**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ОРШАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УПР

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е.В.Жорова

***БИОХИМИЯ***

***Методические рекомендации***

***по изучению дисциплины и выполнению контрольных заданий для учащихся-заочников учреждений, обеспечивающих получение среднего специального образования по специальности 2-49 01 02 «Технология хранения и переработки животного сырья (по направлению: мясо и мясные продукты)»***

***(с изменениями и дополнениями в соответствии с постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь***

***12.06.2020ГОДА№27)***

**Рассмотрено на заседании цикловой комиссии**

**Протокол №---------от «------»2021г.**

**Орша 2021**

**СОДЕРЖАНИЕ**

Пояснительная записка………………………………………………………………………………………..3

Введение………………………………………………………………………………………………………..4

Раздел 1 Химическая организация клетки……………………………………………………………………5

1.1.Классификация веществ и элементов………………………………………………………………….5

1.2.Неорганические вещества: вода, минеральные соли………………………………………………….5

Раздел 2.Органические вещества……………………………………………………………………………..6

2.1.Белки. Определение понятия…………………………………………………………………………...6

2.2.Классификация…………………………………………………………………………………………..6

2.3.Структура белка…………………………………………………………………………………………7

Раздел 3.Ферменты…………………………………………………………………………………………….8

3.1.Определение понятия…………………………………………………………………………………...8

3.2.Строение и свойства ферментов………………………………………………………………………..8

3.3.Активность ферментов………………………………………………………………………………….8

Раздел 4.Нуклеиновые кислоты……………………………………………………………………………….9

4.1.Определение, виды, содержание в организме…………………………………………………………9

4.2.Характеристика ДНК……………………………………………………………………………………9

4.3.Характеристика РНК…………………………………………………………………………………..10

Раздел 5.Липиды……………………………………………………………………………………………...10

5.1.Определение понятия………………………………………………………………………………….10

5.2.Классификация липидов………………………………………………………………………………10

5.3.Значение в организме………………………………………………………………………………….11

Раздел 6.Углеводы……………………………………………………………………………………………11

6.1.Определение понятия………………………………………………………………………………….11

6.2.Классификация углеводов…………………………………………………………………………….11

6.3.Функции углеводов……………………………………………………………………………………11

Раздел 7.Витамины…………………………………………………………………………………………...12

7.1.Определение понятия………………………………………………………………………………….12

7.2.Классификация витаминов……………………………………………………………………………12

7.3.Характерные признаки………………………………………………………………………………...12

7.4.Значение для организма……………………………………………………………………………….12

Раздел 8.Обмен веществ……………………………………………………………………………………...12

8.1.Определение понятий………………………………………………………………………………….12

8.2.Обмен белков, липидов, углеводов и воды…………………………………………………………..13

Примеры решения типовых задач…………………………………………………………………………...14

Контрольные вопросы и задания…………………………………………………………………………….15

Варианты заданий для контрольной работы………………………………………………………………..17

Список литературы…………………………………………………………………………………………...18

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Рекомендации подготовлены для выполнения домашней контрольной работы учащимися 1 (первого) курса 2-го семестра уровня среднего специального образования по специальности 2-49 01 02 «Технология хранения и переработки животного сырья», направление специальности 2-49 01 02-01 «Технология хранения и переработки животного сырья (мясо и мясные продукты)», квалификации «Техник-технолог» по дисциплине «Биохимия мяса и мясных продуктов».

В методических рекомендациях учащимся предлагается краткий теоретический материал по курсу «Биохимия мяса и мясных продуктов», приводятся решения типовых задач, предлагаются вопросы и задачи для выполнения контрольной работы.

Учащийся выполняет свой вариант задания по своему шифру. Задания приведены в таблице.

Контрольная работа выполняется учащимся в тетради объемом не менее 16 рукописных страниц. На титульном листе работы указывается наименование работы «КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА», учащегося, отделение, курса, группы, Ф.И.О., специальность и дисциплина

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

учащегося(ейся) заочной формы обучения

отделения \_\_\_\_\_курса группы №\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ф.И.О. учащегося\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_шифр учащегося\_\_\_\_\_\_\_

***специальность*** *«Технология хранения и*

*переработки животного сырья*

*(мясо и мясные продукты)»*

***по дисциплине***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

В конце работы приводится список, используемой литературы. Ставится дата выполнения работы и подпись учащегося с расшифровкой.

