

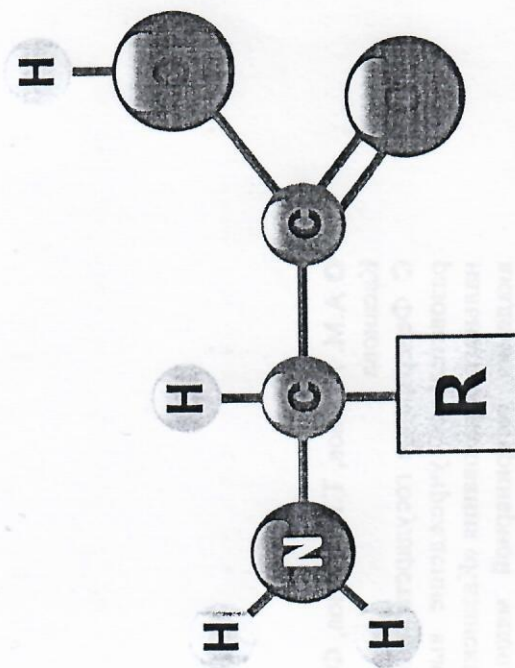
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанская государственная академия
ветеринарной медицины имени Н.Э.Баумана»

Кафедра биологической и органической химии

А.М.Алимов, Т.Р. Якупов, Ф.Ф. Зиннатов, Н.Р. Касанова

Тесты и задачи по биохимии

Учебно – методическое пособие для аспирантов



Казань 2015

Отпечатано в ООО «Печатный двор».
г. Казань, ул. Журналистов, 2А, оф. 022
Тел: 295-30-36, 564-77-41, 564-77-51.
Лицензия ИД №7-0215 от 01.11.2001 г.
Выдана Поволжским межрегиональным
территориальным управлением МПТР РФ.
Подписано в печать 30.11.2015 г. Печл. 2,7
Заказ № К-7532. Тираж 100 экз. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать – ризография.

Печатается по решению Ученого совета факультета биотехнологии и стандартизации Казанской государственной академии ветеринарной медицины, протокол № _____ от «___» _____ 2015 г.

Рецензенты: д.б.н., доцент ФГБОУ ВПО КГАВМ – Т.М. Ахметов, д.в.н., главный научный сотрудник, профессор ФГБУ «ФЦТРБ ВНИВИ» – Т.Х. Фаизов

Алимов, А.М. Тесты и задачи по биохимии. Учебно – методическое пособие для аспирантов/ А.М. Алимов, Т.Р. Якупов, Ф.Ф. Зиннатов, Н.Р. Касанова. - Казань.: ООО «Печатный двор», 2015. - 43 с.

© А.М. Алимов, Т.Р. Якупов, Ф.Ф. Зиннатов, Н.Р. Касанова

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана», 2015

Оглавление

	Стр.
Глава 1. Аминокислоты. Белки.....	5
Глава 2. Нуклеиновые кислоты.....	10
Глава 3. Ферменты. Витамины. Гормоны.....	14
Глава 4. Обмен веществ и энергии. Цикл Кребса.....	24
Глава 5. Обмен углеводов.....	28
Глава 6. Обмен липидов.....	31
Глава 7. Обмен белков.....	36
Глава 8. Обмен нуклеиновых кислот. Синтез белка.....	40
Рекомендуемая литература.....	43

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания по проверке знаний студентов по курсу биохимии содержат: 1) вопросы для текущего контроля, проводимого на каждом занятии путем фронтального опроса; 2) примеры вопросов с выборочным ответом, которые используются как при текущем, так и рубежном контроле; 4) вопросы для самостоятельной подготовки студентов, охватывающие весь курс биохимии представленные в тех же формулировках, в каких они входят в экзаменационные билеты. Ответы на вопросы не приводятся, так как студенты вполне могут найти их самостоятельно при чтении учебника и лекционного материала.

Вопросы для текущего контроля знаний студентов преследуют следующие цели:

- научить студентов быстро, на слух, воспринимать смысл вопросов и специальные термины;
- повысить внимание и быстроту реакции у студентов;
- помочь студентам самим проверить свои знания;
- показать преподавателю общий уровень подготовки студентов и выявить наиболее трудные для усвоения вопросы;
- проверить, как студенты овладевают лекционным материалом.

В соответствии с этими целями предлагаемые вопросы отвечают следующим требованиям: они простые, конкретны, легко воспринимаются на слух, содержат наиболее важные положения по изучаемой теме, включают новые термины и концепции, еще не вошедшие в учебник, но излагаемые в лекционном материале.

Предлагаемое учебное пособие поможет студентам усвоить достаточно сложный курс биологической химии, успешно сдать коллоквиумы и экзамены, а также повысит их веру в собственные силы и способности.

Вопросы составлены и подготовлены в соответствии с программой по биологической химии и апробированы на кафедре биологической и неорганической химии ФГБОУ ВПО КГАВМ.

Глава 1. АМИНОКИСЛОТЫ. БЕЛКИ

1. Укажите количество белковых аминокислот:

- 1) 25
- 2) 20
- 3) 21
- 4) 18

2. Незаменимыми называются аминокислоты:

- 1) не поступающие в организм с кормами
- 2) не заменяющиеся на другие соединения
- 3) не синтезируемые в организме
- 4) синтезируемые в недостаточном количестве

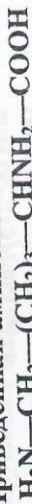
3. Нейтральной аминокислотой является:

- 1) аргинин
- 2) лизин
- 3) валин
- 4) аспарагиновая кислота

4. Биполярный ион моноаминомонокарбоновой аминокислоты заряжен:

- 1) отрицательно
- 2) электронейтрален
- 3) положительно
- 4) отрицательно и положительно

5. Приведенная аминокислота



относится к группе аминокислот:

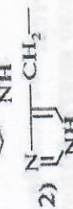
- 1) гидрофобных
- 2) полярных, но незаряженных
- 3) заряженных положительно
- 4) заряженных отрицательно

6. Установить соответствие:

радикалы аминокислот аминокислоты



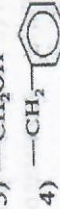
а) гистидин



б) серин



в) фенилаланин



г) триптофан

7. Иминокислотой является:

- 1) глицин
- 2) цистеин
- 3) аргинин
- 4) пролин

8. Аминокислоты, входящие в состав белков, являются:

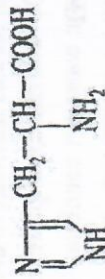
- 1) α-аминопроизводными карбоновых кислот
- 2) β-аминопроизводными карбоновых кислот
- 3) α-аминопроизводными ненасыщенных карбоновых кислот
- 4) производными ВЖК

