические катализаторы белковой природы.

2. Ферменты:

- увеличивают скорость реакций обмена веществ;
- повышают скорость реакции, понижая энергию активации;
- не изменяют состояние равновесия химической реакции.

3. Ферменты (Е) катализируют превращение веществ, которые называются субстратами (S) в продукты реакции (P). Ферментативная реакция протекает через образования фермент – субстратного комплекса (ES) по схеме:

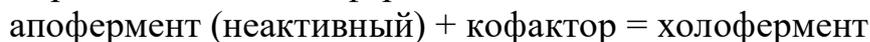


K_{+1} , K_{-1} , K_{+2} – константы скоростей прямых и обратных реакции

4. По химическому строению ферменты делятся на однокомпонентные (простые белки) и двухкомпонентные (сложные белки).

Однокомпонентные ферменты построены из остатков α-аминокислот, соединенных пептидной связью.

Двухкомпонентные ферменты состоят из белкового (апофермент) и небелкового компонента (кофактор). Каталитически активный комплекс фермент – кофактор называется холоферментом:



Небелковые компоненты сложных ферментов - органические вещества неаминокислотной природы (витамины, нуклеотиды, фосфорные эфиры моносахаридов) или неорганические соединения (ионы металлов).

Небелковые компоненты прочно связанные с белком – коферменты (НАД, К_оА- SH), и прочно соединенные с апоферментом представляют собой простетическую группу холофермента.

5. Молекула фермента имеет специализированные участки (центры) – активные, аллостерические. Эти центры ферментов образуются на уровне третичной структуры. В образовании центров участвуют радикалы аминокислотных остатков, коферменты.

Активный центр – это относительно небольшой участок, расположенный в узком гидрофобном углублении поверхности молекулы фермента.

Активный центр включает каталитический и субстратный участок. Каталитический участок отвечает за химическую природу катализируемой реакции (специфичность действия). Субстратный участок отвечает за специфическое комплементарное присоединение субстрата к ферменту и образование фермент – субстратного комплекса (сродство к субстрату, субстратная специфичность). Субстратный участок по форме соответствует субстрату (геометрическое соответствие). Между аминокислотными остатками активного центра фермента и субстратами образуются специфические связи (гидрофобные, ионные, водородные), т.е. устанавливается электронное или химическое соответствие.

Ферменты различаются по субстратной специфичности и могут обладать абсолютной специфичностью (уреаза), стереоспецифичностью, групповой или относительной специфичностью (протеазы, липазы).

6. Ферментативная реакция – это многостадийный процесс, протекающий по схеме:



При связывании субстрата с ферментом и активный центр катализатора, и молекула реагирующего вещества претерпевают конформационные изменения, в результате чего комплементарность усиливается (явление индуцированного соответствия).

7. Скорость ферментативных реакций зависит от факторов:

- количества или активности фермента;
- концентрации субстрата;
- рН и состава раствора (ионная сила раствора);
- температуры;
- присутствия активаторов и ингибиторов.

Скорость ферментативного процесса измеряют по убыли субстрата или приросту продукта реакции за единицу времени.

8. Влияние количества фермента: при постоянной концентрации субстрата скорость реакции пропорциональна концентрации фермента.

Так как концентрацию ферментов в клетке трудно измерить, говорят об активности ферментов. Активность фермента измеряется в международных единицах (МЕ). МЕ соответствует количеству фермента, способного превращать 1 мкмоль субстрата в продукт реакции за минуту (1 МЕ = 1 мкмоль*мин⁻¹). *Катал* – это количество фермента, способного превращать 1

моль субстрата в продукт реакции за секунду (1 кат = 1 моль субстрата * С⁻¹).
Международная единица связана с каталом следующим равенством:

$$1 \text{ кат} = 1 \text{ моль субстрата} * \text{С}^{-1} = 60 \text{ моль} * \text{мин}^{-1} = 60 * 10^6 \text{ мкмоль} * \text{мин}^{-1} = 6 * 10^7 \text{ МЕ}$$

9. График зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата имеет вид гиперболы.

При низких концентрациях субстрата график имеет прямолинейный участок, т.е. скорость пропорциональна концентрации субстрата. Ферментативная реакция протекает в соответствии с кинетикой реакции первого порядка. При высоких концентрациях субстрата реакция имеет нулевой порядок. Достигается полное насыщение активных центров фермента субстратом. При избытке субстрата молекулы фермента находятся в форме фермент – субстратного комплекса. Скорость реакции становится постоянной и называется максимальной.

10. Концентрация субстрата, при которой достигается скорость, равная половине максимальной, обозначается K_M и называется константой Михаэлиса.

Константа Михаэлиса K_M и максимальная скорость реакции $V_{\text{макс}}$ – важные характеристики скорости ферментативного процесса при разных концентрациях субстрата.

K_M показывает сродство фермента к субстрату; чем меньше ее значение, тем больше сродство.

$V_{\text{макс}}$ – величина, постоянная для каждого фермента, которая позволяет оценить эффективность его действия. Максимальная скорость показывает число оборотов фермента. Число оборотов фермента – это количество молекул субстрата, которое превращается в продукт в единицу времени при полном насыщении фермента субстратом.

Значения K_M и $V_{\text{макс}}$ можно определить с помощью графика Лайнувер – Бэрка. По результатам экспериментальных данных строят график зависимости обратной величины скорости ($1/V$) от обратной величины концентрации ($1/S$). Получается линейный график. Отрезок, отсекаемый прямой от оси ординат, равен $1/V_{\text{макс}}$. Продолжив прямую до пересечения с осью абсцисс, находят величину $1/K_M$.

11. Оптимум рН для большинства ферментов составляет 5,0-9,0.

Колокообразная форма кривой зависимости активности фермента от рН означает, что существует некоторые оптимальные состояния ионизации фермента и субстрата, обеспечивающие наилучшее соединение фермента с субстратом и катализ реакции.

От рН зависят:

- ионизация аминокислотных остатков, включенных в катализ;
- ионизация субстрата;
- конформация фермента и его активного центра.

12. Правило Вант-Гоффа для ферментативных реакций справедливо лишь до 50-60⁰С, при более высоких температурах происходит денатурация фермента. В результате денатурации изменяется конформация фермента, т.к. при высоких температурах разрушаются слабые межрадикальные связи,

стабилизирующие вторичную, третичную структуры белковых молекул. Это приводит к разрушению активного центра фермента.

13. Активаторы и ингибиторы ферментативной реакции – это соединения, ускоряющие и замедляющие ее соответственно.

По характеру действия ингибиторы подразделяются на обратимые и необратимые. В основе такого деления лежит прочность соединения ингибитора с ферментом.

Необратимые ингибиторы – соединения, которые специфически связывают определенные функционально важные группы активного центра, образуя ковалентные, прочные связи с ферментами.

Обратимые ингибиторы – соединения, которые нековалентно взаимодействуют с ферментом и могут диссоциировать от фермента.

Обратимое ингибирование может быть конкурентным и неконкурентным.

Конкурентный ингибитор конкурирует с реагирующим веществом за связывания с субстратным участком активного центра. Действия конкурентного ингибитора можно ослабить, повысив концентрацию субстрата. Конкурентный ингибитор увеличивает K_m , но не изменяет $V_{\text{макс}}$.

В случае неконкурентного ингибирования ингибитор не конкурирует с субстратом за одно и то же место в ферменте. Неконкурентные ингибиторы не влияют на сродство субстрата к ферменту, величина K_m остается неизменной, $V_{\text{макс}}$ уменьшается.

Лекарственные препараты являются конкурентными ингибиторами ферментов.

Для выявления типа ингибирования используют график Лайнуивера-Берка.

14. Активация аллостерических ферментов.

Ферменты имеющие аллостерические (регуляторные) центры, называются аллостерическими. Аллостерический центр – это участок молекулы фермента, в результате присоединения к которому определенных химических веществ (эффекторов) изменяется третичная структура белка, а следовательно, конформация активного центра.

Данные ферменты состоят из нескольких субъединиц (протомеров). Активный и аллостерический центры пространственно разделены в молекуле фермента. Субстрат присоединяется к активному центру, а эффекторы (регуляторы) – к аллостерическому.

15. Номенклатура ферментов. Название фермента отражает природу субстрата и тип реакции. Ферменты в названии имеют окончания «аза»: аргиназа, глутаминсинтетаза, алкогольдегидрогеназа, гистидиндекарбоксилаза, гистидаза. Некоторые ферменты имеют тривиальные названия: каталаза, пепсин, трипсин.

Названия фермента состоит из двух частей:

название субстрата + тип катализируемой реакции + окончание «аза».

Каждый фермент имеет шифр из четырех чисел, разделенных точками. Первое число определяет класс, второе – указывает подкласс, третье – подподкласс, четвертое – номер фермента в подклассе.

16. Классификация ферментов. В основе классификации ферментов в качестве отличительного признака используют характер (тип) проводимых ими реакций. По данному признаку ферменты делятся на шесть классов:

Класс	Реакции	Основные подклассы, группы
Оксидоредуктазы	Окислительно-восстановительные реакции $A_{\text{восст}} + B_{\text{окис}} \rightarrow A_{\text{окис}} + B_{\text{восст}}$	дегидрогеназы, оксидазы, редуктазы, гидроксилазы
Трансферазы	Перенос группы $A - B + C \rightarrow A + B - C$	Киназы (фосфатные группы), трансамилазы (аминогруппы)
Гидролазы	Гидролиз связей (эфирных, пептидных, гликозидных, связей C - C, P - N) $A - B + H_2O \rightarrow A - H + B - OH$	Эстеразы, фосфатазы, протеазы, липазы, нуклеазы, тиолазы
Лиазы	Разрыв связей C - C, C - O, C - N, C - S путем элиминирования молекулы с образованием двойных связей. В обратной реакции ускоряют присоединение воды, аммиака по двойной связи $A(XH) - B \rightarrow A - X + B - H$	Альдолазы, фумараза, дегидротатаза (енолаза), декарбоксилазы
Изомеразы	Взаимопревращение изомеров $A = \text{изо} - A$	Изомеразы, мутазы
Лигаза (синтетазы)	Соединение двух молекул, сопряженное с гидролизом АТФ $A + B + \text{АТФ} \rightarrow A - B + \text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4$	Карбоксилазы, синтетазы

Классификация ферментов по сложности строения молекул:

- протомеры;
- олигомеры;
- мультиферментные комплексы;
- ферментные ансамбли.

Практическое значение ферментов:

Для лечения:

- пепсин при нарушении переваривания белков в желудке;
- трипсин при лечении гнойных ран;

- урокиназа для предотвращения тромбообразования при пересадке органов и других операциях;
- гиалуронидаза для рассасывания рубцов;
- аспарагиназа при лечении некоторых злокачественных образований;
- нуклеаза при лечении вирусного конъюнктивита, ринита, гнойного бронхита.

Для установления диагноза заболеваний определение содержания ферментов в крови:

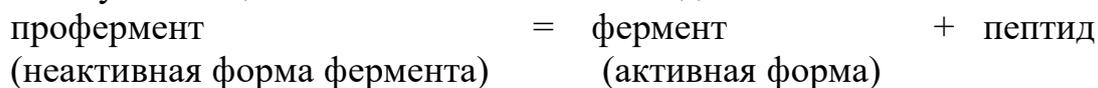
- лактатдегидрогеназа при инфаркте миокарде (изофермент ЛДГ - 1);
- аланинаминотрансфераза при заболеваниях печени (инфекционный гепатит);
- кислая фосфатаза для установления рака предстательной железы;
- α -амилаза при заболевании поджелудочной железы;

Использование в качестве аналитических реактивов:

- глюкозооксидаза – определение концентрации глюкозы в крови;
- липаза – определение жиров в крови;
- уреазы – определение мочевины в крови;
- холестеролоксидаза – определение холестерина в крови.

17. Проферменты (зимогены) – неактивные формы ферментов.

Активация профермента заключается в формировании активного центра фермента путем отщепления от него полипептида:



Механизм активации профермента заключается в том, что:

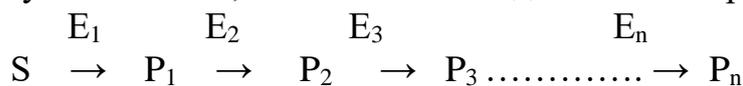
а) открывается фрагмент активного центра, который был маскирован пептидом;

б) происходит изменение первичной структуры белка с одновременным изменением его трехмерной структуры.

Синтез в форме неактивных проферментов является характерным свойством пищеварительных ферментов, а также ферментов системы свертывания крови и фибринолиза. Неактивные проферменты не могут переваривать собственные белки клеток (защитная функция).

18. Изоферменты – это формы фермента, которые катализируют одну и ту же реакцию, различаются по некоторым свойствам: аминокислотной последовательности; молекулярной массе, аминокислотному составу, составу субъединиц, субстратной специфичностью, электрофоретической подвижностью. Фермент лактатдегидрогеназа существует в виде пяти изоферментов: H_4 ; H_3M ; H_2M_2 ; HM_3 ; M_4 , где H – субъединицы, преобладающие в ткани сердца, а M – в ткани мышц. По содержанию изоферментов в сыворотке крови устанавливает диагноз ряда заболеваний, т.к. различные ткани имеют характерные изоферментные спектры. По свойствам изоферментов, поступающих из клеток тканей в кровь, определяют локализацию патологического процесса в организме.

19. Мультиферментные системы – это группа ферментов, которые действуя совместно, вызывают последовательные реакции по схеме:



где P_1, P_2, P_3 – промежуточные продукты обменного процесса; P_n – конечный продукт; E_1, E_2, E_3, E_n – ферменты, образующие мультиферментные системы.

Ферменты мультиферментных систем находятся либо в растворенном состоянии в цитоплазматическом матриксе, либо в ассоциированном виде, образуя ферментные комплексы, или в виде ферментных систем, локализованных на мембранах. Примером такой мультиферментной системы является цепь дыхательных ферментов, обеспечивающих последовательный перенос электронов от субстрата к кислороду.

Регуляция мультиферментных реакций происходит по принципу саморегуляции, принципа обратной связи, или аллостерического регулирования. Конечный продукт последовательных реакций (P_n) является ингибитором первого фермента (E_1). Реакция тормозится до тех пор, пока регулирующий фермент (E_1) не освободиться от метаболита (P_n) вследствие его диффузии из системы или катаболизма и анаболизма.

20. Имобилизованные, или нерастворимые ферменты – это искусственно полученный комплекс фермента с нерастворимым в воде носителем. Имобилизация осуществляется: путем физической адсорбции фермента на нерастворимом материале; включением фермента в ячейки геля; ковалентным связыванием фермента с нерастворимым материалом или молекул фермента между собой с образованием нерастворимых полиферментных комплексов.

В качестве адсорбентов используют стекло, силикагель, гидроксилпатит, целлюлозу. Для включения фермента в ячейки геля используют полиакриламидный гель. В качестве материала для ковалентного связывания ферментов применяют полипептиды, производные стирола, полиакриламид, нейлон, производные целлюлозы, крахмал, агарозу, силикагель.

Имобилизованные ферменты обычно менее активны, чем исходные, так как связывание с носителем ослабляет контакт с субстратом.