**Введение**

Живые организмы имеют определенный химический состав (нуклеиновые кислоты, белки), но смесь этих веществ не является живой системой. Особенностью живых систем является способность синтезировать белки по программам, содержащимся в нуклеиновых кислотах. Нуклеиновые кислоты синтезируются с помощью ферментов. Каждый организм имеет определённую структуру и выполняет определённые функции, благодаря наличию в клетках органических и неорганических веществ. Изучением состава, структуры и путей превращения органических молекул, а также их влияния на организм занимается комплексная наука - биохимия.

**РАЗДЕЛ 1 Химическая организация клетки**

**1.1 Классификация веществ и элементов**

В состав живых организмов входит около 90 химических элементов периодической системы Д.И.Менделеева. Биологические функции выявлены лишь 30 из них. Все эти элементы встречаются и в неживой природе, что свидетельствует о единстве живой и неживой природы. Однако соотношение

химических элементов у живых организмов иное, чем у объектов неживой природы. В зависимости от содержания в клетке их можно разделить на такие группы:

1. Органогенные (основные) элементы - главные компоненты всех органических соединений, суммарная часть их в клетке составляет около

98%. Это четыре элемента: кислород (65-70%), углерод (15-18%), водород (8-10%) и азот (1-3%).

2. Макроэлементы - элементы, содержащиеся в клетке в небольших количествах, их сумарная часть составляет до 1,9%. К таким элементам относятся: калий, натрий, кальций, магний, железо, сера, фосфор, хлор. Каждый из них выполняет в клетке свою функцию.

3. Микроэлементы - элементы, содержащиеся в клетке в очень малых количествах, составляя 0,001-0,000001% массы тела. Это следующие элементы: кобальт, медь, цинк, молибден, марганец, бор, йод, бром, ваннадий. Эти элементы входят в состав гормонов, витаминов, ферментов, биологически активных веществ, обуславливая их активность.

4. Ультрамикроэлементы - элементы, концентрация которых не превышает 0,000001%. Это золото, серебро, свинец, селен, ртуть, бериллий, цезий, радий, уран. Физиологическая роль большинства из них пока не ясна.

Одни и те же элементы (микро-, макро-) в разных организмах могут выполнять разные биологические функции. Все химические элементы образуют молекулы веществ двух видов. Неорганических веществ: вода и минеральные соли, а также органических: белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты, ферменты, витамины, гормоны и т.д.

**1.2 Неорганические вещества: вода, минеральные соли**

Вода – лидер среди неорганических соединений по содержанию в организме и живых клетках. Ее составная часть колеблется от 60-70% до 98%. Содержание воды зависит от возраста организма, его активности. Вода находится в двух формах - свободной и связанной (структурированной). Свободная вода составляет 95% всей воды клетки. Используется преимущественно как растворитель и среда для коллоидной системы цитоплазмы. Связанная вода составляет 4-5% всей воды клетки.Вода, благодаря своим свойствам, выполняет множество функций:

а) универсальный растворитель,

б) среда обитания,

в) транспорт веществ,

г) терморегуляция,

д) осморегуляция,

е) обуславливает рН среды,

ж) обеспечивает гидролиз.

Минеральные соли содержатся в виде твердых соединений или в виде ионов. Нерастворенные соли входят в состав костей (преимущественно фосфат кальция, меньше - фосфат магния), ряда органических веществ, раковин моллюсков и фораминифер, панцирей раков (в основном карбонат кальция), внутриклеточного скелета радиолярий (сернокислый стронций). В виде ионов (катионов и анионов) играют важную роль в поддержании осмотического давления и кислотно - щелочного равновесия клетки, обеспечивают постоянство внутренней среды. Ионы минеральных солей необходимы для реализации ферментативной активности. От их концентрации зависят буферные свойства клетки.

**РАЗДЕЛ 2 Органические вещества**

**2.1 Белки. Определение понятия**

Органические соединения - вещества, которые имеют скелеты с ковалентно связанными атомами углерода. Органические соединения бывают низкомолекулярные (органические кислоты, их эфиры, аминокислоты, жирные кислоты) и высокомолекулярные (липиды, углеводы, белки, нуклеиновые кислоты).