9. Назвать аминокислоту:



- 1) цистеин
- 2) серин
- 3) метионин
- 4) цистин

10. Назвать аминокислоту:



- 1) триптофан
- 2) тирозин
- 3) гистидин
- 4) метионин

11. Установить соответствие:

Аминокислота	Группы
1) цитруллин	а) моноаминомонокарбоновые
2) цистин	б) диаминомонокарбоновые
3) треонин	в) моноаминодикарбоновые
4) глутаминовая кислота	г) диаминодикарбоновые

12. Серосодержащей аминокислотой является:

- 1) треонин
- 2) цистеин
- 3) триптофан
- 4) метионин

13. В состав белков не входят аминокислоты:

- 1) глутамин
- 2) γ-аминомасляная кислота
- 3) аргинин
- 4) β-аланин

14. Гидрокси группу содержат аминокислоты:

- 1) аланин
- 2) серин
- 3) цистеин
- 4) метионин

15. Состояние белка, когда суммарный заряд молекулы равен =0 называется:

- 1) амфотерным
- 2) изоэлектрическим
- 3) изoeлектронным
- 4) изостатическим

16. Укажите реакции лежащие в основе качественного анализа белков:

- 1) реакция осаждения
- 2) реакция нейтрализации
- 3) цветные реакции
- 4) реакция этерификации

17. При денатурации белка не происходит:

- 1) нарушения третичной структуры
- 2) нарушения вторичной структуры
- 3) гидролиза пептидных связей
- 4) диссоциации субъединиц

18. Наиболее распространенным типом фибриллярного белка у высших животных является:

- 1) фибрин
- 2) коллаген
- 3) кератин
- 4) гемоглабин

19. Аминокислоты аргинин и лизин составляют 20—30% аминокислотного состава белков:

- 1) альбуминов
- 2) проламинов
- 3) глобулинов
- 4) гистонов

20. К медьсодержащим белкам относятся:

- 1) ферритин
- 2) гемосидерин
- 3) лактоферрин
- 4) церулоплазмин

21. Железосодержащими белками являются:

- 1) церулоплазмин
- 2) карбоангидраза
- 3) гемосидерин
- 4) ферритин

22. Трехвалентное железо содержится:

- 1) в дезоксигемоглобине
- 2) в карбоксигемоглобине
- 3) в метгемоглобине
- 4) в оксигемоглобине

23. Белки выполняют различные функции, кроме:

- 1) структурной
- 2) каталитической
- 3) регуляторной
- 4) генетической

24. Денатурация белков происходит в результате:

- 1) дегградации первичной структуры
- 2) агрегации белковых глобул
- 3) изменений пространственных структур
- 4) диссоциации субъединиц

25. Белки, состоящие, более чем из одной субъединицы называются:

- 1) полимерными
- 2) олигомерными
- 3) синтетическими
- 4) полифункциональными

26. Назовите класс простых белков участвующих в поддержании онкотического давления:

- 1) глотелины
- 2) глобулины
- 3) гистоны
- 4) альбумины

27. В молекулах белков не встречаются:

- 1) глобулярная структура
- 2) доменная структура
- 3) нуклеосома
- 4) α -спираль

28. Укажите, что необходимо сделать для подведения кислого белка в изoeлектрическое состояние?

- 1) добавить растворов кислоты
- 2) добавить растворов щелочи
- 3) добавить дистиллированной воды
- 4) добавить раствор сахара

29. Выберите правильное объяснение механизма образования пептидной связи:

- 1) взаимодействие карбоксильных групп аминокислот с выделением воды
- 2) взаимодействие аминных групп аминокислот с выделением аммиака
- 3) взаимодействие карбоксильной группы одной и α -аминогруппы другой с выделением воды
- 4) взаимодействие R групп аминокислот с выделением воды

30. Выберите определение первичной структуры белка:

- 1) линейная структура полипептидной цепи, образованная ковалентными связями между радикалами аминокислот
- 2) порядок чередования аминокислот, соединенных пептидными связями в белке
- 3) структура полипептидной цепи, стабилизированная водородными связями между атомами пептидного остова
- 4) аминокислотная последовательность, образованная межмолекулярным взаимодействием

31. В формировании второй структуры участвуют:

- 1) водородные связи между R группами аминокислот
- 2) водородные связи между пептидными группами
- 3) ковалентные связи между R группами аминокислот
- 4) ковалентные связи между пептидными группами

32. Выберите наиболее подходящее определение к сложным белкам.

- 1) белки, построенные из 100 и более аминокислот
- 2) белки, состоящие из 2-х и более полипептидов
- 3) белки, состоящие из белковой и небелковой части
- 4) белки, представленные в четвертичной структуре

33. Установите, соответствие между методами изучения белков и их предназначениями:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) методы электрофореза | а) качественное открытие |
| 2) высаливание белков | б) фракционирование |
| 3) биуретовая реакция | в) количественное определение |
| 4) рефрактометрический анализ | |

34. Изoeлектрическая точка белка – это:

- 1) значение pH среды, при котором наступает изoeлектрическое состояние
- 2) значение pH среды, при котором наступает денатурация белка
- 3) значение t среды, при котором наступает денатурация белка
- 4) значение t среды, при котором происходит кипение раствора белка без осаждения

35. Установите соответствие между классами сложных белков и их протетическими группами:

- | | |
|-------------------|------------------------|
| 1) липопротеиды | а) гем |
| 2) нуклеопротеиды | б) углеводы |
| 3) гликопротеиды | в) липиды |
| 4) гемопротеиды | г) нуклеиновые кислоты |

Глава 2. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

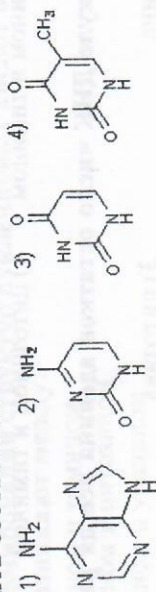
1. К пириимидиновым основаниям относятся:

- 1) гуанин
- 2) цитозин
- 3) аденин
- 4) урацил

2. Назовите пуриновые азотистые основания:

- 1) тимин
- 2) гуанин
- 3) цитозин
- 4) аденин

3. Установить соответствие:



- | | |
|------------|-----------|
| а) цитозин | в) тимин |
| б) урацил | г) аденин |

4. В состав нуклеотидов РНК не входит азотистое основание:

- 1) тимин
- 2) цитозин
- 3) гуанин
- 4) урацил

5. В состав нуклеозида входит:

- 1) азотистое основание
- 2) азотистое основание и пентоза
- 3) пентоза и остаток фосфорной кислоты
- 4) пентоза