Имобилизованные ферменты являются моделью структурно – организованных в клетке ферментов, поэтому их используют для изучения свойств ферментов.

В силу нерастворимости иммобилизованные ферменты могут быть использованы многократно, так как легко удаляются из реакционной среды, промываются от продуктов реакции.

21. Нарушение синтеза фермента в организме может привести к энзимопатиям, при которых нарушается обмен веществ (дисахаридозы, гликогенозы, агликогенозы, фенилпировиноградная олигофрения).

Тесты по теме: «Ферменты»

1. По химическому строению ферменты относятся к:

- А) белкам
- В) липидам
- С) углеводам
- Д) жирам
- Е) полисахаридам

2. Название белкового компонента фермента:

- А) лецитин
- В) кофермент
- С) апофермент
- Д) кефалин
- Е) гепарин

3. Название небелкового компонента фермента:

- А) профермент
- В) апофермент
- С) кофермент
- Д) изофермент
- Е) мультифермент

4. Названия двухкомпонентного фермента:

- А) протомер
- В) апофермент
- С) кофермент
- Д) холофермент
- Е) олигомер

5. Мономер однокомпонентного фермента:

- А) дикарбоновая кислота
- В) кетокислота
- С) гидроксикислота
- Д) альдегид
- Е) α -аминокислота

6. В процессе каталитических реакций не изменяется концентрация соединений:

- А) ферментов
- В) субстратов
- С) продуктов реакции
- Д) реагирующих соединений
- Е) гликоген

7. Ферменты в отличие от других белков являются:

- А) катализаторами
- В) структурным материалом
- С) запасным соединением
- Д) энергетическим материалом
- Е) макроэргическим соединением

8. Схема механизма действия фермента:

- А) $E + S = ES = E + P$
- В) $\text{ФАД} * \text{H}_2 + \text{K}_0\text{Q} = \text{ФАД} + \text{K}_0\text{Q H}_2$
- С) $\text{ФЕПВК} + \text{АДФ} = \text{ПВК} + \text{АТФ}$
- Д) $\text{ЩУК} + \text{ала} = \text{асп} + \text{ПВК}$
- Е) $\text{цит в Fe}^{+2} + \text{цит с Fe}^{+3} = \text{цит в Fe}^{+3} + \text{цит с Fe}^{+2}$

9. Ферменты увеличивают скорость реакции, т.к.:

- А) уменьшают энергию активации реакции
- В) изменяют состояния равновесия реакции
- С) уменьшают скорость обратимой реакции
- Д) изменяет свободную энергию реакции
- Е) увеличивает энергию активации роста

10. Радикалы каких соединений принимают участие в образовании активного центра фермента?

- А) кетокислот
- В) α -аминокислот
- С) гидроксикислот
- Д) спиртов
- Е) аминов

11. Укажите кофермент:

- А) ФАФС
- В) ПВК
- С) ФАД
- Д) УДФГК
- Е) АСП

12. В построении кофермента НАД принимает участие витамин:

- А) С
- В) В
- С) В₂
- Д) РР
- Е) В₃

13. Из остатков каких химических соединений состоит кофермент ФАД:

- А) витамин В₁, мальтоза, цитозин

- В) глюкоза, витамин А, гуанин, азотная кислота
- С) дезоксирибоза, тимин, серная кислота
- Д) галактоза, аланин, витамин В₅, соляная кислота
- Е) витамин В₂, фосфорная кислота, аденин, рибоза

14. Параметры кинетики ферментативного катализа

- А) константа Михаэлиса, максимальная скорость реакции
- В) температура, давление
- С) энергия активации реакции, равновесие реакции
- Д) свободная энергия реакции, рН реакционной смеси
- Е) скорость обратной реакции, концентрация реагирующих веществ

15. Величина, при которой все молекулы ферментов находятся в форме ES

- А) максимальная скорость реакции
- В) константа Михаэлиса
- С) энергия активации реакции
- Д) температура
- Е) рН реакционной смеси

16. ФАД – кофермент....

- А) дегидрогеназ
- В) аминотрансфераз
- С) декарбоксилаз
- Д) изомераз
- Е) синтетаз

17. Какие соединения, соединяясь с субстратным участком фермента, понижают его активность:

- А) конкурентный ингибитор
- В) неконкурентный ингибитор
- С) активатор
- Д) кофермент
- Е) ионы металлов

18. Связывается с регуляторным центром...

- А) аллостерический эффектор
- В) субстрат
- С) продукт реакции
- Д) витамин
- Е) растворитель

19. Гидролизуют пептидные связи

- А) протеиназы
- В) липазы
- С) амилазы

- D) альдолазы
- E) гексокиназа

20. Скорость ферментативной реакции зависит от:

- A) молекулярной массы ферментов
- B) концентрации ферментов
- C) молекулярной массы продукта реакции
- D) молекулярной массы субстрата
- E) концентрации продукта реакции

21. Активный центр сложного фермента состоит из остатков молекулы:

- A) углеводов
- B) липидов
- C) аминокислот, ассоциированных с небелковым компонентом
- D) нуклеиновых кислот
- E) гормонов

22. Класс фермента указывает на:

- A) тип кофермента
- B) конформацию фермента
- C) условия проведения ферментативного процесса
- D) тип химической реакции
- E) строение активного центра

23. К какому классу ферментов относятся гидролазы, лигазы:

- A) 2,4
- B) 1,2
- C) 5,6
- D) 4,5
- E) 3,6

24. Какой вид имеет кривая зависимости скорости реакции от концентрации субстрата

- A) гиперболическая
- B) прямолинейная
- C) кривая с минимумом
- D) S - образная
- E) кривая с максимумом

25. Характер кривой скорости ферментативной реакции от рН определяется:

- A) ионизацией функциональных групп активного центра фермента
- B) специфичность энзима
- C) концентрацией фермента
- D) денатурацией
- E) концентрацией субстрата

Тема 6 Гормоны

1. Гормоны – биологически активные соединения, выделяемые железами внутренней секреции непосредственно в кровь и лимфу и оказывающие регуляторное влияние на обмен веществ в организме, перенося сигналы центральной нервной системы в клетки тканей.

Концентрация гормонов в крови составляет $10^{-6} - 10^{-11}$ моль/л.

2. Железы, выделяющие гормоны, делят на центральные, анатомически связанные с отделами центральной нервной системы, и периферические.

Центральные железы: гипоталамус, гипофиз, эпифиз.

Периферические железы: щитовидная, паращитовидная, поджелудочная, надпочечники, тимус, половые, плацента.

Поджелудочная и половые железы со смешанной секрецией, выполняют эндо- и экзокринные функции в организме.

Кроме перечисленных желез эндокринной функцией обладают и другие клетки, которые выделяют биологически активные вещества, похожие по свойствам на гормоны. Их принято называть гормоноподобными веществами или гормоноидами (местные гормоны, парагормоны). Они действуют в месте своего образования.

Выделяются гормоноиды клетками желудочно-кишечного тракта (гастрин, секретин, энтерогастрон), тучными клетками соединительной ткани (гепарин, гистамин), клетками почек, семенных пузырьков и других органов (простагландины – производные непредельных высших жирных кислот).

3. Гормонам присущи следующие общие биологические признаки:

- дистанционное действие, т.е. они регулируют обмен и функции эффекторных клеток на расстоянии;
- высокая биологическая активность, гормоны проявляют действие в очень малых количествах;
- строгая специфичность биологического действия, т.е. один гормон нельзя целиком заменить другим;
- высокая скорость образования и быстрое разрушение в тканях;
- непрерывная секреция соответствующей железой, что вызвано необходимостью постоянного регулирования, воздействия на работу соответствующего органа в каждый момент времени;
- выполнение роли посредника между центральной нервной системой и тканями.

4. Физиологические функции гормонов:

- сохранение гомеостаза в организме;
- адаптация организма к изменяющимся условиям внешней среды;
- поддержание циклических изменений в организме (день-ночь, пол, возраст);
- поддержание морфологических и функциональных изменений в онтогенезе.

5. По химическому строению гормоны подразделяется на:

*гормоны – производные аминокислот

- тироксин, трийодтиронин (щитовидная железа)
- адреналин, норадреналин (мозговое вещество надпочечников)

- меланотропин (эпифиз)

Адреналин – производное аминокислот фенилаланина, тирозина; йодтиронины – производные тирозина; меланотропин – производное триптофана.

*гормоны – пептиды

- окситоцин, вазопрессин (гипофиз)
- глюкагон (поджелудочная железа)
- тиреокальцитонин (щитовидная железа)

*гормоны – белки

- инсулин (поджелудочная железа)
- соматотропин - гормон роста (гипофиз)

*стероидные гормоны – производные холестерина

- кортикостероиды: кортизол, альдостерон, гидрокортизон (кора надпочечников)
- половые гормоны: мужские - андрогены (семенники), женские - эстрогены (яичники).

Андрогены – тестостерон, андростерон; эстрогены – эстрадиол, прогестерон, эстрон.

6. Свою функцию гормоны начинают выполнять с реакции взаимодействия с рецепторами – белками. Рецепторы гормонов могут быть расположены или в плазматической мембране, или внутри клетки. Взаимодействие гормонов с рецепторами высокоспецифично. Гормоны действуют избирательно на клетки – мишени – клетки, имеющие рецептор специфически взаимодействующий с данным гормоном. В зависимости от химического строения гормонов и расположения рецепторов различают несколько механизмов передачи гормонального сигнала в клетки – мишени:

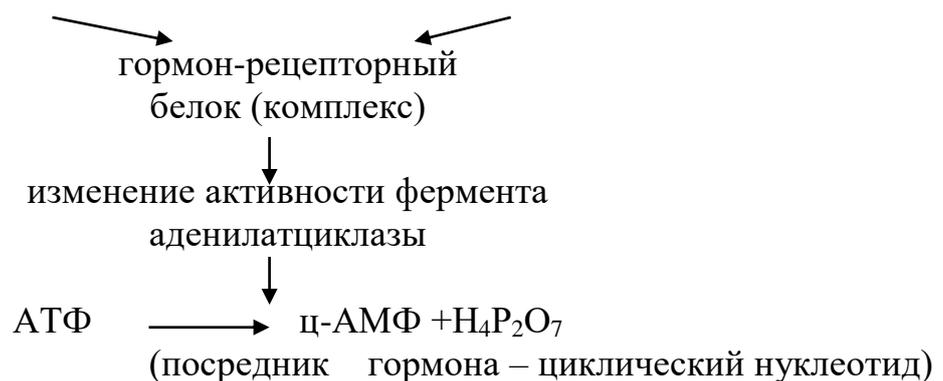
- мембранно – внутриклеточный, или косвенный
- цитозольный, или прямой
- мембранный, или локальный.

Мембранно –внутриклеточный тип действия характерен для гормонов, которые не проникают в клетку и поэтому влияют на обмен веществ через внутриклеточный химический посредник (вторичный посредник), который является своеобразным полномочным представителем гормона внутри клетки.

Свое действие гормоны начинают с реакции взаимодействия с мембранным рецептором.

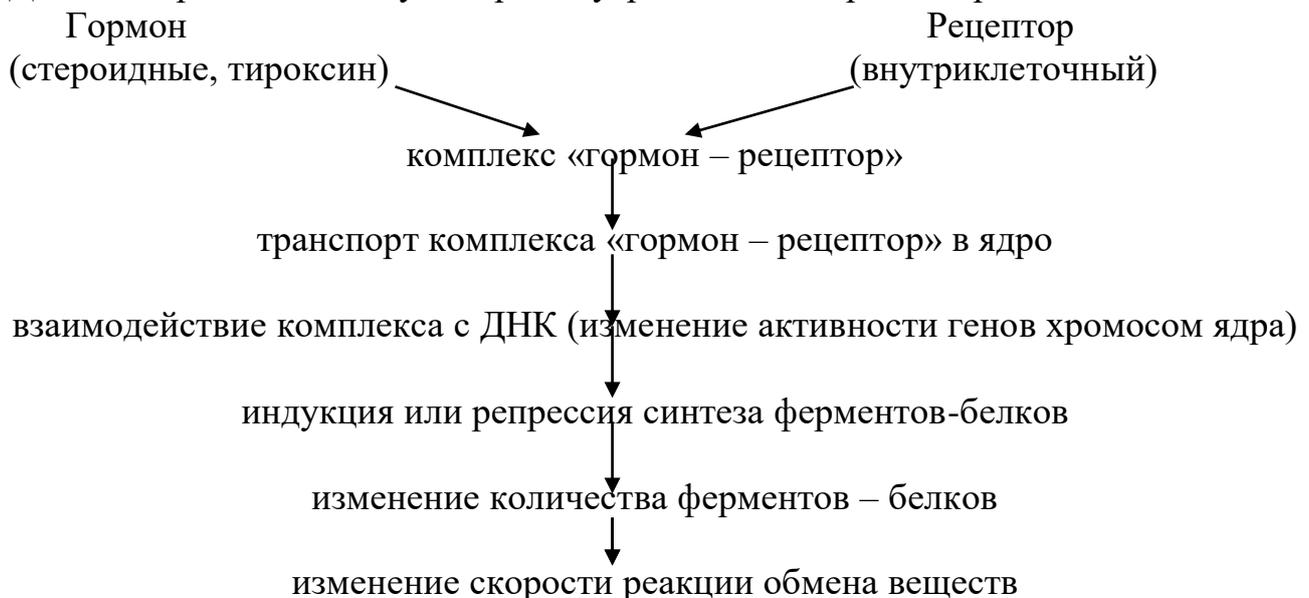
Гормон (пептидные, адреналин)

Рецептор мембраны



↓
 изменение функциональной активности ферментов обмена веществ
 ↓
 изменение скорости реакции обмена веществ

Цитозольный тип действия характерен для гормонов, способных проникать через липидный слой плазматической мембраны, т.е. по своим физико-химическим свойствам относящихся к липофильным веществам. Данные гормоны действуют через внутриклеточные рецепторы:



Таким образом под влиянием гормонов в клетках мишенях скорость метаболизма меняется в результате изменения или активности ферментов, или количества ферментов.

Мембранный тип действия заключается в том, что гормоны в месте связывания с клеточной мембраной изменяют проницаемость для химических соединений – глюкозы, аминокислот, некоторых ионов. В этом случае гормон выступает как аллостерический эффектор транспортных систем мембран. Поступление субстрата глюкозы, аминокислот оказывает влияние на скорость биохимических процессов в клетке, а изменение распределения ионов по обе стороны мембраны влияет на электрический потенциал и функции клеток.

7. По биологическим функциям гормоны подразделяются на следующие группы:

- регулирующие обмен углеводов, жиров, аминокислот: инсулин, глюкагон, адреналин, глюкокортикостероиды (кортизол);
- регулирующие водно-солевой обмен: минералокортикостероиды (альдостерон), антидиуретический гормон (вазопрессин);
- регулирующие обмен кальция и фосфатов: паратгормон, кальцитонин, кальцитриол;
- регулирующие обмен веществ, связанных с репродуктивной функцией: половые гормоны (тестостерон, эстрадиол);
- регулирующие функции эндокринных желез: тропные гормоны.