Органические вещества представлены соединениями, которые имеют большую молекулярную массу, поэтому называются макромолекулами (биополимерами).

Полимеры состоят из простых одинаковых молекул или похожих единиц – мономеров, которые последовательно связаны между собой ковалентной связью. Полимеры, состоящие из одинаковых мономеров, называются гомополимеры, а из разных - гетерополимеры.

Белки – биологические гетерополимеры, мономерами которых являются аминокислоты. В молекуле белка аминокислоты связаны между собой пептидной связью. При взаимодействии 2 аминокислот образуется дипептид.

При образовании пептидной связи отщепляется молекула воды. Соединение, состоящее из 2-20 аминокислотных остатков, называется олигопептид. Состав полипептидов содержит от 20 до 50 аминокислотных остатков. Белки могут содержать свыше 50 аминокислотных остатков. Несмотря на огромное разнообразие и сложность строения, белки построены всего из 20 видов аминокислот (называемых белкообразующими) с общей формулой:

NH --- HC ---COOH

!

R

где R - радикал, строение которого у всех аминокислот различно, NH – аминная группа и обладает свойствами основания, COOH - карбоксильная группа – кислотная и характерна для всех органических кислот. По строению радикала выделяют следующие группы аминокислот:

1) неполярные, гидрофобные (валин, аланин, лейцин, изолейцин, пролин, метионин, фенилаланин, триптофан);

2) полярные незаряженные (глицин, серин, треонин, цистеин, тирозин, аспарагин, глутамин);

3) полярные отрицательно заряженные (аспарагиновая и глутаминовая кислоты);

4) полярные положительно заряженные (аргинин, гистидин, лизин).

По наличию разных функциональных групп:

1) моноаминоди-карбоновые (кислые) – содержат 1 аминную и 2 карбоксильных группы (аспарагиновая и глутаминовая кислоты);

2) моноаминомонокарбоновые(нейтральные) – содержат 1 аминную и 1 карбоксильную группы (аланин, лейцин, изолейцин, валин, глицин);

3) диаминомонокарбоновые(основные) – содержат 2 аминных и 1 карбоксильную группы (аргинин, лизин, оксилизин);

4) гидроксилсодержащие – содержат гидроксильную группу (треонин, серин);

5) серосодержащие – содержат серу или соединения серы (цистеин, метионин);

6) ароматические – содержат бензольное кольцо (фенилаланин,тирозин);

7) гетероциклические – содержат не только бензольное кольцо, но и ещё группу (триптофан, пролин, оксипролин, гистидин). По возможности синтеза в организме их разделяют на:

1) незаменимые – синтезируются растениями, грибами, бактериями и попадают в организм с пищей (аргинин, валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин);

2) заменимые - синтезируются в организме человека и животных (аланин, аспарагин, аспарагиновая кислота, гистидин, глицин, глутамин, глутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин, цистеин).

**2.2 Классификация**

Чтобы отличить 20 аминокислот от других аминокислот, содержащихся в организмах, но не в составе белков, их называют основными. По строению сами белки бывают:

- простые (протеины) – состоят только из аминокислот (альбумины, гистоны, глобулины, фибриноген, актин, миозин, пищеварительные ферменты);

- сложные (протеиды) – содержат неаминокислотный компонент - простетическую группу различной химической природы, например, если ионы металлов – это металлопротеиды (ферритин, трансферин, церулоплазмин), фосфат - фосфопротеиды (казеин молока, овальбумин яйца, пепсин), гемм-гемопротеиды, хромопротеиды (гемоглобин, миоглобин, каталаза, цитохромы), моносахариды, полисахариды - гликопротеиды (гепарин, муцин слюны), липиды - липопротеиды (липопротеиды высокой плотности, липопротеиды низкой плотности, хиломикроны), нуклеиновые кислоты-нуклеопротеиды.

По форме различают:

- глобулярные – в форме шара или эллипса, они легко растворяются в воде или растворах солей (гормоны, транспортные белки, антитела, ферменты);

- фибриллярные – имеют вытянутую нитевидную форму, образуя фибриллы ("альфа"- спирали свиваются вместе, словно волокна в кабеле), нерастворимы в воде (миозин, эластин, коллаген).

**2.3 Структура белка**

В строении белка выделяют 4 уровня организации белковой молекулы – равноценные пространственные структуры (конформации, конфигурации).