6. В состав нуклеотида входит:

- 1) азотистое основание
- 2) азотистое основание и пентоза
- 3) азотистое основание, пентоза и остаток фосфорной кислоты
- 4) пентоза и остаток фосфорной кислоты

7. В нуклеотидах азотистое основание и пентоза соединены связью:

- 1) 2',5'-фосфодиэфирными
- 2) 2',3'-фосфодиэфирными
- 3) 3',5'-фосфодиэфирными
- 4) N-гликозидными

8. Согласно правилу комплементарности Чаргаффа водородные связи в молекуле ДНК замыкаются между:

- 1) аденином и гуанином
- 2) аденином и тиминном
- 3) урацилом и аденином
- 4) цитозином и тиминном

9. При формировании структур нуклеиновых кислот водородные связи не возникают между:

- 1) аденином и гуанином
- 2) аденином и тиминном
- 3) урацилом и аденином
- 4) цитозином и тиминном

10. В молекуле ДНК число остатков аденина всегда равно числу остатков:

- 1) тимина
- 2) урацила
- 3) цитозина
- 4) дегидроурацила

11. В молекуле ДНК число остатков гуанина всегда равно числу остатков:

- 1) гуанин
- 2) тимина
- 3) урацила
- 4) цитозина

12. Полинуклеотидные цепи в двухспиральной молекуле ДНК удерживаются:

- 1) коориднационными связями
- 2) ионными связями
- 3) водородными связями
- 4) гидрофобными взаимодействиями

13. В формировании третичной структуры ДНК у эукариот участвуют белки:

- 1) протамины
- 2) гистоны
- 3) глобулины
- 4) глобулины

14. Вторичная структура тРНК имеет форму:

- 1) линейную
- 2) «локтевого сгиба»
- 3) «клеверного листа»
- 4) спиральную

15. В продуктах полного гидролиза нуклеиновых кислот отсутствуют:

- 1) азотистые основания
- 2) гексозы
- 3) пентозы
- 4) фосфорные кислоты

16. При формировании структур нуклеиновых кислот водородные связи не возникают между:

- 1) аденином и тиминном
- 2) гуанином и цитозином
- 3) аденином и урацилом
- 4) гуанином и аденином

17. Процесс синтеза и-РНК на матрице ДНК называется:

- 1) репликация
- 2) рекогниция
- 3) транскрипция
- 4) трансляция

18. Информационная РНК – это:

- 1) полинуклеотидная цепь, на которую переписывается по правилу комплементарности информация с определенного участка ДНК
- 2) полинуклеотидная цепь, которая в комплексе с белками входит в состав рибосом и непосредственно связана с реализацией генетической информации
- 3) полинуклеотидная цепь, которая с помощью антикодона переносит аминокислоту, зашифрованную на ДНК
- 4) полинуклеотидная цепь, которая в комплексе с белками непосредственно связана с реализацией генетической информации при синтезе пептидных связей

19. Рибосомальная РНК – это:

- 1) полинуклеотидная цепь, которая является инструкцией для сборки пептидной цепи на рибосоме
- 2) полинуклеотидная цепь, которая в комплексе с белками непосредственно связана с реализацией генетической информации при синтезе пептидных связей
- 3) структурные компоненты большой и малой субъединиц рибосом
- 4) структура, обеспечивающая специфическую реакцию синтеза макромолекул в клетке

20. Подберите к каждой группе (А, Б, В) соответствующие им соединения (а, б, в, ...):

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| А. Нуклеозид | 1) аденин |
| | 2) цитидин 5'-монофосфат |
| Б. Азотистое основание | 3) гуанин |
| | 4) аденозин |
| В. Нуклеотид | 5) уридин |
| | 6) тимидин 5'-монофосфат |

Глава 3. ФЕРМЕНТЫ. ВИТАМИНЫ. ГОРМОНЫ

1. Иммобилизация ферментов осуществляется:

- 1) путем химической связи фермента с твердым носителем
- 2) путем адсорбции фермента на поверхности твердого носителя
- 3) путем растворения фермента в органических растворителях
- 4) путем лиофильной сушки

2. Установить соответствие между ферментом и катализируемой реакцией:

- | | |
|----------------------|--------------------------------------|
| 1) протейназа | а) расщепляет H_2O_2 |
| 2) протейнкиназа | б) фосфорилирует белок |
| 3) каталаза | в) гидролизует 1,4-гликозидные связи |
| 4) α -амилаза | г) гидролизует пептидные связи |

3. Простые ферменты состоят из:

- 1) аминокислот
- 2) аминокислот и углеводов
- 3) липидов
- 4) аминокислот и небелковых компонентов

4. Скорость ферментативной реакции зависит от:

- 1) концентрации фермента
- 2) молекулярной массы субстрата
- 3) молекулярной массы фермента
- 4) молекулярной гетерогенности фермента

5. К кофакторам относятся:

- 1) пируват
- 2) NAD^+
- 3) глюкоза
- 4) тирозин

6. Установить соответствие:

- | Класс фермента | Ферменты |
|----------------|--------------------|
| 1) 1 | а) трансферазы |
| 2) 2 | б) лиазы |
| 3) 3 | в) оксидоредуктазы |
| 4) 4 | г) лигазы |
| 5) 5 | д) гидролазы |
| 6) 6 | е) изомеразы |

7. При взаимодействии фермента с субстратом конформационные изменения характерны для:

- 1) фермента
- 2) фермента и субстрата
- 3) субстрата
- 4) активного центра

8. Активный центр сложных ферментов формируется из:

- 1) одной аминокислоты
- 2) остатков нескольких аминокислот
- 3) остатков нескольких аминокислот и небелковых компонентов
- 4) небелковых компонентов

9. При иммобилизации ферментов на нерастворимых носителях появляется возможность:

- 1) увеличить активность ферментов
- 2) получить продукт реакции, не загрязненный ферментным белком
- 3) уменьшить время протекания ферментативной реакции
- 4) увеличить время протекания ферментативной реакции

10. При заболеваниях поджелудочной железы наблюдается дефицит фермента:

- 1) альдолазы
- 2) липазы
- 3) пепсина
- 4) трансаминазы

11. Для определения глюкозы применяют фермент:

- 1) глюкозо-6-фосфатазу
- 2) гликозилтрансферазу
- 3) глюкозооксидазу
- 4) глюкокиназу

12. Какие связи разрушаются под действием амилазы?