Классификация гормонов по биологическим функциям условна, т.к. многие гормоны полифункциональны.

8. Синтез и секреция гормонов стимулируются внешними и внутренними сигналами (рисунок 1), поступающими в центральную нервную систему (1). Эти сигналы по нервным связям поступают в гипоталамус, где стимулируют синтез пептидных гормонов (рилизинг - гормонов) – либеринов и статинов.

Либерины и статины транспортируются в переднюю долю гипофиза, где стимулируют или тормозят синтез тропных гормонов. Тропные гормоны гипофиза стимулируют синтез и секрецию гормонов периферических эндокринных желез, которые поступают в общий кровоток. Некоторые гипоталамические гормоны сохраняются в задней доле гипофиза, откуда секретируются в кровь (вазопрессин, окситоцин).

Изменение концентрации метаболитов в клетках –мишенях по механизму отрицательной обратной связи подавляет синтез гормонов, действуя либо на эндокринные железы, либо на гипоталамус (2,3);

Синтез и секреция тропных гормонов подавляются гормонами периферических желез (4).

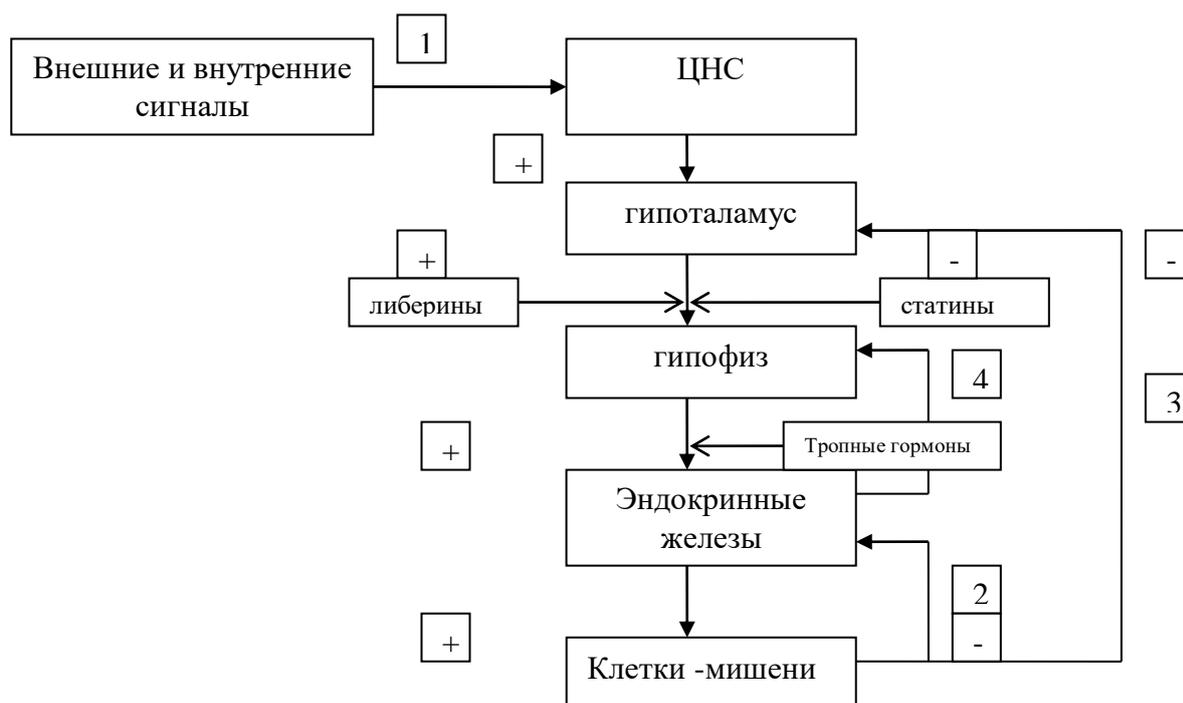


Рисунок – 1. Взаимосвязь регуляторных систем организма

где + стимуляция синтеза и секреция гормонов

– подавление синтеза и секреции гормонов (отрицательная обратная связь)

9. Нарушения функций эндокринных желез могут сопровождаться избытком (гиперфункция) или недостатком содержания гормонов (гипофункция) в организме.

10. Для практического применения гормоны получают извлечением из биологического материала, химическим синтезом и методами генной инженерии. Первым способом получают инсулин и глюкагон из поджелудочной железы; кортикотропин, меланотропин из гипофиза крупного рогатого скота, фоллитропин из сыворотки крови, лютропин из мочи жеребых кобыл. Путем химического синтеза получают все стероидные гормоны, гормоны – производные аминокислот, пептидные гормоны (окситоцин). Методом генной инженерии получены инсулин, соматостатин.

В медицинской практике гормоны применяются для заместительного и патологического лечения. В последнем случае используются отдельные свойства гормонов (противовоспалительные, анаболические).

Тесты по теме: «Гормоны»

1. Основной функцией гормонов является:

- А) защитная
- В) каталитическая
- С) регуляторная
- Д) транспортная
- Е) пластическая

2. Координирующим центром эндокринной системы является:

- А) тимус
- В) щитовидная железа
- С) гипоталамус
- Д) гипофиз
- Е) спинной мозг

3. К гормонам белковой природы относятся:

- А) адреналин
- В) тироксин
- С) тестостерон
- Д) инсулин
- Е) альдостерон

4. Йод входит в состав:

- А) адреналина
- В) кальцитонина
- С) глюкагона
- Д) вазопрессина
- Е) тироксина

5. К стероидным гормонам относятся:

- А) окситоцин
- В) кальцитонин

- С) тестостерон
- Д) адреналин
- Е) вазопрессин

6. К гормонам - производным аминокислот относятся:

- А) тироксин
- В) секретин
- С) эстрадиол
- Д) гастрин
- Е) инсулин

7. В поджелудочной железе синтезируется:

- А) окситоцин
- В) инсулин
- С) адреналин
- Д) тироксин
- Е) альдостерон

8. В регуляции обмена электролитов принимает участие:

- А) прогестерон
- В) инсулин
- С) альдостерон
- Д) тироксин, тиреотропин
- Е) глюкагон

9. Содержание кальция и фосфора в крови регулирует:

- А) паратгормон
- В) адреналин
- С) глюкагон
- Д) инсулин
- Е) эстрадиол

10. Гормоны пептидной природы синтезируются:

- А) в мозговом слое надпочечников
- В) в яичниках
- С) в коре надпочечников
- Д) в гипофизе
- Е) в семенниках

11. Стероидные гормоны синтезируются:

- А) в щитовидной железе
- В) в поджелудочной железе
- С) в слизистой кишке
- Д) в коре надпочечников
- Е) в мозговом слое надпочечников

12. В слизистой кишке секретируется гормон:

- А) инсулин
- В) секретин
- С) соматолиберин
- Д) тироксин
- Е) глюкагон

13. Развитие вторичных половых признаков у особей мужского пола стимулирует:

- А) тестостерон
- В) инсулин
- С) тироксин
- Д) окситоцин
- Е) протестерон

14. Адреналин активирует фермент:

- А) гексокиназу
- В) амилазу
- С) фосфотазу
- Д) аденилатциклазу
- Е) пепсин

15. Синтез гормонов щитовидной железы активирует:

- А) тиреотропин
- В) кортикотропин
- С) соматотропин
- Д) меланостатин
- Е) пролактин

16. Кортизол – гормон коры надпочечников регулирует:

- А) обмен воды
- В) обмен жиров, белков, углеводов
- С) обмен минеральных солей
- Д) биосинтез фермента гексокиназы
- Е) активация ферментов переваривания

17. Минералокортикоиды регулируют обмен:

- А) углеводов
- В) липидов
- С) водносолевой
- Д) белков
- Е) кетоновых тел

18. Производными ненасыщенных жирных кислот являются:

- A) инсулин
- B) гликоген
- C) адреналин
- D) простагландины
- E) тироксин

19. Тироксин синтезируется в железе:

- A) гипоталамусе
- B) коре надпочечников
- C) поджелудочной
- D) гипофизе
- E) щитовидной

20. В гипофизе синтезируется гормон:

- A) пролактин
- B) альдостерон
- C) инсулин
- D) андроген
- E) глюкагон

21. Гормонами гипоталамуса являются:

- A) производными аминокислот
- B) пептидами
- C) производными непредельных ВЖК
- D) производными холестерина
- E) производными предельных ВЖК

22. Цитозольный тип рецепции характерен для гормона:

- A) вазопрессин
- B) адреналина
- C) глюкагон
- D) инсулин
- E) стероидный гормон

23. Мембранно-опосредованный тип рецепции характерен для гормона:

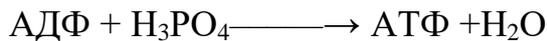
- A) адреналин
- B) альдостерон
- C) прогестерон
- D) тестостерон
- E) кортизон

24. Вторичными посредниками гормонов в клетке являются:

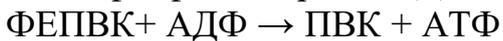
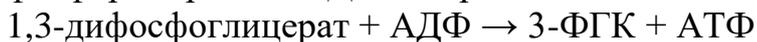
- A) $H_4P_2O_7$
- B) цАМФ
- C) H_3PO_4



АТФ – синтетаза



В случае субстратного фосфорилирования донором активированной фосфорильной группы ($-\text{PO}_3\text{H}_2$), необходимой для регенерации АТФ, является промежуточный продукт окисления органических веществ: 1,3-дифосфоглицерат (гликолиз), ФЕПВК (гликолиз), которые способны фосфорилировать АДФ и образовывать АТФ:



8. Энергия, аккумулированная в макроэргических связях АТФ выделяется в процессе гидролиза:



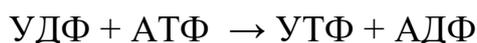
Энергия АТФ используется в реакциях анаболизма и обеспечивает различные виды работы в организме.

9. Цикл $\text{АТФ} \rightarrow \text{АДФ}$ работает постоянно и производит такое количество АТФ, которое было израсходовано клеткой:



Выделенная в результате реакции гидролиза молекулы АТФ энергия используется для совершения полезной работы в организме (механическая, химическая, осмотическая, электрическая) и теплопродукции.

10. К соединениям, обладающим макроэргическими связями, кроме АТФ, относятся УТФ, ЦТФ, ГТФ (синтез белков, галактозы, глюкозы, ТТФ, креатинфосфат, ацил-КоА, ФЕПВК, 1,3-дифосфоглицерат и др. Однако образование этих макроэргических соединений зависит от энергии, поставляемой АТФ. Молекула АТФ является переносчиком фосфатных групп:



11. Биологическая система – это любой живой организм и окружающая его среда, с которой он может обмениваться энергией, теплотой или работой. Биологическая система – открытая система. Законы термодинамики применимы к биологическим системам, объясняют вопросы, связанные с обменом энергии между отдельными и сопряженными между собой метаболическими процессами. Первый закон термодинамики – это закон сохранения энергии:

Энергия не исчезает бесследно и не возникает из ничего, а только переходит из одной формы в другую.

Энергия, выделенная в результате реакции $АТФ + Н_2О \rightarrow АДФ + Н_3РО_4$, превращается в организме в другие виды:

- Химическая энергия \rightarrow электрическая (передача нервного импульса);
- Химическая энергия \rightarrow осмотическая (активный транспорт веществ через мембраны клеток против градиента их концентраций);
- Химическая энергия \rightarrow тепловая (температура тела);
- Химическая энергия \rightarrow механическая (сокращение мышц);
- Химическая энергия \rightarrow химическая энергия (биосинтез органических молекул).

Второй закон термодинамики определяет направление протекания обменной реакции. К величинам, характеризующим системы, относят: энтальпию – H , энтропию – S , энергию Гиббса (изобарно-изотермический потенциал или свободная энергия) – G .

Энтальпия H – тепловое содержание системы; энтальпия не может быть использована полностью для выполнения работ.

Энтропия S – степень неупорядоченности (беспорядка).

Энергия Гиббса G – это энергия, которая доступна для совершения полезной работы. ΔG – величина изменения свободной энергии, представляет собой количество энергии, которая может быть израсходована для выполнения работы, или служить движущей силой химических реакций, являясь критерием течения этих реакций.

В биохимии стандартными условиями для реагирующих веществ считаются: температура $25^{\circ}C$ ($298^{\circ} K$), давление 1 атм (760мм рт.ст.), концентрация реагирующих веществ 1,0 М, рН = 7. Это стандартное состояние обозначается символом ΔG° . Величина ΔG° – строго определенная константа, характерная для каждой реакции, может быть определена по уравнениям:

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T \cdot \Delta S^{\circ}$$

$$\Delta G^{\circ} = \sum \Delta G^{\circ}_{\text{прод.р-ции}} - \sum \Delta G^{\circ}_{\text{реаг.вещ-в}}$$

$$\Delta G^{\circ} = -2,3 RT \lg K_p$$

$$\Delta G^{\circ} = -n \cdot F \cdot \Delta E^{\circ}$$

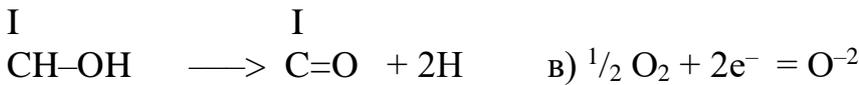
12. Химические реакции могут самопроизвольно протекать только в таком направлении, при котором энергия Гиббса системы уменьшается

($\Delta G^{\circ} < 0$). Такие реакции называются экзергоническими, к ним относятся катаболические превращения. Если ($\Delta G^{\circ} > 0$), то реакции будут протекать только при поступлении свободной энергии извне и называться эндергоническими (анаболические процессы). При ΔG° равном нулю ($\Delta G^{\circ} = 0$) система находится в равновесии.

13. Биологическим окислением или клеточным дыханием называется процесс ферментативного окисления органических веществ в организме кислородом воздуха в митохондриях до конечных продуктов – CO_2 , H_2O .

14. Тканевое дыхание включает:

- а) отнятие водорода от субстрата (дегидрирование)
 б) многоэтапный процесс переноса электронов на кислороде:

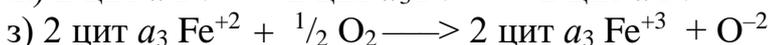
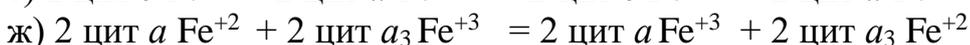
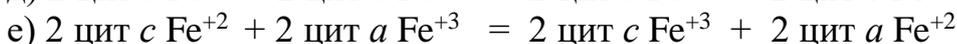
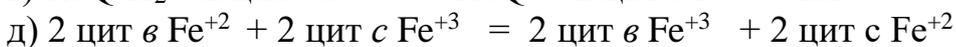
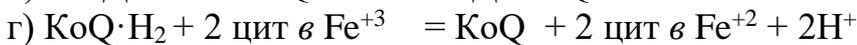
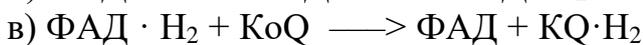
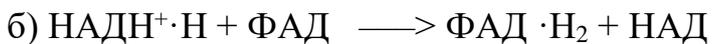
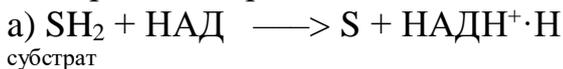


яблочная щук

15. В клеточном дыхании принимают участие ферменты:

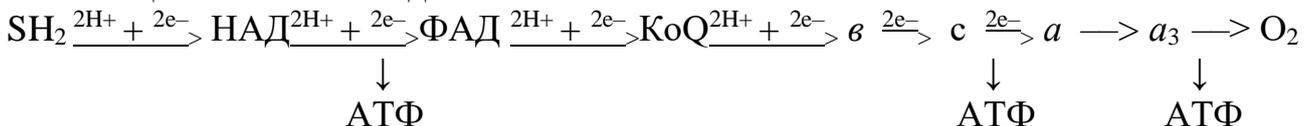
- пиридинозависимые дегидрогеназы с коферментами НАД⁺ или НАДФ⁺
- флавиновые дегидрогеназы с коферментами ФАД или ФМН
- убихинон или коэнзим Q
- цитохромы *в, с, а, а₃*, относящиеся к гемопротейнам
- железосерные белки, содержащие негемовое железо.

16. Уравнения реакций клеточного дыхания:



17. Дыхательной цепью называется последовательность окислительно-восстановительных реакций, в которых электроны от НАДН и ФАД·Н₂, направленно передаются от одного переносчика (фермента) к другому (ферменту) и в заключительной стадии к молекулярному кислороду.

Полная цепь клеточного дыхания



В цепи имеется три участка фосфорилирования (синтеза АТФ) : первый участок – это стадия перехода электронов от НАД к ФАД, второй участок – между цитохромом *в* и цитохромом *с*, третий участок – от цитохрома *а* и *а₃* к кислороду.

Если цепь (неполная) начинается с ФАД·Н₂, то синтезируются только две молекулы АТФ.

18. Тканевое дыхание и синтез АТФ энергетически сопряжены. Синтез АТФ из АДФ и H_3PO_4 за счет энергии, выделяющейся при тканевом дыхании, называется окислительным фосфорилированием.

На синтез АТФ используется 40% энергии. Остальная часть энергии – окисление органических веществ (60%) выделяется в виде тепла, идет на поддержание температуры тела организма.

19. Под свободным окислением понимают реакции, энергия которых не трансформируется в энергию АТФ. К таким реакция относятся реакции микросомального окисления. Свободное окисление, не сопряженное с синтезом АТФ, может протекать и при окислении субстратов в дыхательной цепи митохондрий при применении разобщающих агентов – веществ, разделяющих два сопряженных процесса – окисление и фосфорилирование.

Тесты по теме: «Метаболические пути обмена веществ и энергии»

1 Совокупность биохимических процессов распада веществ и синтеза новых называют...

- А) катаболизм
- В) анаболизм
- С) биологическое окисление
- Д) биосинтез
- Е) метаболизм

2 Совокупность процессов распада веществ называют:

- А) катаболизм
- В) анаболизм
- С) биологическое окисление
- Д) биосинтез
- Е) метаболизм

3 Какой процесс называется анаболизмом?

- А) расщепление
- В) синтез
- С) окисление
- Д) выделение энергии
- Е) замещение

4 Процессы синтеза органических молекул ,сопровождающиеся поглощением энергии, называются ...

- А) катаболизмом
- В) конденсацией
- С) анаболизмом
- Д) полимеризацией
- Е) гликолизом

5 Процессы распада органических соединений ,сопровождающиеся выделением энергии, называются ...

- А) глюконеогенезом
- В) анаболизмом
- С) конденсацией
- Д) катаболизмом
- Е) полимеризацией

6 На первом этапе метаболизма:

- А) протекает биологическое окисление
- В) синтезируются новые полимеры
- С) протекает цикл трикарбоновых кислот
- Д) биополимеры распадаются на мономеры
- Е) образуется ацетил-кофермент-А

7 На втором этапе метаболизма

- А) синтезируются новые полимеры
- В) биополимеры распадаются на мономеры
- С) протекает цикл трикарбоновых кислот
- Д) образуется ацетил-кофермент-А
- Е) протекает биологическое окисление

8 Вычислите изменение свободной энергии (ΔG^0) реакции изомеризации глюкозо-6-фосфата в

глюкозо-1- фосфат, используя значения: ΔG^0 глюкозо-1-фосфат = -5,0 ккал/моль

ΔG^0 глюкозо-6-фосфат = -3,3 ккал/моль

- А) -8,3
- В) +1,7
- С) -1,7
- Д) +1,5
- Е) +18,15

9 По вычисленному значению ΔG^0 реакции $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ определите тип метаболического процесса, используя данные: $\Delta G^0 (C_6H_{12}O_6) = -919,5$ кДж/моль,

$\Delta G^0 (CO_2) = -394,4$ кДж/моль, $\Delta G^0 (H_2O) = -237,3$ кДж/моль

- А) анаболизм
- В) глюконеогенез
- С) катаболизм
- Д) ассимиляция
- Е) синтез органических соединений

10 Где протекает процесс тканевого дыхания?

- А) рибосомы
- В) ядро

- С) цитоплазма
- Д) митохондрии
- Е) лизосомы

11 Реакции окисления-восстановления катализируют коферменты:

- А) HS-кофермент А
- В) ФАД, НАД, Q
- С) ПФ, ТПФ
- Д) ТГФК, биотин
- Е) ТПФ

12 Фермент дыхательной цепи

- А) пепсин
- В) дипептидаза
- С) амилаза
- Д) гексокиназа
- Е) дегидрогеназа с коферментом ФАД

13 Фермент дыхательной цепи

- А) каталаза
- В) липаза
- С) пируваткиназа
- Д) дегидрогеназа с коферментом НАД
- Е) декарбоксилаза с коферментом ТПФ

14 Какой фермент дыхательной цепи содержит железо?

- А) убихинон
- В) цитохром *v*
- С) дегидрогеназа с коферментом НАД
- Д) дегидрогеназа с коферментом ФАД
- Е) дегидрогеназа с коферментом ФМН

15 Какой из коферментов дыхательной цепи содержит витамин В₂

- А) убихинон
- В) цитохрома
- С) ФАД
- Д) НАД
- Е) цитохром *v*

16 Какой из коферментов дыхательной цепи содержит витамин РР

- А) ФАД
- В) НАД
- С) КоQ
- Д) цитохром *v*
- Е) цитохром *a*

17 В результате каких процессов освобождается энергия?

- А) аэробный распад
- В) биосинтез жира
- С) ассимиляция
- Д) анаболизм
- Е) образование дисахаридов

18 Реакция тканевого дыхания

- А) $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
- В) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 3\text{CH}_4 + 3\text{CO}_2$
- С) $2\text{H}^+ + \text{O}^{2-} = \text{H}_2\text{O}$
- Д) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$
- Е) $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$

19 Реакция тканевого дыхания

- А) $\text{ES} \rightarrow \text{E} + \text{P}$
- В) ДНК \rightarrow и РНК
- С) $\text{SH}_2 + \text{НАД} \rightarrow \text{S} + \text{НАД} \cdot \text{H}_2$
- Д) ПВК + 2Н \rightarrow молочная кислота
- Е) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$

20 Реакция тканевого дыхания

- А) $\text{R-COH} + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{R-COOH} + 2\text{Ag}$
- В) $\text{E} + \text{S} \rightarrow \text{ES}$
- С) $\text{R-COOH} + \text{КоА-SH} + \text{АТФ} \rightarrow \text{R-C=O} + \text{АМФ} + \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$



- Д) $\text{НАД} \cdot \text{H}_2 + \text{ФАД} \rightarrow \text{НАД} + \text{ФАД} \cdot \text{H}_2$
- Е) ДНК \rightarrow и РНК \rightarrow белок

21 Реакция тканевого дыхания

- А) цит в $\text{Fe}^{+2} + \text{цит с } \text{Fe}^{+3} \rightarrow \text{цит в } \text{Fe}^{+3} + \text{цит с } \text{Fe}^{+2}$
- В) $\text{АТФ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4$
- С) $\text{E} + \text{S} \leftrightarrow \text{ES} \leftrightarrow \text{E} + \text{P}$
- Д) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- Е) ДНК \rightarrow иРНК

22 Что такое окислительное фосфорилирование?

- А) декарбоксилирование карбоновых кислот
- В) гидролиз АТФ
- С) синтез фосфорной кислоты
- Д) синтез АТФ, сопряженный с процессом тканевого дыхания
- Е) гидролиз пироглутаминовой кислоты

23. Какая из указанных реакций отражает процесс окислительного фосфорилирования?

- A) $GDP + H_3PO_4 \rightarrow GTP + H_2O$
- B) $CDP + H_3PO_4 \rightarrow CTP + H_2O$
- C) $AMP + H_3PO_4 \rightarrow ADP + H_2O$
- D) $ADP + H_3PO_4 \rightarrow ATP + H_2O$
- E) $AMP + H_4P_2O_7 \rightarrow ATP + 2H_2O$

24. Макроэргическое соединение, образующееся в результате окислительного фосфорилирования

- A) ФЕПВК
- B) ГДФ
- C) АТФ
- D) креатинфосфат
- E) 1,3 – дифосфоглицериновая кислота

25. АТФ по химическому строению представляет

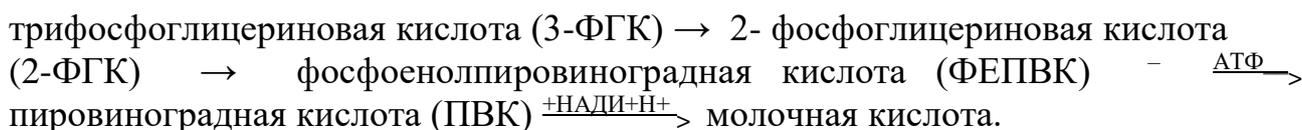
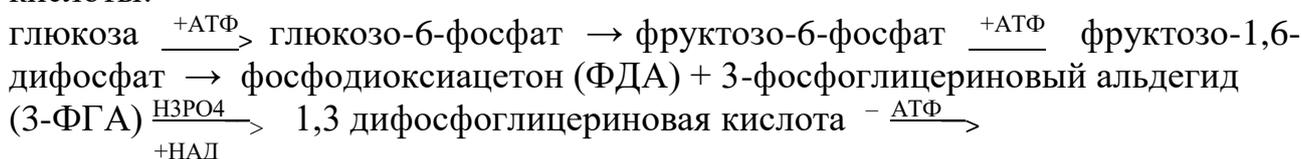
- A) нуклеозидтрифосфат
- B) тринуклеотид
- C) пептид
- D) трисахарид
- E) липид

Тема 8 Метаболизм углеводов

1. Катаболизм углеводов включает процессы:

- анаэробный распад
- аэробный распад
- пентозофосфатный путь превращения глюкозы.

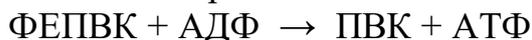
2. Анаэробный распад – это процесс окисления глюкозы, в результате которого происходит расщепление углевода с образованием двух молекул молочной кислоты:



3. Ферменты анаэробного распада глюкозы:

Гексокиназа, глюкозо-6-фосфатизомераза, фосфофруктокиназа, альдолаза, триозофосфатизомераза, глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназа, фосфоглицератмутаза, енолаза, пируваткиназа, лактатдегидрогеназа.

Из одиннадцати ферментов три фермента относятся к регулярным. Регуляция протекает по принципу обратного действия – продукт реакции является ингибитором по отношению к ферменту:



Такой механизм предотвращает дальнейшее протекание процесса (ингибитор пируваткиназа).

4. Образование АТФ в анаэробном распаде глюкозы идет субстратным фосфорилированием, тогда для синтеза АТФ из АДФ и H_3PO_4 используется энергия макроэргической связи субстрата:

- 1,3 дифосфоглицериновая кислота + АДФ \rightarrow 3 ФГК + АТФ
- ФЕПВК + АДФ \rightarrow ПВК + АТФ

5. Реакции анаэробного распада глюкозы протекают в цитозоле. Из одиннадцати реакций три реакции необратимы. Эти реакции катализируются гексокиназой, фосфофруктокиназой, пируваткиназой.

6. Анаэробный распад глюкозы происходит в мышцах в первые минуты мышечной работы, в эритроцитах, в которых нет митохондрий, а также в различных органах при недостаточном их снабжении кислородом.

7. Молочная кислота не является конечным продуктом метаболизма. Дальнейшее использование молочной кислоты связано с его превращением в печени в ПВК. Часть молочной кислоты окисляется печенью до CO_2 и H_2O . Энергия окисления используется в в глюконеогенезе – синтез глюкозы из молочной кислоты.

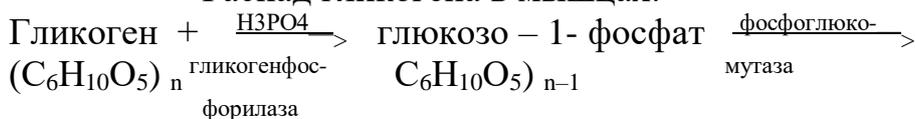
В мышцах ПВК превращается в аланин, который транспортируется кровью в печень, где превращается в ПВК.

8. Снижение использования молочной кислоты в качестве субстрата в глюконеогенезе, вызванное дефектом ферментов синтеза глюкозы, может привести к повышению концентрации молочной кислоты и, следовательно, к ацидозу – повышению рН крови.

При ряде патологических состояний нарушается снабжение тканей кислородом, легочная эмболия, кровотечения за счет анаэробного распада. Повышение концентрации молочной кислоты приводит к уменьшению рН. Изменение рН влияет на активность ферментных систем, наступает нарушение в клеточном метаболизме.

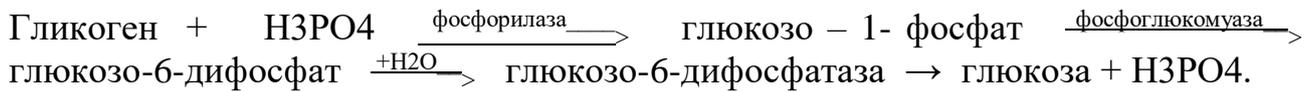
9. Гликогенолиз – процесс расщепления гликогена, приводящий к вовлечению глюкозных остатков этого полисахарида в анаэробный процесс. В процесс вовлекаются ферменты – гликогенфосфоорилаза и фосфоглюкомутаза.

- Распад гликогена в мышцах:



глюкозо-6-фосфат \rightarrow ... ПВК \rightarrow молочная кислота.

- Распад гликогена в печени



Печень снабжает органы гликогеном.

1. Аэробный распад глюкозы – процесс полного окисления углевода до CO_2 и H_2O .