- 1) пептидные
- 2) эфирные
- 3) гликозидные
- 4) водородные

12. Сравните ферменты с неорганическими катализаторами:

А – сходство

с неорганическими катализаторами

- 1) не расходятся в ходе реакции
- 2) обладают высокой каталитической активностью

Б – отличия

от неорганических катализаторов

- 3) действуют в мягких условиях (Т, рН)
- 4) обладают высокой специфичностью действия

13. Сравните конкурентное и неконкурентное виды ингибирования:

А – конкурентное

ингибирование

- 1) ингибитор присоединяется в активном центре
- 2) ингибитор не имеет структурного сходства с субстратом

Б – неконкурентное

ингибирование

- 3) ингибитор связывается в аллостерическом центре
- 4) снимается избытком субстрата

15. Ферменты, участвующие в разрыве –С-С-связей без участия воды, относятся к классу:

- 1) лиаз
- 2) лигаз
- 3) трансфераз
- 4) гидролаз

16. Класс ферментов указывает на:

- 1) конформацию фермента
- 2) тип кофермента
- 3) тип химической реакции, катализируемой данным ферментом
- 4) строение активного центра фермента

17. К классу оксидоредуктаз относятся:

- 1) цитохромоксидаза
- 2) глюкокиназа
- 3) каталаза
- 4) эндопептидаза

18. К специфической регуляции активности ферментов относятся:

- 1) влияние температуры
- 2) влияние pH
- 3) влияние гормонов
- 4) влияние ионной силы

19. Механизм действия конкурентных ингибиторов, заключается в том, что ингибитор:

- 1) вызывают денатурацию фермента
- 2) изменяют пространственную конформацию активного центра
- 3) блокируют активный центр
- 4) окисляют сульфгидрильные группы фермента

20. Изоферменты – это:

- 1) ферменты, отличающиеся по физико-химическим свойствам, катализирующие одну и ту же реакцию
- 2) мультимеры, обладающие одинаковыми физико-химическими свойствами
- 3) ферменты, катализирующие разные химические реакции
- 4) ферменты, способные катализировать несколько химических реакций

21. Неактивной формой протеолитических ферментов является:

- 1) апофермент
- 2) профермент
- 3) кофермент
- 4) изофермент

22. Ферменты, транспортирующие электроны, относятся к классу:

- 1) трансферазы
- 2) оксидоредуктазы
- 3) гидролазы
- 4) лигазы

23. Оптическая специфичность – это:

- 1) способность фермента действовать на определенные связи в большом количестве субстратов
- 2) способность фермента воздействовать на определенный участок субстрата
- 3) способность фермента катализировать превращение одного изомера субстрата
- 4) способность фермента катализировать реакции одного типа

24. Сравните взаимодействие фермента с субстратом и эффектором:

- | | |
|---------------------|---|
| А – субстрат | 1) связывание вызывает конформационные изменения фермента |
| Б – аллостерический | 2) связывается с регуляторным центром |
| эффектор | 3) всегда является низкомолекулярным соединением |
| | 4) претерпевает структурные изменения в ходе катализа |

25. Производные каких витаминов могут быть кофакторами оксидоредуктаз:

- 1) B₁
- 2) B₂
- 3) B₅
- 4) B₆

26. Что называется активным центром фермента?

- 1) участок фермента, обеспечивающий присоединение субстрата и его превращение
- 2) место присоединения апофермента к коферменту
- 3) часть молекулы фермента, которая легко отщепляется от апофермента
- 4) место присоединения аллостерического эффектора

27. Какой фермент осуществляет гидролитический распад дисахарида?

- 1) липаза
- 2) лактаза
- 3) амилаза
- 4) пептидаза

28. Как называется вещество, с которым взаимодействует фермент?

- 1) апофермент
- 2) кофермент
- 3) изоэнзим
- 4) субстрат

29. С белковой частью фермента непрочно связан:

- 1) простетическая группа
- 2) кофермент
- 3) апофермент
- 4) изофермент

30. В качестве структурных элементов изопrenoидные фрагменты содержат витамины:

- 1) эргокальциферол
- 2) токоферол
- 3) ретинол
- 4) аскорбиновую кислоту

31. α - γ Диокси- β , β -диметил- β -аланинмасляной кислотой является:

- 1) пантотеновая кислота
- 2) биотин
- 3) пангамовая кислота
- 4) аскорбиновая кислота

32. Производными стеролов являются:

- 1) цианкобаламин
- 2) эргокальциферол
- 3) холекальциферол
- 4) токоферол

33. Одним из наиболее эффективных природных антиоксидантов является:

- 1) филлохинон
- 2) холекальциферол
- 3) ретинол
- 4) токоферол

34. Для нормального световосприятия необходим:

- 1) ретинол
- 2) токоферол
- 3) пиридоксаль
- 4) биотин

35. Антигеморрагическим действием обладает витамин:

- 1) эргокальциферол
- 2) ретинол
- 3) филлохинон
- 4) аскорбиновая кислота

36. Составной частью коэнзима А является:

- 1) п-аминобензойная кислота
- 2) оротовая кислота
- 3) пиридоксин
- 4) пантотеновая кислота

37. Ксерофтальмию вызывает дефицит в организме витамина:

- 1) аскорбиновой кислоты
- 2) тиамин
- 3) ретинола
- 4) токоферола

38. Витамин B₆ входит в состав следующих ферментов:

- 1) метилтрансфераз
- 2) глутаматдегидрогеназы
- 3) аминотрансфераз
- 4) декарбоксилаз

39. Витамин B₃ входит в состав:

- 1) дегидрогеназ
- 2) мутаз
- 3) ацил-CoA-трансфераз
- 4) метилтрансфераз

40. Основная функция витамина B₆:

- 1) перенос ацильных групп
- 2) перенос аминогрупп, декарбоксилирование аминокислот
- 3) перенос карбоксильных групп
- 4) перенос метильных групп

41. Основная функция витамина B₂:

- 1) карбоксилирование субстрата
- 2) декарбоксилирование субстрата
- 3) перенос ацильных групп
- 4) перенос метильных групп

42. Основная функция витамина В1:

- 1) участие в процессах дезаминирования
- 2) участие в процессах окисления
- 3) перенос ацильных групп
- 4) участие в процессе окислительного декарбоксилирования кетокислот

43. Витамин С принимает участие:

- 1) в структуре дыхательной цепи
- 2) в регуляции водно-солевого обмена
- 3) в реакциях дегидрирования и декарбоксилирования
- 4) в окислительно-восстановительных процессах, гидроксилировании аминокислот и стероидных гормонов

44. Витамин В2 является составной частью кофермента:

- 1) флавинадениндинуклеотида
- 2) никотинадениндинуклеотида
- 3) биотина
- 4) пиридоксальфосфата

45. Витамин В3 является кофактором:

- 1) ФАД-зависимых дегидрогеназ.
- 2) НАД-зависимых дегидрогеназ.
- 3) трансаминаз.
- 4) декарбоксилаз.

46. Основной функцией гормонов является:

- 1) защитная
- 2) каталитическая
- 3) регуляторная
- 4) транспортная

47. Координирующим центром эндокринной системы является:

- 1) гипофиз
- 2) гипоталамус
- 3) спинной мозг
- 4) тимус

48. Роль гормонов передней доли гипофиза заключается:

- 1) в регуляции функций периферических эндокринных желез
- 2) в ингибировании секреции релизинг-факторов
- 3) в активации выработки статинов
- 4) в регуляции функции задней доли гипофиза

49. К гормонам белковой природы относятся:

- 1) трипторин
- 2) адреналин
- 3) тироксин
- 4) глюкагон

50. Инсулин представляет собой:

- 1) производное ненасыщенных жирных кислот
- 2) производное аминокислоты тирозина
- 3) низкомолекулярный белок
- 4) гликопептид

51. Иод входит в состав:

- 1) глюкагона
- 2) паратормона
- 3) кальцитонина
- 4) тироксина

52. К стероидным гормонам относятся:

- 1) кальцитонин
- 2) вазопрессин
- 3) окситоцин
- 4) тестостерон

53. К гормонам, производным ароматических аминокислот, относятся:

- 1) эстрадиол
- 2) тироксин
- 3) секретин
- 4) норадреналин

54. В поджелудочной железе синтезируются:

- 1) тироксин
- 2) глюкагон
- 3) окситоцин
- 4) инсулин

55. В регуляции обмена электролитов принимает участие:

- 1) инсулин
- 2) норадреналин
- 3) альдостерон
- 4) прогестерон

56. Содержание кальция и фосфора в крови регулируют:

- 1) паратгормон
- 2) кальцитонин
- 3) адренокортикотропин
- 4) эстрадиол

57. Гормоны пептидной природы синтезируются:

- 1) в коре надпочечников
- 2) в мозговом слое надпочечников
- 3) в семенниках
- 4) в гипофизе

58. Стероидные гормоны синтезируются:

- 1) в поджелудочной железе
- 2) в мозговом слое надпочечников
- 3) в семенниках
- 4) в коре надпочечников

59. Биосинтез кортикостероидов стимулирует:

- 1) адренокортикотропин
- 2) кортикостерон
- 3) кальцитонин
- 4) инсулин

60. Синтез гормонов щитовидной железы активирует:

- 1) кортикотропин
- 2) соматотропин
- 3) тиреотропин
- 4) окситоцин

Глава 4. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ЦИКЛ КРЕБСА

1. Конечными продуктами обмена веществ являются:

- 1) ацетил-КоА
- 2) мочевины
- 3) H_2O
- 4) CO_2

2. Указать, какое соединение не относится к макроэргическим:

- 1) фосфоеноилпируват
- 2) аденозинтрифосфат
- 3) 1,3-дифосфоглицерат
- 4) цитидинтрифосфат

3. Синтез АТФ в клетках эукариот протекает на:

- 1) внутренней мембране митохондрий
- 2) мембранах ЭПР
- 3) наружной мембране митохондрий
- 4) плазматической мембране

4. Первичными акцепторами электронов от окисляемого субстрата к молекулярному кислороду являются:

- 1) коэнзим Q
- 2) цитохром- a
- 3) пиридинзависимые дегидрогеназы
- 4) цитохром - b

5. Пиридинзависимые дегидрогеназы в качестве кофермента содержат:

- 1) гем
- 2) ФМН
- 3) $НАД^+$
- 4) ФАД

6. В состав НАД входят:

- 1) амид никотиновой кислоты
- 2) изоаллоксазин
- 3) АМФ
- 4) рибитол

7. Простетической группой первичных акцепторов водорода флавиновых дегидрогеназ является:

- 1) $НАД\Phi^+$
- 2) ФАД
- 3) ФМН
- 4) НАД

8. В состав протестических групп флавиновых дегидрогеназ входят витамины:

- 1) B₁
- 2) B₂
- 3) B₅
- 4) B₃

9. Активной частью молекулы ФАД или ФМН является:

- 1) пиримидин
- 2) пиридин
- 3) изоаллоксазин
- 4) аденин

10. Синтез АТФ за счет энергии, выделяющейся при переносе электронов от окисляемого субстрата к молекулярному кислороду, называют:

- 1) субстратным фосфорилированием
- 2) окислительным фосфорилированием
- 3) фотофосфорилированием
- 4) субстратным окислением

11. Количество энергии, выделяющейся при переносе электронов от ФАДН₂ к молекулярному кислороду, обеспечивает синтез АТФ:

- 1) 3
- 2) 2
- 3) 1
- 4) 8

12. ЦТК поставляет в дыхательную цепь следующие субстраты:

- 1) НАДФН₂
- 2) НАДН₂
- 3) ФМНН₂
- 4) ФАДН₂

13. Биологическая роль ЦТК:

- 1) образование воды как конечного продукта;
- 2) образование субстратов для цепи переноса электронов;
- 3) образование субстратов для реакций анаболизма;
- 4) образование CO₂ как конечного продукта метаболизма

14. Какие кофакторы способны обратимо фиксировать два протона?

- 1) КоА
- 2) НАД
- 3) ФАД
- 4) железо в цитохромах

15. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи митохондрий – это:

- 1) образование АТФ, не требующее расхода кислорода;
- 2) образование АТФ, сопряженное с переносом электронов по дыхательной цепи;
- 3) окисление АТФ в дыхательной цепи;
- 4) распад АТФ до АДФ и фосфорной кислоты.

16. Присоединение остатка фосфорной кислоты к молекуле АДФ называется реакцией

- 1) фосфорилирования
- 2) полимеризации
- 3) гидролиза
- 4) гидрирования

17. Коэнзим А выполняет функцию переносчика:

- 1) металлической группы
- 2) ацильных групп
- 3) формильной группы
- 4) аминогруппы

18. В цикле трикарбоновых кислот декарбоксилированию подвергаются субстраты:

- 1) изоцитрат
- 2) α-кетоглутарат
- 3) фумарат
- 4) цитрат

19. Гидратация субстрата в цикле трикарбоновых кислот происходит в реакции превращения:

- 1) цитрата в цисаконитат
- 2) сукцинил-коэнзим А в сукцинат
- 3) фумарата в малат
- 4) оксалоацетата в цитрат

20. В цикле Кребса образуются:

- 1) 3 НАД, 1 ФАД, 1 АТФ
- 2) 3 АТФ, 3 НАДН₂
- 3) 3 НАДН₂, 1 ФАДН₂, 1 ГТФ
- 4) 12 АТФ, 3 НАД, 2 ФАД

Глава 5. ОБМЕН УГЛЕВОДОВ

1. Основными углеводами источниками в кормах являются

- 1) эластин
- 2) целлюлоза
- 3) коллаген
- 4) крахмал

2. Все известные амилазы ЖКТ осуществляют расщепление:

- 1) α -1,6-гликозидных связей
- 2) α -1,4-гликозидных связей
- 3) β -1,6-гликозидных связей
- 4) β -1,4-гликозидных связей

3. Расщепление α (1-6)-гликозидной связи в полисахаридах катализируется ферментами:

- 1) гликогенфосфорилазы
- 2) α -(1-6)-гликозидазой
- 3) α -(1-6)-глюкантрансферазой
- 4) α -амилазой

4. Глюкозо-6-фосфат образуется в результате реакций:

- 1) изомеризации фруктозо-6-фосфата под действием глюкозо-6-фосфатизомеразы
- 2) окисления 6-фосфоглюконата
- 3) расщепления гликогена при действии гликогенфосфорилазы
- 4) взаимодействия глюкозы и АТФ в присутствии фермента глюкокиназы или гексокиназы

5. В процессе гликолиза АТФ расходуется в реакциях образования:

- 1) фруктозо-6-фосфата
- 2) фруктозо-1,6-дифосфата
- 3) глюкозо-6-фосфата
- 4) 3-фосфоглицеральдегида

6. В процессе гликолиза АТФ образуются в реакциях превращения:

- 1) 1,3-дифосфоглицерата
- 2) 2-фосфоенолпирувата
- 3) 3-фосфоглицерата
- 4) 3-фосфоглицеральдегида

7. Образование этанола из пирувата при спиртовом брожении катализируют ферменты:

- 1) пируватдекарбоксилаза
- 2) глицеральдегидфосфатдегидрогеназа
- 3) фосфоглицераткиназа
- 4) алкогольдегидрогеназа

8. Гликогенфосфорилаза катализирует реакцию:

- 1) образования свободной глюкозы
- 2) расщепления α -(1 \rightarrow 6)-гликозидной связи
- 3) образования глюкозо-1-фосфата
- 4) образования глюкозо-6-фосфата

9. Укажите две реакции субстратного фосфорилирования в гликолизе:

- 1) фосфофруктокиназная и дифосфоглицераткиназная;
- 2) дифосфоглицераткиназная и пируваткиназная;
- 3) гексокиназная и пируваткиназная;
- 4) фосфофруктокиназная и гексокиназная.

10. Конечным продуктом гликолитического распада глюкозы в анаэробных условиях является:

- 1) пировиноградная кислота;
- 2) ацетил-KoA;
- 3) молочная кислота;
- 4) CO_2 и H_2O .

11. Инсулин вызывает снижение глюкозы в крови, так как:

- 1) повышает проницаемость мембраны, стимулирует гликогенолиз
- 2) усиливает синтез гликогена и понижает утилизацию глюкозы в тканях
- 3) повышает проницаемость мембран, усиливает синтез гликогена
- 4) активизирует гликогенолиз и стимулирует образование жиров и белков из углеводов

12. Углеводы в желудочно-кишечном тракте человека расщепляются ферментами класса:

- 1) оксидоредуктаз
- 2) трансфераз
- 3) лиаз
- 4) гидролаз

13. Какие углеводы могут подвергаться ферментативному превращению в ротовой полости?

- 1) глюкоза
- 2) крахмал
- 3) сахароза
- 4) гликоген

14. Какие ферменты необходимы для полного расщепления крахмала до мономеров?

- 1) сахараза
- 2) α -амилаза слюны
- 3) пепсин
- 4) мальтаза

15. Какой фермент катализирует распад гликогена в ткани до глюкозо-1-фосфат:

- 1) фосфодиэстераза
- 2) фосфатаза
- 3) фосфоорилаза
- 4) фосфогексокиназа

16. При полном окислении D-глюкозы образуется всего АТФ:

- 1) 12
- 2) 24
- 3) 36
- 4) 38

17. Биологическая роль пентозофосфатного пути окисления глюкозы:

- 1) источник фосфопентоз
- 2) источник восстановителя НАДФН₂
- 3) поддерживает уровень железа в крови
- 4) поддерживает уровень глюкозы в крови

18. Что из перечисленного является продуктом гликолиза?

- 1) этиловый спирт
- 2) молочная кислота
- 3) пировиноградная кислота
- 4) уксусная кислота

19. Глюконеогенез представляет собой:

- 1) синтез глюкозы из гликогена
- 2) синтез глюкозы из неуглеводных соединений
- 3) распад гликогена в аэробных условиях
- 4) распад глюкозы в анаэробных условиях

20. Пути превращения пирувата в клетках животных:

- 1) всегда в лимонную кислоту
- 2) всегда в ацетил Ко-А
- 3) только в этиловый спирт
- 4) в ацетил Ко-А и лактат, в зависимости от условий

Глава 6. ОБМЕН ЛИПИДОВ

1. Ацилглицеролы относятся к группе:

- 1) глицерофосфолипидов
- 2) нейтральных липидов
- 3) гликолипидов
- 4) восков

2. Сложные липиды наряду с остатками многоатомных спиртов и высших жирных кислот содержат:

- 1) полиизопrenoиды
- 2) пептиды
- 3) азотсодержащие соединения, фосфорную кислоту, углеводы
- 4) полиаминополикарбоновые кислоты

3. Липиды в комплексе с белками входят в состав:

- 1) синтетазы высших жирных кислот
- 2) рибонуклеопротеидных комплексов
- 3) биомембран клетки
- 4) мультиферментных комплексов

4. Наибольшее количество сфинголипидов содержится в мембранах клеток:

- 1) жировой ткани
- 2) нервной ткани
- 3) селезенки
- 4) легких

5. Стероиды являются производными:

- 1) фенантрена
- 2) циклопентанпергидрофенатрена
- 3) циклопентана
- 4) пергидрофенантрена

6. Сложноэфирные связи в молекулах триацилглицеролов подвергаются ферментативному гидролизу при участии:

- 1) фосфолипазы
- 2) липазы
- 3) неспецифической эстеразы
- 4) ацетилхолинэстеразы

7. В образовании парных желчных кислот участвуют:

- 1) таурин
- 2) серин
- 3) глицин
- 4) аланин

8. С участием желчных кислот происходит:

- 1) всасывание моносахаридов
- 2) эмульгирование липидов
- 3) активация амилазы
- 4) всасывание высших жирных кислот

9. Гидролиз триацилглицеролов панкреатической липазой происходит:

- 1) одновременно гидролизуются все 3 связи
- 2) постадийно, вначале 1 связь, затем 2 и 3
- 3) постадийно, вначале 1 и 3 связи, затем 2
- 4) постадийно, вначале 2 связь, затем 1 и 3

10. Образование хиломикронов локализовано:

- 1) в клетках эпителия кишечника
- 2) в печени
- 3) в крови
- 4) в селезенке

11. Основной путь катаболизма высших жирных кислот:

- 1) восстановление
- 2) β -окисление
- 3) α -окисление
- 4) декарбоксилирование

12. Окисление жирных кислот локализовано:

- 1) в цитозоле
- 2) в межмембранном пространстве митохондрий
- 3) в матриксе митохондрий
- 4) в эндоплазматическом ретикулуме

13. Транспорт активированных жирных кислот из цитозоля в митохондриях осуществляется главным образом с помощью:

- 1) карнитина
- 2) цитрата
- 3) малата
- 4) фумарата

14. Указать фермент:



- 1) ацетилтрансфераза
- 2) ацил-KoA-синтаза
- 3) ацил-KoA-трансфераза
- 4) ацетил-KoA-ацилтрансфераза

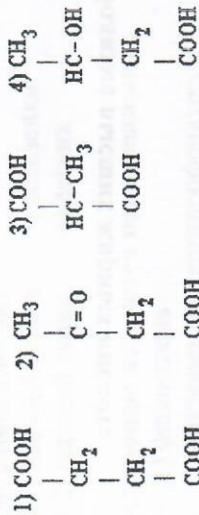
15. Установить последовательность реакций β -окисления жирных кислот:

- 1) тиолазная реакция
- 2) второе дегидрирование
- 3) первое дегидрирование
- 4) гидратация

16. Количество АТФ, образующихся при полном окислении пальмитиновой кислоты до CO_2 и H_2O :

- 1) 130
- 2) 147
- 3) 131
- 4) 96

17. К кетонovým телам относятся:



18. Глицерин, независимо от пути его дальнейшего превращения в организме, прежде всего:

- 1) окисляется
- 2) восстанавливается
- 3) фосфорилируется
- 4) ацилируется

19. Фосфатидная кислота синтезируется в процессе:

- 1) фосфорилирования глицерола
- 2) восстановления диоксиацетона
- 3) гидролиза сложных эфиров
- 4) ацилирование глицерол-3-фосфата

20. Покажите последовательность реакций витка спирали β -окисления жирных кислот:

- 1) образование ацил-KoA и ацетил-KoA
- 2) образование еноил-KoA
- 3) образование β -кетоацил-KoA
- 4) образование β -оксиацил-KoA

21. Вещества, обозначенные цифрами образуются при переваривании:

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| А – жиров. | 1) сфингозин |
| Б – фосфоацилглицеринов. | 2) моноацилглицерины. |
| В – обоих соединений. | 3) жирные кислоты. |
| Г – ни одного из соединений. | 4) фосфорная кислота. |

22. Холестерин в живом организме используется для:

- 1) синтеза стероидных гормонов
- 2) синтеза жирных кислот
- 3) синтеза желчных кислот
- 4) построение мембран

Глава 7. ОБМЕН БЕЛКОВ

1. Биологическая ценность пищевого белка зависит от:

- 1) порядка чередования аминокислот
- 2) присутствия незаменимых аминокислот
- 3) аминокислотного состава
- 4) присутствия заменимых аминокислот

2. Установить соответствие:

азотистый баланс физиологическое состояние

- 1) положительный а) тяжелое заболевание
- 2) отрицательный б) беременность
- 3) азотистое равновесие в) старение
- д) растущий организм

3. Расщепление белков в желудке катализируется:

- 1) трипсином
- 2) пепсином
- 3) химотрипсином
- 4) эластазой

4. Расщепление пептидов до свободных аминокислот в тонком кишечнике завершают:

- 1) трипсин
- 2) химотрипсин
- 3) трипептидаза
- 4) дипептидаза

5. Установить соответствие:

аминокислота продукт распада аминокислоты

микрофлорой кишечника

- 1) орнитин а) метилмеркаптан
- 2) цистеин б) фенол
- 3) тирозин в) кадаверин
- 4) лизин г) путресцин

6. Активно в физиологических условиях у млекопитающих протекает окислительное дезаминирование только:

- 1) D-аланина
- 2) L-серина
- 3) L-глутаминовой кислоты
- 4) L-треонина

7. Установить соответствие:

продукт гниения белка в кишечнике

название



а) крезол



б) скатол



в) индол



г) фенол

9. При внутримолекулярном дезаминировании аминокислот образуются:

- 1) предельные кислоты
- 2) гидроксикислоты
- 3) непредельные кислоты
- 4) кетокислоты

10. Трансаминирование — процесс межмолекулярного переноса аминогруппы от:

- 1) γ-аминокислоты на α-кетокислоту
- 2) α-аминокислоты на α-гидроксикислоту
- 3) амина на α-кетокислоту
- 4) амина на α-гидроксикислоту

11. Непрямое дезаминирование аминокислоты катализируется ферментами:

- 1) аминотрансферазой
- 2) 3) α-декарбоксилазой
- 3) L-оксидазой
- 4) глутаматдегидрогеназой

12. Биогенные амины образуются из аминокислот в результате реакции:

- 1) ω-декарбоксилирования
- 2) α-декарбоксилирования
- 3) декарбоксилирования, сочетанного с реакцией трансаминирования
- 4) декарбоксилирования, сочетанного с реакцией конденсации

13. Регенерация орнитина в цикле синтеза мочевины происходит в реакции, катализируемой:

- 1) аргининсукцинатсинтазой
- 2) аргиназой
- 3) аргининсукцинатлиазой
- 4) орнитинкарбамоил-трансферазой

14. Установить последовательность этапов в орнитиновом цикле мочевинообразования:

- 1) синтез карбамоилфосфата
- 2) синтез аргинина
- 3) синтез аргининсукцината
- 4) образование мочевины

15. Нейтрализация ядовитых веществ в печени происходит с образованием парных соединений:

- 1) крезолсерная кислота
- 2) фенолглюкуроновая кислота
- 3) глюкоза - 6 фосфат
- 4) фруктоза - фосфат

16. Белки являются полноценными:

- 1) если содержат все незаменимые аминокислоты в необходимых соотношениях
- 2) если не содержат незаменимые аминокислоты
- 3) если содержат все заменимые аминокислоты
- 4) если богаты аланином

17. Механизм активации пептидаз в желудочно-кишечном тракте:

- 1) фосфорилирование пептидаз
- 2) отщепление пептида с N-конца пептидаз
- 3) изменение первичной структуры пептидаз
- 4) образование связи пептидазы с кофактором

18. Биологическая ценность белков определяется:

- 1) оптимальным количеством белка в диете
- 2) оптимальным количеством аминокислот
- 3) наличием всех незаменимых аминокислот
- 4) оптимальным соотношением аминокислот

19. Что такое "азотистый баланс"?