В аэробном процессе окисления выделяют три этапа:

- первый этап – реакции аэробного гликолиза, в результате которого глюкоза превращается в две молекулы ПВК
- второй этап – реакции окислительного декарбоксилирования, в процессе которых происходит образование ацетил КоА
- третий этап – набор реакций окисления ацетильного остатка в цикле трикарбоновых кислот



При превращении одной органической кислоты в другую происходят реакции декарбоксилирования и дегидрирования, в результате которых выделяется углекислый газ и водород. Водород поступает в цепь клеточного дыхания через кофермент НАДН или ФАД. В первом случае синтезируются три молекулы АТФ, во втором – две. Синтез АТФ в клетке регулируется потребностью в энергии, что достигается согласованной регуляцией скоростей реакций клеточного дыхания и цитратного цикла. Скорость реакций цитратного цикла регулируется на уровне четырех реакций, катализируемых:

- пируватдегидрогеназным комплексом
- цитратсинтазой
- изоцитратдегидрогеназой
- α -кетоглутаратдегидрогеназным комплексом

Общий выход АТФ в аэробном распаде составляет 38 молекул.

1. Пентозный путь превращения глюкозы составляет восемь реакций, в нем выделяют две фазы. Первая фаза – окислительная, включает три реакции и завершается окислением глюкозо-6-фосфата до пентозофосфатов. Вторая фаза – не окислительная, включает пять реакций. Эта фаза представляет собой взаимопревращения трех-, четырех-, пяти-, шести- и семиуглеродных сахарофосфатов, в результате которых регенерируется гексозо-6-фосфат. Все реакции протекают в цитоплазме клетки и являются обратимыми. В организме

активность этого процесса высока в клетках лактирующей молочной железы, жировой ткани, зрелых эритроцитов; низкий уровень – в печени, скелетных и сердечной мышцах, мозге, щитовидной железе, легких.

2. Пентозный путь превращения глюкозы выполняет две метаболические функции:

- поставляет НАДФН для реакции восстановления в процессах анаболизма (синтез жирных кислот, холестерина)
- образование структурных предшественников для анаболизма в клетке: рибозо-5-фосфат → биосинтез нуклеотидов, нуклеиновых кислот; эритрозо-4-фосфат → биосинтез аминокислот (фенилаланин, тирозин, триптофан).

3. К анаболическим процессам углеводов относятся: глюконеогенез (синтез глюкозы) и гликогенез (синтез гликогена). Глюконеогенез – процесс синтеза глюкозы из веществ неуглеводной природы: пировиноградная кислота, молочная кислота, глицерин, глюкогенные α-аминокислоты – глицин, аланин, серин, цистеин, способные превращаться в пировиноградную кислоту.

4. Функция глюконеогенеза – поддержание уровня глюкозы в крови в период голодания и интенсивных физических нагрузок. Постоянное поступление глюкозы в качестве источника энергии необходимо для нервной ткани эритроцитов.

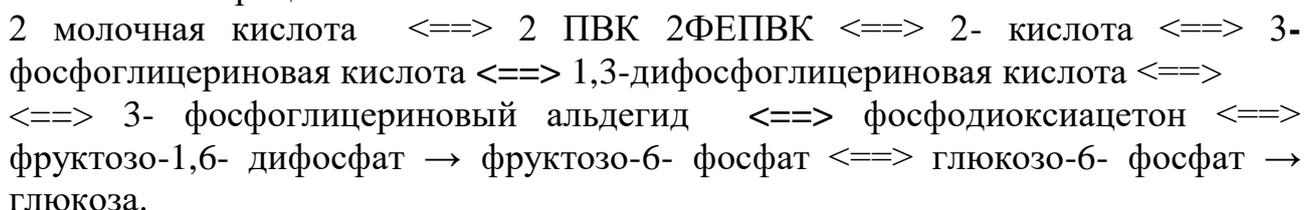
5. Глюконеогенез протекает в печени и менее интенсивно в корковом веществе почек, а также в слизистой оболочке кишечника.

6. Глюконеогенез – процесс, противоположный гликолизу:

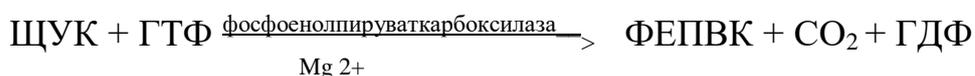
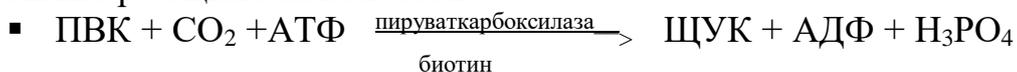


Большинство реакций глюконеогенеза являются обратимыми и катализируются теми же ферментами, что и соответствующие реакции гликолиза. Три реакции глюконеогенеза являются необратимыми.

Схема процесса глюконеогенеза:

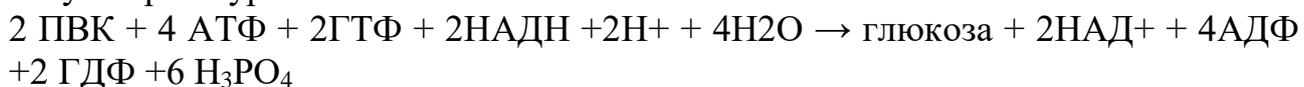


7. Необратимые реакции глюконеогенеза:



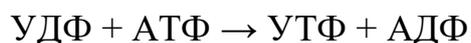
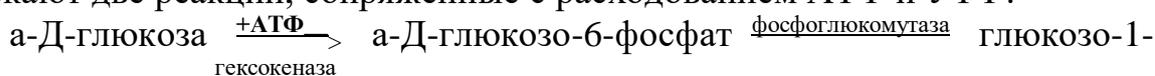
- Фруктозо-1,6-дифосфат + H₂O $\xrightarrow{\text{фруктозо-1,6-дифосфатаза}}$ фруктозо-6-фосфат + H₃PO₄
- Глюкозо-6-фосфат + H₂O $\xrightarrow[\text{Mg}^{2+}]{\text{глюкозо-6-фосфатаза}}$ глюкоза + H₃PO₄

8. Суммарное уравнение глюконеогенеза:



Образующаяся глюкоза поступает в кровь, используется для синтеза гликогена или окисляется.

9. Гликогенез – синтез гликогена. Гликоген синтезируется в период пищеварения (1-2 часа после приема углеводной пищи). Синтез гликогена требует энергии. При включении одного мономера в полисахаридную цепь протекают две реакции, сопряженные с расходом АТФ и УТФ:



10. Гликоген депонируется, главным образом, в печени и скелетных мышцах, хранится в цитозоле клеток в форме гранул. Мобилизация гликогена происходит в период между приемами пищи и ускоряется во время физической работы. Мобилизация гликогена печени обеспечивает содержание глюкозы в крови на постоянном уровне. Это обстоятельство является обязательным условием для работы других органов и особенно мозга. Функция мышечного гликогена заключается в высвобождении глюкозо-6-фосфата, используемого в самой мышце для окисления и получения энергии.

11. Существует налаженная система регуляции метаболизма углеводов – усиление распада, когда ткани нуждаются в энергии АТФ и синтеза гликогена, когда потребность в АТФ уменьшается. Эти реакции катализируются различными ферментами, действие которых стимулируется эндокринной системой, работающей под контролем центральной нервной системы. Основными гормонами, регулирующими катаболизм и анаболизм углеводов, являются гормоны поджелудочной железы – инсулин, глюкагон, гормоны надпочечников – адреналин, кортикостерон, кортизол.

12. Информативным показателем состояния углеводного обмена является уровень глюкозы в крови.

Гипергликемия – повышение концентрации глюкозы в крови, появление глюкозы в моче (глюкозурия) – наблюдаются при заболеваниях: сахарный диабет, гипопитарных заболеваниях, опухолях коркового вещества надпочечников, гиперфункции щитовидной железы, расстройства мозгового кровообращения, болезней печени.

Гипогликемия – понижение содержания глюкозы в крови – наблюдается при заболеваниях: гипофункция щитовидной железы (гипотиреоз), паращитовидных желез, гиперфункция поджелудочной железы. При тяжелой гипогликемии возникает коматозное состояние и наступает летальный исход.

13. Гликогенозы – болезни накопления гликогена – обусловленные дефектом ферментов, участвующих в распаде гликогена. Гликогеноз проявляется избыточным накоплением гликогена в печени, сердечной и скелетных мышцах, почках, легких. Результатом нарушения распада гликогена является гипогликемия и её последствия: болезнь Гирке, Помпе, Кори, Андерсена, Мак-Ардла, Херса.

Агликогенозы обусловлены нарушением синтеза гликогена и сопровождаются снижением его содержания в тканях, результатом чего также является гипогликемия.

Тесты по теме: «Метаболизм углеводов»

1 По какому признаку классифицируют углеводы

- А) по способности реагировать с фосфорной кислотой;
- В) по способности подвергаться гидролизу;
- С) по функциональным группам;
- Д) по участию в реакциях окисления;
- Е) по участию в реакциях полимеризации.

2 Основной энергетический материал, обеспечивающий функции мозга

- А) глюкоза;
- В) аминокислота;
- С) нуклеиновая кислота;
- Д) тиамин;
- Е) инсулин.

3 Гликолиз – это

- А) анаэробный процесс;
- В) аэробный процесс;
- С) анаболизм;
- Д) эндергонический процесс;
- Е) ассимиляция углеводов.

4 Распад гликогена называют:

- А) гликогенолиз;
- В) восстановление;
- С) дезаминирование;
- Д) гликогенез;
- Е) гликонеогенез.

5 Анаэробный гликолиз глюкозы заканчивается:

- А) ЦТК;
- В) образованием молочной кислоты;
- С) образованием пентоз;
- Д) образованием рибозы-5-фосфат, ксилулозы -5-фосфат;

Е) образованием глюкозы-6-фосфат, фруктозы-6-фосфат.

6) Фрагмент схемы анаэробного превращения глюкозы

А) лимонная кислота \rightarrow цис – аконитовая кислота + H_2O ;

В) пировиноградная кислота + $2H$ \rightarrow молочная кислота ;

С) янтарная кислота \rightarrow фумаровая кислота + $2H$;

Д) яблочная кислота \rightarrow щавелевоуксусная кислота + $2H$;

Е) щавелевоянтарная кислота \rightarrow α – кетоглутаровая кислота + CO_2 .

7) Процесс образования макроэргического соединения АТФ в анаэробном превращении глюкозы называется ...

А) окислительное фосфорилирование;

В) дегидрирование;

С) субстратное фосфорилирование;

Д) гидролиз;

Е) изомеризация.

8) Схема субстратного фосфорилирования в анаэробном превращении углеводов

А) глюкоза + АТФ \rightarrow глюкоза –6-фосфат + АДФ;

В) пировиноградная кислота + $2H$ \rightarrow молочная кислота;

С) ФЕПВК + АДФ \rightarrow ПВК + АТФ;

Д) 3-фосфоглицериновая кислота \rightarrow 2 – фосфоглицериновая кислота;

Е) глюкозо-6-фосфат \rightarrow фруктозо –6 – фосфат.

9) Какое макроэргическое соединение образуется в процессе превращения ФЕПВК \rightarrow ПВК ?

А) креатинфосфат;

В) ацилфосфат;

С) УТФ;

Д) АТФ;

Е) 1,3 – дифосфоглицериновая кислота.

10) Какое из перечисленных соединений является конечным продуктом аэробного распада?

А) углекислый газ и вода;

В) молочная кислота;

С) глюкозо-6-фосфат;

Д) ацетил-КоА;

Е) 3-фосфоглицериновая кислота.

11) Какое соединение образуется из пировиноградной кислоты в аэробных условиях

А) фруктоза;

В) ацетон;

- С) гликоген;
- Д) ацетил- К₀А;
- Е) молочная кислота.

12 При аэробном распаде глюкозы янтарная кислота превращается в фумаровую путем реакции

- А) дегидрирования;
- В) декарбоксилирования;
- С) гидролиза;
- Д) гидрирования;
- Е) дегидратации.

13 В цикле Кребса яблочная кислота превращается в щавелевоуксусную путем реакции

- А) гидролиза;
- В) дегидрирования;
- С) дезаминирования;
- Д) карбоксилирования;
- Е) дегидратации.

14 ЦТК начинается с взаимодействия ацетил-кофермента-А с :

- А) щавелевоуксусной кислотой;
- В) яблочной кислотой;
- С) лимонной кислотой;
- Д) янтарной кислотой;
- Е) фумаровой кислотой.

15 Схема промежуточной реакции цикла Кребса

- А) фумаровая кислота + Н₂О → яблочная кислота;
- В) пировиноградная кислота + 2 Н → молочная кислота;
- С) сахароза + Н₂О → глюкоза + фруктоза;
- Д) аланин + глицин → дипептид + Н₂О;
- Е) кефалин + Н₂О → глицерин + 2 ВЖК + Н₃РО₄ + этаноламин.

16 Процесс клеточного дыхания является составной частью...

- А) аэробного окисления глюкозы;
- В) анаэробного превращения гликогена;
- С) анаболизма углеводов;
- Д) переваривания лактозы;
- Е) эндергонического превращения углеводов.

17 Сколько молекул АТФ образуется при превращении яблочной кислоты в щавелевоуксусную кислоту в цикле Кребса при участии фермента дегидрогеназы с коферментом НАД?

- A) 5;
- B) 2 ;
- C) 1;
- D) 4;
- E) 3.

18 Схема реакции цикла Кребса, которая сопряжена с процессом тканевого дыхания

- A) цис-аконитовая кислота + $H_2O \rightarrow$ изолимонная кислота;
- B) фумаровая кислота + $H_2O \rightarrow$ яблочная кислота;
- C) янтарная кислота \rightarrow фумаровая кислота + $2H^+$;
- D) щавелевоянтарная кислота $\rightarrow \alpha$ – кетоглутаровая кислота + CO_2 ;
- E) лимонная кислота \rightarrow цис – аконитовая кислота + H_2O .

19 Промежуточное соединение, образующееся в фосфоглюконатном превращении глюкозы

- A) галактоза;
- B) лецитин;
- C) рибозо-5-фосфат;
- D) мальтоза.

20 Синтез гликогена из глюкозы называют:

- A) гликогенолиз;
- B) фосфолиз;
- C) гликогенез;
- D) глюконеогенез;
- E) биосинтез.

21 Глюконеогенез – это...

- A) экзергонический процесс;
- B) катаболизм;
- C) диссимиляция;
- D) окисление;
- E) эндергонический процесс.

22 Синтез глюкозы из молочной кислоты – это...

- A) гликогенолиз;
- B) аэробное превращение;
- C) катаболизм;
- D) глюконеогенез;
- E) гликолиз.

23 К какому типу реакций относится процесс глюконеогенеза

- A) катаболизм;
- B) экзергонический;

- С) окисление;
 Д) анаболизм;
 Е) диссимиляция.

24 Для какого метаболического пути характерна реакция пировиноградная кислота + НАДН + Н⁺ → молочная кислота + НАД

- А) аэробный распад углерода;
 В) анаэробный распад глюкозы;
 С) глюконеогенез;
 Д) синтез пептида;
 Е) образование жирной кислоты.

25 Необратимая реакция в процессе биосинтеза глюкозы из молочной кислоты

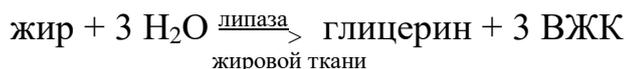
- А) молочная кислота → пировиноградная кислота;
 В) пировиноградная кислота → фосфоенолпировиноградная кислота;
 С) 2-фосфоглицериновая кислота → 3-фосфоглицериновая кислота;
 Д) 3-фосфоглицериновый альдегид → фосфодиоксиацетон;
 Е) Фруктозо-6-фосфат → глюкозо-6-фосфат.

Тема 9 Метаболизм липидов

1. Катаболизм липидов включает следующие процессы:

- анаэробный и аэробный распад глицерина
- β-окисление высших жирных кислот
- метаболизм кетоновых тел

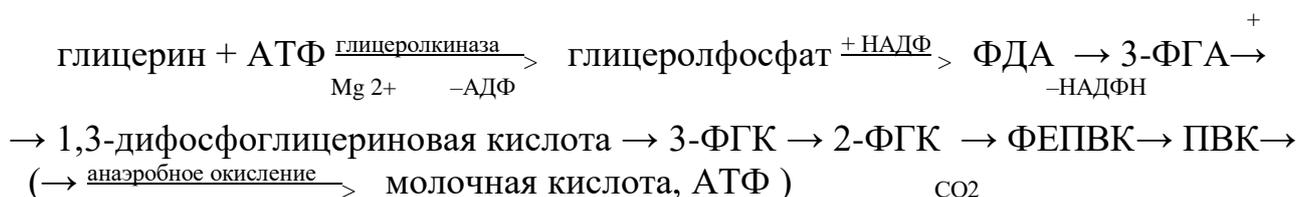
2. Утилизация жиров как источника энергии начинается гидролизом, этот процесс называется липолизом:



Гормональный механизм регуляции процесса липолиза:

кровь → гормон → рецептор в мембране клетки → аденилатциклаза → АТФ →
 → цАМФ → неактивная протеинкиназа А → активная протеинкиназа А →
 неактивная липаза, её фосфорилирование → активная липаза → жир (липолиз)
 → глицерин + жирные кислоты.

Свободные жирные кислоты выходят из клетки, соединяются с альбуминами плазмы крови и транспортируются кровью в другие органы и ткани, где подвергаются β-окислению. Глицерин остается в клетке, подвергается анаэробному и аэробному распаду.



Каждый цикл β – окисления дает один двууглеродный ацетил-КоА, ацил-КоА, укороченный на два атома углерода по сравнению с исходным, и восстановленные формы молекул: НАД·Н₂ и ФАД·Н₂ и 5 молекул АТФ. Многократное повторение процесса приводит к распаду жирных кислот до нескольких молекул ацетил-КоА. Молекулы ацетил-КоА окисляются далее в цикл Кребса. Количество молекул ацетил-КоА определяется по формуле

$$n / 2,$$

где n – число атомов углерода в молекуле ВЖК.

Окисляется в цикле Кребса до СО₂ и Н₂О.

β – окисление жирных кислот и последующее за ним окисление ацетил-КоА в цикле Кребса служат источником энергии для синтеза АТФ. Процесс β – окисления происходит в матрице митохондрий и только в аэробных условиях, так как он связан с цепью клеточного дыхания.

Суммарный выход АТФ при окислении жирных кислот с числом n – атомов углерода определяется по формуле:

$$\left[5AT\Phi \cdot \left(\frac{n}{2} - 1 \right) + 12AT\Phi \cdot \frac{n}{2} \right] - 1AT\Phi$$

Мышцы, миокард, печень активно используют жирные кислоты как источник энергии. Мозг не использует жирные кислоты как источник энергии, т.к. они не проникают через гематоэнцефалический барьер, являясь гидрофобными молекулами.

4. Часть жирных кислот в печени перерабатываются в кетоновые тела: ацетоуксусная кислота, β – гидроксимасляная кислота. Кетоновые тела служат источником энергии при голодании; при употреблении пищи, богатой жирами, но с низким содержанием углеводов; при длительной физической работе, сахарном диабете.

5. Кетоновые тела – гидрофильные молекулы, могут проходить через гематоэнцефалический барьер, поэтому служат наряду с глюкозой источником энергии для нервной ткани.

6. Мышцы, почки используют кетоновые тела даже при низкой концентрации в крови.

7. Синтез кетоновых тел протекает в митохондриях печени из Ацетил-КоА, образующегося в результате β – окисления жирных кислот.

8. При длительном голодании и сахарном диабете ацетоуксусная кислота неферментативно декарбоксилируется с образованием ацетона. Ацетон не утилизируется организмом как источник энергии и выводится с мочой, потом, выдыхаемым воздухом.

9. Кетоновые тела – органические кислоты, поэтому их накопление в крови приводит к изменению рН жидкости и развитию ацидоза:

Жирные кислоты → ацетил-КоА → ацетоацетил-КоА → ацетоуксусная кислота → β – гидроксимасляная кислота.

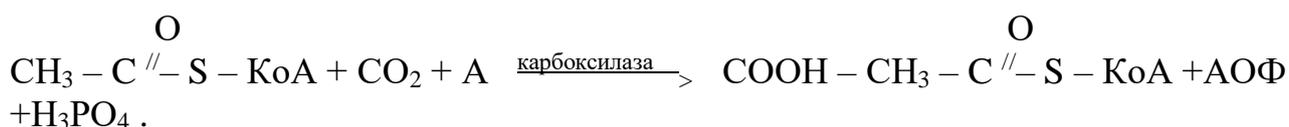
Ацетон, ацетоуксусная кислота, β – гидроксимасляная кислота – соединения, которые обуславливают состояние кетоза в организме.

10. Анаболизм жиров включает процессы:

- биосинтез жирных кислот
- биосинтез жиров

11. Синтез насыщенных жирных кислот до длины цепи C₁₆ осуществляется в цитозоле, дальнейшее удлинение цепи атомов углерода в молекуле происходит в митохондриях, а в эндоплазматическом ретикулуле насыщенные кислоты дегидрируются в мононенасыщенные. Синтез насыщенных жирных кислот протекает в жировой ткани, печени, молочной железе. Предшественниками насыщенных жирных кислот являются ацетилКоА, который после карбоксилрования превращается в малонил кофермент А. Затем, из малонил АПБ в процессе четырехкратных ферментативных реакций образуется бутирил АПБ (C₄) такой процесс протекает в цитозоле до пальмитоил – АПБ (C₁₆). Дальнейшее удлинение цепи атомов углерода молекул жирных кислот C₁₈, C₂₀, C₂₂ происходит в митохондриях. Мононенасыщенные жирные кислоты синтезируются в эндоплазматическом ретикулуме из соответствующих насыщенных предшественников. Полиненасыщенные жирные кислоты являются незаменимыми.

12. Синтез жирных кислот начинается с превращения ацетил-КоА в малонил-КоА

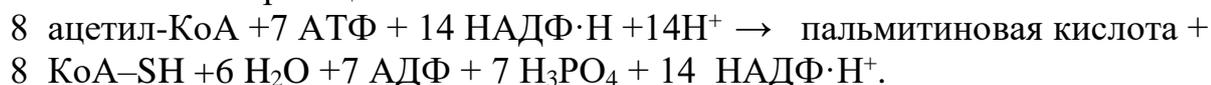


После образования малонил-КоА остальные реакции элонгации молекулы идут с участие ацилпереносящей белка АПБ – SH.

13. Биосинтез жирных кислот является процессом, в котором повторяются одни и те же последовательности реакций, процесс называется циклическим, в каждом цикле радикал жирной кислоты увеличивается на два атома углерода, источником которых является малонил-КоА. В каждом цикле происходят четыре реакции: декарбоксилирования, гидрирования, дегидратации, гидрирования. Гидрирование катализирует фермент редуктаза с коферментом НАДФ·Н;



Итоговая реакция синтеза пальмитиновой кислоты:



14. Синтезированные жирные кислоты используются для синтеза жиров фосфолипидов. Жиры, синтезированные в жировой ткани депонируются. Жиры, синтезированные в печени упаковываются в ЛОНП, которые секретируются в кровь.

15. Все субстраты, необходимые для синтеза жиров, образуются при распаде глюкозы. Синтез жиров происходит в абсорбтивный период и стимулируется инсулином. Активный синтез жиров происходит в печени и жировой ткани. Синтез жиров (липогенез) в печени и жировой ткани происходит через образование фосфатидной кислоты. Биосинтез жиров происходит из активированных компонентов глицерина и жирных кислот. Активной формой глицерина является глицеролфосфат, а жирных кислот – ацил-КоА. В печени

глицеролфосфат образуется двумя путями: при восстановлении фосфодиоксиацетона (метаболит гликолиза); при фосфорилировании глицерина, попадающего в печень из крови под действием фермента глицеролкиназы. В жировой ткани источником глицеролфосфата является только фосфодиоксиацетон: $\text{ФДА} + \text{НАД} \cdot \text{Н} + \text{Н}^+ \rightarrow + \text{НАД}^+$.

Схема биосинтеза жира:

Глицеролфосфат + 2 ацил-КоА \rightarrow фосфатидная кислота + 2 КоА-SH

фосфатидная кислота + H_2O \rightarrow диацилглицерин + H_3PO_4

диацилглицерин + ацил-КоА \rightarrow триацилглицерин (жир) + КоА-SH

Ферменты липогенеза: ацилтрансфераза, фосфатаза. Жир депонируется в адипоцитах.

16. Жиры, синтезированные в печени, упаковываются в ЛОНП и секретируются в кровь. Жиры, транспортируемые ЛОНП, подвергаются гидролизу под действием липопротеинлипазы в разных тканях, особенно активно в капиллярах крови жировой ткани. Жирные кислоты проходят в клетку и используются в разных тканях по-разному: в адипоцитах для синтеза жиров, в миокарде, скелетных мышцах окисляются, образуя АТФ, необходимый для работы этих тканей. Глицерин используется для глюконеогенеза, обеспечивая глюкозой клетки мозга и другие глюкозависимые клетки при голодании.

17. Жиры депонируются (откладываются) в жировых депо – подкожной клетчатке, сальнике, брыжейке, курдюке, на горбе как запасной жир. Из жировых депо липиды по мере необходимости переходят в плазму крови, после чего используются клетками в качестве энергетического и строительного материала.

Тесты по теме: «Метаболизм липидов»

1 Жировая константа, характеризующая неопределенность жира

- А) кислотное число
- В) перекисное число
- С) число омыления
- Д) эфирное число
- Е) йодное число

2 Эфирами высших жирных кислот и трехатомного спирта являются:

- А) нейтральные жиры
- В) воска
- С) стеролы
- Д) стериды
- Е) фосфолипиды

3 Укажите смешанный триацилглицерин

- А) пальмитостеаролеин
- В) триолеин
- С) трипальмитин

D) тристеарин

E) трилаурин

4 Какие соединения являются незаменимыми

A) непредельные высшие жирные кислоты

B) углеводы

C) жиры

D) предельные высшие жирные кислоты

E) первичные амины

5 При отсутствии в кормах полиненасыщенных эссенциальных жирных кислот развиваются болезни...

A) гипо- и авитаминозы

B) диабет

C) лейкемия

D) гипervитаминозы

E) эндемический зоб

6 Укажите фосфолипид

A) лецитин

B) холестерид

C) пальмитодистеарин

D) триацилглицерин

E) стерид

7 Синтез, каких представителей липидов нарушится, если в печени снижена концентрация холина

A) жир

B) фосфолипид

C) стерид

D) воск

E) гликолипид

8 Основные липиды крови животных

A) фосфолипиды, холестерид, триацилглицерин

B) гистидин, галактоза, валин

C) глутамин, воск, глутатион

D) гепарин, альбумин, апоферритин

E) ангиотензин, глобулин, либерин

9 Главными липидами мембран являются:

A) фосфолипиды

B) диольные липиды

C) воски

D) гликолипиды

Е) триглицериды

10 Транспортная форма жиров

А) гликопротеины

В) липопротеины

С) нуклеопротеины

Д) фосфопротеины

Е) антикоагулянты

11 Первая стадия обмена липидов

А) распад глицерина и ВЖК

В) образование глицеролфосфата

С) гидролиз липида под действием фермента липаза

Д) β -окисление ВЖК

Е) синтез фосфодиоксиацетона

12 Конечный продукт липолиза жиров:

А) аминокислоты

В) моносахариды

С) полисахариды

Д) глицерин и ВЖК

Е) дисахариды

13 Высшие жирные кислоты в процессе катаболизма разрушаются преимущественно путем

А) декарбоксилирования

В) поликонденсации

С) β -окисления

Д) гидролиза

Е) α - окисления

14 Каждый цикл β - окисления ВЖК включает...

А) две реакции

В) десять реакций

С) двенадцать реакций

Д) четыре реакции

Е) семь реакций

15 Субстратом бета-окисления является:

А) диглицериды

В) жирные кислоты

С) глицерин

Д) триглицериды

Е) моноглицериды

16 Какое соединение образуется в результате четырех реакций β - окисления ВЖК из ацил-КоА

- А) ацетил-КоА
- В) ненасыщенная форма ацил-КоА
- С) оксиформа ацил-КоА
- Д) кетоформа ацил-КоА
- Е) углекислый газ

17 Первая стадия цикла β -окисления высших жирных кислот:

- А) дегидрирование
- В) гидролиз
- С) карбоксилирование
- Д) дегидратация
- Е) гидрирование

18 Вторая стадия цикла β - окисления жирной кислоты

- А) гидрирование
- В) дегидратация
- С) дезаминирование
- Д) гидратация
- Е) карбоксилирование

19 Третья стадия цикла β - окисления жирной кислоты

- А) дегидратация
- В) декарбоксилирование
- С) дегидрирование
- Д) дезаминирование
- Е) трансаминирование

20 Четвертая стадия цикла β -окисления жирной кислоты

- А) присоединение Ко-А-SH к кетоформе ацил-КоА
- В) гидролиз
- С) гидрирование
- Д) дегидрирование
- Е) декарбоксилирование

21 На сколько атомов углерода уменьшается углеродная цепь исходной молекулы жирной кислоты за один оборот цикла β – окисления?

- А) 1
- В) 4
- С) 5
- Д) 2
- Е) 3

22 Цикл Кребса является составной частью...

- A) анаболизма высших жирных кислот
- B) анаэробного превращения глицерина
- C) биосинтеза жира
- D) аэробного распада пальмитиновой кислоты
- E) образования фосфолипида

23 Дыхательная цепь является составной частью

- A) анаэробного распада глицерина
- B) анаболизма кетоновых тел
- C) аэробного превращения высших жирных кислот
- D) синтеза фосфолипидов
- E) образования жиров

24 Промежуточное соединение β – окисления высших жирных кислот ацетил-КоА окисляется до конечных продуктов аэробного превращения через...