- 1) количественная разница поступивших в организм и выведенных из организма аминокислот
- 2) количественная разница между введенным с пищей азотом и выведенным в виде конечных продуктов азотистого обмена
- 3) количественная оценка поступающих в организм полноценных и неполноценных белков
- 4) количественная оценка поступающего в организм азота

20. Какие из соединений являются конечными продуктами обезвреживания аммиака:

- 1) глутамин
- 2) глутамат
- 3) хлорид аммония
- 4) карбомамилфосфат

Глава 8. ОБМЕН НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ. БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

1. Молекула ДНК выполняет функции:

- 1) хранения генетической информации
- 2) переноса генетической информации из ядра в цитоплазму
- 3) воспроизведения генетической информации
- 4) передачи генетической информации в процессе трансляции

2. Установить соответствие:

этап переноса генетической информации	матрица
---------------------------------------	---------

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1) репликация | а) мРНК |
| 2) транскрипция | б) одна цепь ДНК |
| 3) трансляция | в) две цепи ДНК |
| 4) амплификация | г) одна цепь РНК |

3. Установить соответствие:

особенности протекания	процесс
------------------------	---------

- | | |
|--|-----------------|
| 1) матрицей является одна из нитей ДНК | а) репликация |
| 2) матрицей являются обе нити ДНК | б) репарация |
| 3) субстратами служат дезоксирибонуклеозидтрифосфаты | в) транскрипция |
| 4) матрицей служит цепь ДНК | г) амплификация |

4. Синтез нуклеиновых кислот происходит из:

- 1) нуклеозидмонофосфатов
- 2) нуклеозиддифосфатов
- 3) нуклеозидтрифосфатов
- 4) дезоксирибонуклеозидтрифосфатов

7. Процесс транскрипции осуществляет фермент:

- 1) ДНК-полимераза III
- 2) рибонуклеаза II
- 3) РНК-полимераза
- 4) пептидил-трансфераза

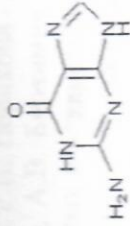
8. Аминоцил-тРНК синтетазы не имеют центров связывания для:

- 1) мРНК
- 2) тРНК
- 3) рРНК
- 4) аминокислоты

9. Нуклеиновые кислоты расщепляются ферментами:

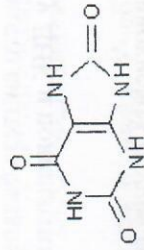
- 1) пептидазами
- 2) липазами
- 3) нуклеазами
- 4) глюкозидазами

10. Назвать основание:



- 1) гипоксантин
- 2) ксантин
- 3) мочевая кислота
- 4) глиоксиловая кислота

11. Назвать основание:



- 1) гипоксантин
- 2) аллантоиновая кислота
- 3) мочевая кислота
- 4) инозин

12. Ксантиноксидаза катализирует реакцию:

- 1) окисления мочевой кислоты
- 2) окисления гипоксантина
- 3) гидролиза аллантоина
- 4) окисления ксантина

13. Конечными продуктами катаболизма пиримидиновых оснований являются:

- 1) мочевая кислот
- 2) в-аланин
- 3) $\text{NH}_3 + \text{CO}_2$
- 4) глиоксиловая кислота

14. Биологическая роль тРНК:

- 1) транспорт аминокислот к месту синтеза белков
- 2) комплементарная копия гена
- 3) перенос генетической информации к месту биосинтеза белка
- 4) структурный компонент рибосом

15. Генетический код – это:

- 1) нуклеотидные последовательности гена
- 2) совокупность генов
- 3) нуклеотидная последовательность иРНК
- 4) тройное сочетание нуклеотидов в иРНК

16. Синтез белка происходит:

- 1) в ядре клетки
- 2) в митохондриях
- 3) в рибосомах
- 4) в ядрышках

17. иРНК выполняет функцию:

- 1) несёт закодированную информацию о ДНК в рибосомы
- 2) транслирует информацию об аминокислотной последовательности белка
- 3) переносит аминокислоты в место синтеза белков
- 4) является посредником между ДНК и полипептидом

18. Трансляция – это:

- 1) процесс синтеза белка из аминокислот, осуществляемый рибосомой
- 2) окончание синтеза белка, осуществляется, когда в А - сайте рибосомы оказывается один из стоп – кодонов
- 3) так называемые кодосомы — сложные белковые комплексы
- 4) диссоциация рибосомных субъединиц в конце терминации

19. Транскрипция – это:

- 1) сложный процесс организации ДНК в соленоиды
- 2) процесс синтеза иРНК с использованием ДНК в качестве матрицы
- 3) процесс удвоения молекулы ДНК во время деления клетки
- 4) синтез белка в рибосомах

20. Не кодирующие генетической информации участки гена:

- 1) эпитопы
- 2) экзоны
- 3) интроны
- 4) промотр

Рекомендуемая литература

1. Хазипов, Н.З. Биохимия животных с основами физиологической химии: Учебник для студентов высших учебных заведений по специальностям «Зоотехния» и «Ветеринария»/ Н.З. Хазипов, А.Н. Аскарова, Р.П. Тюрикова - М.: Издательство "КолосС", 2010. – 328 с.
2. Чететкин, А.В. Биохимия животных. Учебник для студентов зооинженерных и ветер. факультетов с/х вузов. / А.В. Чететкин, И.Д. Головацкий, П.А. Калиман, В.И. Воронянский; Под ред. А.В. Чететкина. - М.: Высшая школа. 1982. – 511 с.
3. Зайцев, С.Ю. Биохимия животных. Фундаментальные и прикладные аспекты. Учебник для вузов по специальности «Ветеринария». /С.Ю. Зайцев, Ю.В. Конопатов. С.-Пб., М., Краснодар: Лань, 2005. 382 с.
4. Николаев, А.Я. Биологическая химия: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2007. – 568 с.
5. Биологическая химия: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /Ю.Б. Филиппович и др.; Под ред. Н.И. Ковалевской. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 256 с.
6. Алимов А.М. Практикум по биохимии с основами физиологической химии. / А.М. Алимов, Н.З. Хазипов, Т.Р. Якупов, Г.П. Логинов - Казань.: ООО "Печатный двор", 2012. – 236с.
7. Якупов Т.Р. Биохимия. Учебное пособие / Т.Р.Якупов. – Казань.: ООО «Печатный двор», 2015.-110с.