- A) цикл Кори
- B) орнитинный цикл
- C) цикл Кальвина
- D) цикл Кребса
- E) пентозный цикл

25 Сколько молекул ацетил-КоА образуется при β - окислении пальмитиновой кислоты

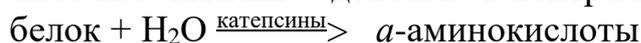
- A) 3
- B) 8
- C) 10
- D) 12
- E) 6

Тема 10 Метаболизм белков

1. Метаболизм белков включает разделы:

- общие пути обмена α -аминокислот
- специфические пути обмена α -аминокислот
- механизм обезвреживания аммиака
- биосинтез α -аминокислот
- регуляция и нарушение обмена белков

2. Распад белков в тканях начинается реакцией гидролиза протеинов. Внутриклеточные протеины тканей, принимающие участие в гидролизе, называются катепсинами. Катепсины лизосом – кислые, имеют оптимум pH в кислой области. Катепсины цитоплазмы, эндоплазматического ретикулума проявляют максимальное действие в нейтральной и слабощелочной среде.

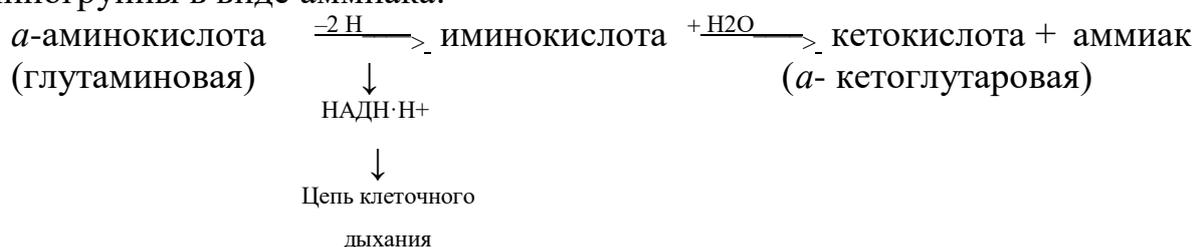


3. Аминокислоты в клетках используются организмом для синтеза белков, ферментов, некоторых гормонов и подвергаются процессам распада с выделением энергии.

4. К реакциям катаболизма α -аминокислот относятся: окислительное дезаминирование, декарбоксилирование, переаминирование (трансаминирование). Катаболизм аминокислот ускоряется при:

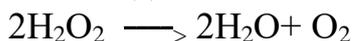
- поступлении с пищей больших количеств белка, так как аминокислоты не могут запасаться в организме;
- голодании, так как распадаются белки тканей;
- сахарном диабете и других длительно протекающих тяжелых заболеваниях.

5. Окислительное дезаминирование – это отщепление от α -аминокислоты аминогруппы в виде аммиака:

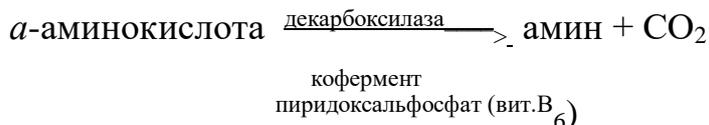


Реакция катализируется либо НАД-зависимой дегидрогеназой, либо – ФМН-зависимой оксидазой. В печени млекопитающих содержится НАД-зависимая глутаматдегидрогеназа. Образующаяся молекула НАДН·Н⁺ включается в цепь клеточного дыхания. Происходит образование трех молекул АТФ. Реакции проходят в митохондриях клеток печени. Восстановленная форма ФМН-Н₂ может реагировать с кислородом, образуя пероксид водорода: $\text{ФМН-Н}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{ФМН}$

Пероксид водорода токсичен. Его действие нейтрализуется каталазой:



6. Декарбоксилирование – это отщепление углекислого газа от карбоксильной группы аминокислоты:



Некоторые образующиеся амины проявляют биогенное действие:



Амины обезвреживаются в организме, превращаются в альдегиды, а затем – в карбоновые кислоты под действием ферментов аминоксидаз.

7. Переаминирование (трансаминирование) – реакция переноса аминогруппы с аминокислоты (донора) на кетокислоту (акцептор), в результате образуется

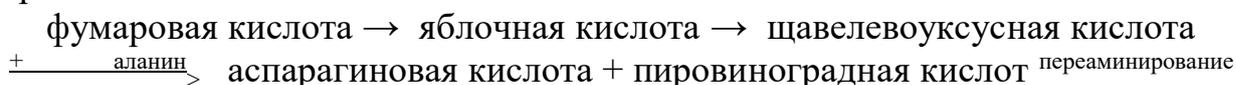


Этот путь обезвреживания аммиака в тканях используется слабо.

11. Обезвреживание аммиака через орнитиновый цикл синтеза мочевины в печени:

- $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + 2\text{АТФ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{карбамоилфосфат} + 2\text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4$
- $\text{карбамоилфосфат} + \text{орнитин} \rightarrow \text{цитруллин} + \text{H}_3\text{PO}_4$
- $\text{цитруллин} + \text{аспарагиновая кислота} + \text{АТФ} \rightarrow \text{аргининоянтарная} + \text{АМФ}$
кислота + $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$
- $\text{аргининоянтарная} \rightarrow \text{аргинин} + \text{фумаровая кислота}$
кислота
- $\text{аргинин} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{орнитин} + \text{мочевина}$

Регенерация в печени аспарагиновой кислоты из фумаровой кислоты протекает по схеме:



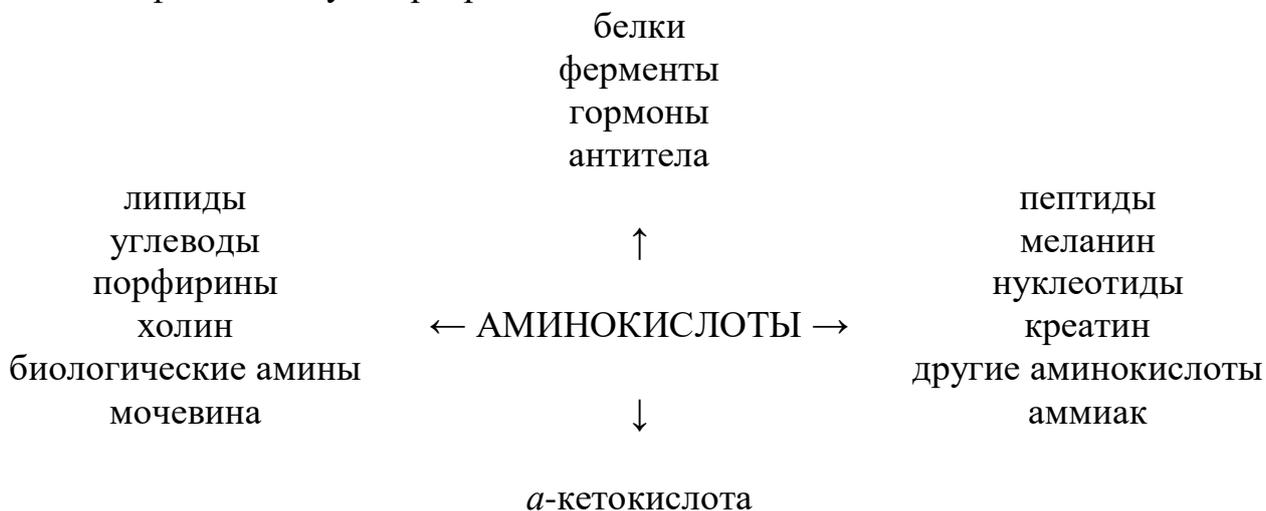
Значение орнитинового цикла:

- обезвреживание аммиака до мочевины
- контроль азотистого баланса в организме (при поступлении большого количества белка в организм скорость цикла возрастает)
- поставляет фумаровую кислоту в цикл Кребса
- биосинтез заменимых аминокислот путем переаминирования через шавелевоуксусную кислоты, образующуюся из промежуточного продукта биосинтеза мочевины – фумаровой кислоты.
- использование промежуточных продуктов для синтеза глюкозы.

12. Повышенное содержание аммиака в крови вызывает гипераммониемию. Это оказывает токсическое действие на организм. Для снижения концентрации аммиака в крови необходимо:

- малобелковая диета
- введение метаболитов орнитинового цикла – аргинина, цитруллина, глутаминовой кислоты.

13. Специфические пути превращения аминокислот.



CO₂
H₂O
АТФ

14. Различные кетогенные и гликогенные аминокислоты превращаются в ПВК и промежуточные продукты (α -кетоглутаровая кислота, сукцинил КоА, фумаровая, щук), которые в итоге могут превращаться в щук и использоваться в процессе глюконеогенеза. Образование глюкозы из аминокислот стимулирует гормон кортизон. кетогенные аминокислоты надофен, тир – в процессе катаболизма превращаются в ацетоацетат или ацетилКоА и могут быть источником кетонных тел.

Некоторые аминокислоты используются и для синтеза глюкозы, и для синтеза кетонных тел. Такие аминокислоты называют смешанными или гликокетогенными.

15. По биологической ценности различают заменимые и незаменимые аминокислоты. Незаменимые не синтезируются в клетках организма. Они должны поступать в организм с пищей.

Незаменимые аминокислоты: треонин, метионин, валин, лейцин, изолейцин, лизин, фенилаланин, триптофан

Заменимые аминокислоты: глицин, аланин, серин, цистеин, пролин, аспарагиновая кислота, амидаспарагиновой кислоты, глутаминовая кислота, амид глутаминовой кислоты, глицин, тирозин.

Частично заменимые : аргинин гистамин.

16. Биосинтез заменимых аминокислот:

- восстановительное аминирование
 α -кетокислота + NH₃ $\xrightarrow{-H_2O}$ иминокислота $\xrightarrow{+2H}$ α -кетокислота
- переаминирование (трансаминирование)
- биосинтез из глюкозы
- ферментативное взаимопревращение отдельных аминокислот как заменимых, так и незаменимых



Скорость синтеза аминокислот регулируется двумя путями:

- по аллостерическому механизму ингибированием регуляторного фермента конечным продуктом, т.е. аминокислотой.
- изменение количества фермента, контролируемого концентрацией аммиака в клетке.

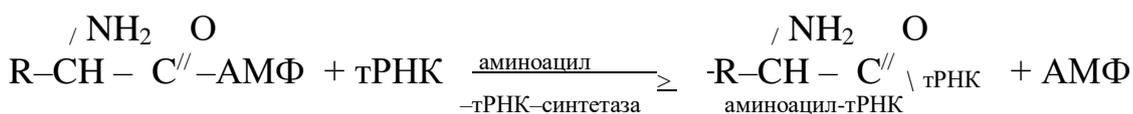
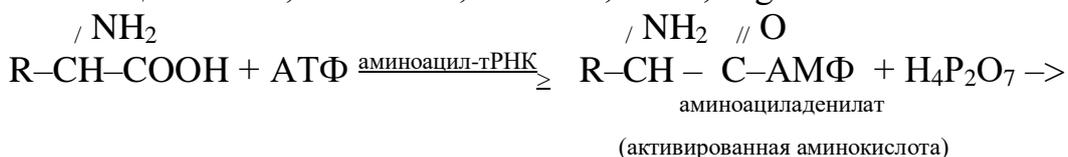
17. Биосинтез белка – многоступенчатый процесс. Каждый белок образуется для нужд клетки и выполняет определенную биологическую функцию в организме.

18. Для биосинтеза белка требуется: 20 аминокислот; АТФ, ГТФ, ионы магния, различные ферменты, тРНК, иРНК, рибосомы, факторы инициации, элонгации, терминации.

19. Процесс синтеза белка состоит из четырех этапов:

- активация аминокислот и образование аминоацил-тРНК (форма активных молекул аминокислот)
- образование белоксинтезирующего комплекса из рибосом и иРНК
- синтез полипептидной цепи (трансляции)
- формирование пространственной структуры (конформации) белка

20 Для активации аминокислот необходимы компоненты: 20 аминокислот, аминоацил-тРНК, синтетаза, 20тРНК, АТФ, Mg²⁺:



Аминоацил-тРНК отделяется от фермента, фермент приступает к следующему циклу активирования аминоацил-тРНК, переносит аминокислоту на белоксинтезирующий комплекс клетки.

21. Для образования белоксинтезирующего комплекса необходимы компоненты: иРНК РНК, 40S и 60S субчастиц рибосомы, иницирующая аминоацил-тРНК, рибосомы иРНК, малая субчастица рибосомы и иницирующая аминоацил-тРНК, специфически соединяясь, образует начальный комплекс, который далее связывается с 60S субчастицей и так формируется белоксинтезирующий комплекс, содержащий активную 80S рибосому. К иРНК присоединяется несколько рибосом, образуя полирибосомы или полисомы.

Рибосомы, входящие в полисомы, работают независимо друг от друга. Каждая из них транслирует полностью одну полипептидную цепь. Это повышает эффективность работы рибосом и ускоряет трансляцию. После завершения синтеза полипептидной цепи рибосомы диссоциируют на свою малую и большую субчастицу.

22. Синтез полипептидной цепи - трансляция. Различают три стадии трансляции:

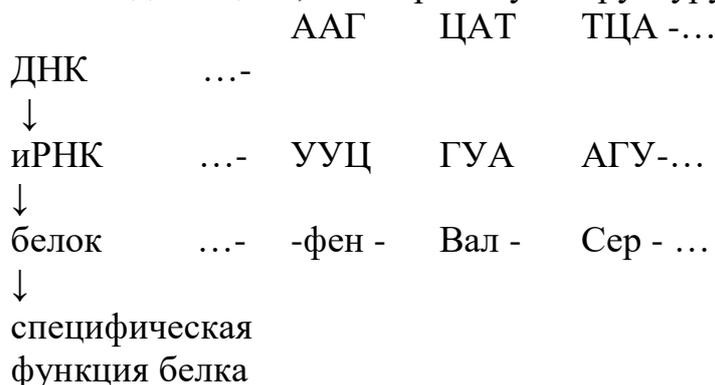
- инициация или начало синтеза полипептидной цепи (иницирующий кодон АУГ, с него начинается синтез полипептидной цепи белка)
- элонгация или удлинение полипептидной цепи
- терминация или окончание синтеза полипептидной цепи.

Синтез белка начинается с N-конца, к которому постепенно присоединяются аминокислотные остатки и заканчивается С-концом:



Сигналом окончания синтеза полипептида является один из бессмысловых кодонов УАА, УАГ, УГА.

23. Генетическая информация организма определяет последовательность аминокислот в полипептидной цепи, т.е. первичную структуру белка:



Белок выполняет свою специфическую функцию в том случае, если его молекула обладает пространственной структурой – третичной или четвертичной.

Конформация белка начинается во время синтеза полипептида на рибосомах. Растущая полипептидная цепь постепенно складывается, приобретая трехмерную структуру. По окончании синтеза полипептида молекула самопроизвольно принимает устойчивую конформацию, наиболее энергетически выгодную.

В формировании конформации белка принимают участие боковые радикалы аминокислот – их полярность и неполярность. Скорость синтеза белка контролируется генетическим аппаратом и факторами внешней среды. Возможны два механизма регуляции синтеза белка: на уровне транскрипции и регуляция на уровне трансляции.

Тесты по теме: «Метаболизм белков»

1 Мономер белка

- А) α- аминокислота
- В) аденин
- С) глюкоза
- Д) глицерин
- Е) карбоновая кислота

2 Незаменимые аминокислоты

- А) соединения, подвергающиеся аэробному распаду
- В) соединения, не синтезирующиеся в организме

С) соединения, распадающиеся до аминов и углекислого газа

Д) соединения, реагирующие с кетокислотами

Е) соединения, взаимодействующие с гидроксидами

3 Заменяемые аминокислоты

А) соединения, синтезирующие в организме в достаточном количестве

В) соединения, не образующиеся в организме

С) соединения, разлагающиеся до аммиака и кетокислот

Д) соединения, из которых синтезируются пептиды

Е) соединения, которые подвергаются реакции декарбоксилирования

4 Какие продукты реакции образуются при взаимодействии трех α-аминокислот

А) липиды

В) пептиды

С) стериды

Д) олигосахариды

Е) амины

5 Пути использования α – аминокислот в организме

А) синтез белков

В) гликолиз

С) образование кофермента

Д) β- окисление жирных кислот

Е) синтез нуклеотидов

6 Фрагмент формулы простого белка

А) –ала- гли- цис- фен-

В) –лей- мет- тир- липид

/ OH

С) – гли- вал- лиз- сер- о Р = О

\ OH

Д) – асп- гис- гли- тир – глюкоза

Е) витамин- рибоза- сер-ала- вал- гис-

7 Чем отличаются простые белки от сложных?

А) количеством аминокислотных остатков

В) отсутствием простетической группы

С) содержанием ароматических аминокислот

Д) изоэлектрической точкой

Е) буферным действием

8 Какой белок имеет простетическую группу?

А) альбумин

В) гликопротеин

- С) глобулин
- Д) глютелин
- Е) гистон

9 К сложным белкам хромопротеидам относятся :

- А) гемоглобин
- В) альбумин
- С) гистон
- Д) глобулин
- Е) протамин

10 От строения какого химического соединения зависит первичная структура белка

- А) ДНК
- В) РНК
- С) ПВК
- Д) ЩУК
- Е) АТФ

11 Первичная структура белка –это...

- А) последовательность в расположении простетических групп
- В) ассоциация двух или большего числа молекул белков
- С) способ укладки полипептидной цепи в α - спираль
- Д) последовательность в расположении аминокислотных остатков
- Е) пространственная укладка полипептидной цепи в определенную конформацию

12 Какая связь участвует в образовании первичной структуры белка

- А) водородная
- В) ионная
- С) пептидная
- Д) гидрофобная
- Е) донорно- акцепторная

13 Третичная структура белка формируется связями:

- А) пептидными
- В) водородными
- С) гидрофобными
- Д) сульфидными
- Е) пептидными, водородными, ионными, сульфидными, гидрофобными

14 В изоэлектрической точке пептиды имеют:

- А) катионы
- В) положительный заряд
- С) нулевой заряд

D) анионы

E) отрицательный заряд

15 Метод очистки растворов белков от низкомолекулярных примесей

A) плазмолиз

B) диализ

C) гемолиз

D) хроматография

E) ренатурация

16 Метод разделения белковых молекул, основанный на различии величин заряда и молекулярных масс

A) высаливание

B) денатурация

C) гемолиз

D) диализ

E) электрофорез

17 Промежуточный обмен белков включает:

A) анаэробный и аэробный гликолиз, пентозо-фосфатный путь

B) дезаминирование, декарбоксилирование, переаминирование

C) окисление глицерина и β -окисление ВЖК

D) реакции распада

E) реакции синтеза

18 Схема: ала \rightarrow этиламин + углекислый газ отражает процесс...

A) переаминирования

B) гидролиза

C) декарбоксилирования

D) дезаминирования

E) аминирования

19 Схема: α - аминокислота $\xrightarrow{-2H} \alpha$ -иминокислота
 α -кетокислота + аммиак (отражает процесс)

A) переаминирование

B) дегидратация

C) аминирование

D) дезаминирование

E) гидрирование

20 Продукт дезаминирования аланина

A) непредельная кислота

B) оксикислота

C) альдегидокислота

D) кетокислота

Е) дикарбоновая кислота

21 Какая реакция метаболизма α – аминокислот сопряжена с процессом тканевого дыхания?

- А) переаминирование
- В) дезаминирование
- С) декарбоксилирование
- Д) гидрирование
- Е) гидролиз

22 Аммиак образуется при распаде:

- А) стеридов
- В) жиров
- С) белков
- Д) углеводов
- Е) липидов

23 Продукт обезвреживания аммиака в печени...

- А) мочевины
- В) пептид
- С) лецитин
- Д) нуклеотид
- Е) кетон

24 В орнитиновом цикле происходит обезвреживание:

- А) аммиака
- В) мочевины
- С) мочевиной кислоты
- Д) уксусной кислоты
- Е) глюкозы

25 Какая аминокислота участвует в синтезе мочевины в печени?

- А) лизин
- В) валин
- С) орнитин
- Д) цистеин
- Е) гистидин

Тема 11 Связь различных обменных процессов

1 Обмен веществ живых организмов включает ряд уровней:

- поступление веществ в организм из среды с потребляемой пищей, их ферментативный гидролиз до мономеров или простых органических соединений, трансмембранный перенос этих веществ

через мембрану кишечного эпителия в кровь или лимфу, это внешний обмен

- транспорт метаболитов с циркулирующей жидкостью по кровеносным и лимфатическим сосудам в различные органы
- превращение веществ в клетках тканей, в процессе которого происходит изменение их структуры, это так называемый промежуточный обмен, включающий катаболические и анаболические процессы
- образование конечных продуктов метаболизма – углекислый газ, вода, мочевины, мочевая кислота и другие соединения, которые выводятся из организма.

2. В процессе метаболизма осуществляются специфические функции живой клетки:

- извлечение энергии из окружающей среды
- превращение экзогенных веществ в предшественников биополимеров
- сборка биополимеров из соответствующих мономеров
- деградация биомолекул, выполнивших свои функции

3. Существуют центральные пути обмена, сходные у всех живых организмов, образующиеся при этом равноценные метаболиты называют ключевыми. Выделяют три главных этапа превращения основных биомолекул – белков, углеводов, липидов, - в процессе которых происходит генерация АТФ и образование структурных блоков, необходимых для реакции биосинтеза. Взаимосвязь обмена белков, углеводов, липидов представлена на рисунке 1:

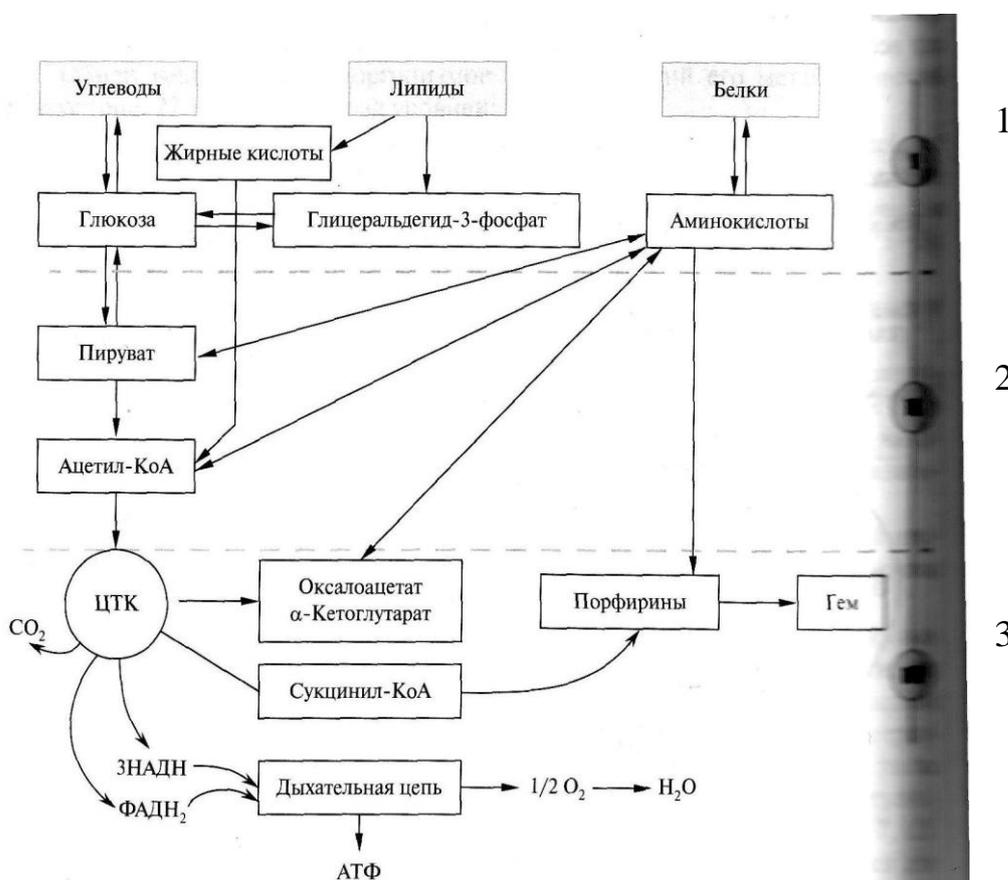
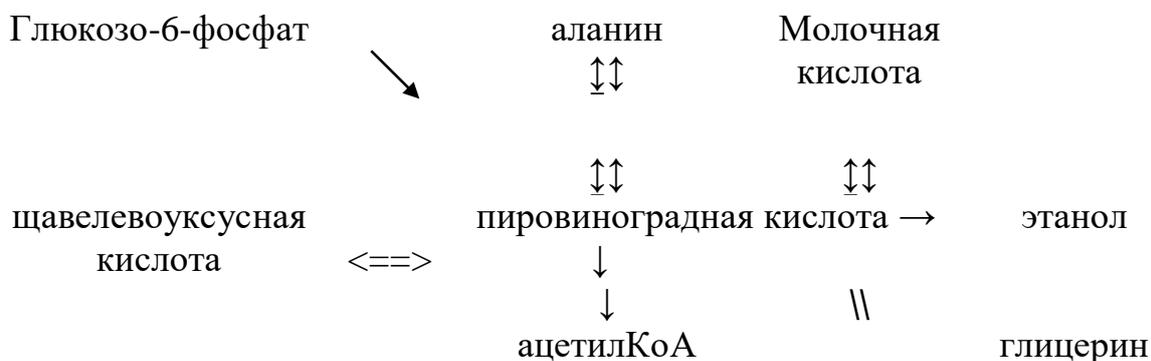


Рисунок 1 Взаимосвязь обмена веществ

На первом этапе крупные молекулы распадаются на более мелкие. Олигосахариды – на моносахариды, жиры – на глицерин и жирные кислоты, белки – на аминокислоты. Распад молекул протекает путем гидролиза. Реакции являются экзергоническими, но освобождающаяся энергия трансформируется в тепловую, и генерации АТФ при этом не происходит.

На втором этапе образовавшиеся мелкие молекулы поступают в клетки и дальше расщепляются в цитоплазме. Глюкоза и часть аминокислот превращаются в пировиноградную кислоту, которая проникает в митохондрии и окисляется в ацетилкофермент А. Жирные кислоты не переходят в пировиноградную кислоту, они в процессе β – окисления образуют ацетилкофермент А. Метаболиты пировиноградная кислота и ацетилкофермент А – ключевые, так как через них осуществляется взаимосвязь между обменом различных веществ в организме. Пировиноградная кислота лежит в точке пересечения ряда метаболических путей:



Ацетилкоэнзим А образуется из ПВК путем окислительного декарбоксилирования. Через реакцию трансаминирования ПВК связана с аминокислотами. При окислении глицерина образуются триозы (3-ФГА, 3-ФДА), которые вовлекаются в процесс гликолиза с образованием молочной кислоты. При карбоксилировании ПВК синтезируется ЩУК. Реакция карбоксилирования позволяет ПВК или включаться в процесс глюконеогенеза, или образуемая из нее ЩУК участвует в пополнении пула промежуточных метаболитов цикла трикарбоновых кислот, если клетка испытывает недостаток АТФ. Выбор ацетилкофермента А в качестве основного центрального метаболита целесообразен – принцип молекулярной целесообразности. Ацетилкофермент А является сырьем для синтеза жирных кислот, кетогенных аминокислот, кетонных тел, холестерина. Катаболизм ацетилкофермента А – это его полное окисление до CO_2 , в цикле трикарбоновых кислот.

Третий этап – реакции цикла трикарбоновых кислот. Это основной амфиболический путь, обеспечивающий полное окисление ацетилкофермента А, образовавшегося при распаде аминокислот, углеводов, липидов до CO_2 и воды, а с другой стороны – предоставляющий исходные вещества для

биосинтеза различных соединений (ЩУК → аспарагиновая кислота, α -кетоглутаровая кислота → глутаминовая кислота). Цикл трикарбоновых кислот сопряжен с дыхательной цепью. Третий этап завершается в митохондриях с освобождением свободной энергии веществ. Высвободившаяся энергия частично аккумулируется в молекулах АТФ и частично выделяется в виде тепла. Свободная энергия АТФ после гидролиза используется для совершения работы в организме.

4. В организме имеет место разграничение метаболизма в разных пространственно разграниченных мембраной участках клеток (компартаментах). Избирательная проницаемость мембран определяет судьбу ряда метаболитов. В цитозоле клетки протекают процессы: гликолиз, пентозофосфатный путь превращения углеводов, синтез жирных кислот, синтез жиров; в матриксе митохондрий: (окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты, цикл трикарбоновых кислот, β -окисление жирных кислот, синтез кетонных тел, окислительное фосфорилирование; участвуют оба компартмента (цитозоль и митохондриальный матрикс): глюконеогенез, синтез мочевины, синтез гемма; на рибосомах – синтез белков.

Список использованных источников

- 1 Анисимов А.А. Основы биохимии. – М.: Высшая школа, 1986. – 551 с
- 2 Филиппович Ю.Б. Основы биохимии. – М.: Высшая школа, 1985. – 503 с
- 3 Сеитов З. Биохимия. – Алматы: Акбар, 2011.- 795 с
- 4 Малахов А.Г. Биохимия сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1984. – 336 с
- 5 Чечеткин А.В. Биохимия животных. – М.: Высшая школа, 1982. – 511 с
- 6 Зайцев С.Ю., Конопатов Ю.В. Биохимия животных.- СПб.: Лань, 2004. –384 с
- 7 Чечеткин А.В., Воронянский В.И., Покусай Г.Г., Карташов Н.И., Докторович Н.Л., Кириченко И.В. Практикум по биохимии сельскохозяйственных животных. – М.: Высшая школа, 1980. – 303 с
- 8 Строев Е.А. Биологическая химия. – М.: Высшая школа, 1986. – 479 с
- 9 Страйер Л. Биохимия: в 3-х т.- М.: Мир, 1984. – 937 с
- 10 Ленинджер А. Основы биохимии. – М.: Мир, 1985. – 957 с
- 11 Николаев А.З. Биологическая химия. – М.: Высшая школа, 1989. – 495 с
- 12 Алейникова Т.Л., Рубцова Г.В. Руководство к практическим занятиям по биологической химии. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с
- 13 Щербаков В.Г., Лобанов В.Г., Прудникова Т.Н., Минакова А.Д. Биохимия.- СПб.: ШОРД, 2003. – 439 с
- 14 Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. – М.: ДРОФА, 2008. – 620 с.