1. Первичная структура (линейная) – полипептидная цепь из аминокислот, связанных в определённой последовательности прочными ковалентными петидными связями ("кислая" группа одной аминокислоты соединяется с "основной" группой соседней аминокислоты: - NH - CO-).

2. Вторичная структура (спиральная) – полипептидная цепь, закрученная в спираль, где прочность конструкции поддерживается за счет образования слабых водородных связей между атомами водорода NH -группы одного завитка спирали и кислорода CO-группы другого и направлены вдоль спирали ("альфа"- спираль, как у белка каротина, входящего в состав рогов, копыт, волос, ногтей, перьев, когтей) или между параллельными складками молекулы белка ("бетта"- складчатая структура, которую имеют белки, входящие в состав шёлка). Функционирование в виде закрученной спирали характерно для некоторых фибриллярных белков - миозин, актин, коллаген, фибриноген и т.п.

3. Третичная структура (клубок) – пространственная конфигурация белка, поддерживающаяся за счёт образования слабых гидрофобных связей между неполярными радикалами аминокислот боковых цепей (возникают в результате взаимного отталкивания, при этом белок скручивается так, что гидрофобные боковые цепи погружены вглубь молекулы, а снаружи расположены гидрофильные), водородных связей, элетростатических связей (между полярными радикалами) и прочных ковалентных дисульфидных S-S-связей (например, между двумя серосодержащими молекулами аминокислоты цистеина), которые чаще всего называют дисульфидным "мостиками". Эта структура постоянна и своеобразна для каждого белка. Она определяется размером, полярностью R-групп, формой и последовательностью аминокислотных остатков. Полипептидная спираль закручивается и укладывается определённым образом - в виде глобулы. Такую структуру имеет большинство белков – глобулины, альбумины и т. п.

4. Четвертичная структура - соединение нескольких белковых макромолекул с третичной организацией (от 2 до 24) нековалентными связями в единые комплексы. В такую структуру могут входить молекулы белка, отличающиеся друг от друга, но чаще состав и структура компонентов, входящих в состав четвертичной структуры, одинаковы. Типы связей разные: гидрофобные, водородные, электростатические, ионные. Утрата белковой молекулой пространственной структурной организации, вызванная изменением температуры, обезвоживанием, облучением рентгеновскими лучами, резким изменением рН среды, действием химических веществ, называется денатурацией. Если изменение условий среды не приводит к разрушению первичной структуры молекулы, то при восстановлении нормальных условий среды полностью воссоздаётся и структура белка - ренатурация. При невозможности восстановления первичной структуры белка, говорят о полном разрушении белка – деструкции.

**РАЗДЕЛ 3 Ферменты**

**3.1 Определение понятия**

Ферменты - это биологические катализаторы белковой природы, которые значительно ускоряют биохимические реакции. В организме выявлено более 2000 ферментов. Ферменты ускоряют реакции в 100-1000 раз и, в отличие от катализаторов, при обычных условиях. В ферментативных реакциях не образуется побочных продуктов (выход конечного продукта - почти 100%). В процессе преобразований ферменты не разрушаются, поэтому небольшое их количество способно катализировать химические реакции большого количества веществ.

**3.2 Строение и свойства ферментов**

По химической природе ферменты разделяют:

- однокомпонентные (простые) – состоят только из белков и осуществляют преимущественно реакции гидролиза (пепсин, трипсин, амилаза и т.п.);

- двухкомпонентные (сложные) – состоят из 2 компонентов: небелковой части – кофермента, представленного активной или простетической группой (это могут быть органические вещества, например, производные витаминов, НАД, НАДФ, уридиновыми, цитидиловыми нуклеотидами, флавинами или неорганическими - атомами металлов - железа, магния, меди, цинка и т.п.) и белковой части – апофермента (носителя фермента).

Не все необходимые коферменты могут синтезироваться организмами и поэтому должны поступать с пищей. Отсутствие витаминов в пище человека и животных служит причиной потери или снижения активности тех ферментов, в состав которых они входят. В отличие от белковой части органические и неорганические коферменты очень стойкие к неблагоприятным условиям и могут отделяться от апофермента.

**3.3 Активность ферментов**

Характеризуются ферменты высокой специфичностью: могут превращать лишь соответствующие субстраты и катализировать лишь определенные реакции одного типа. Определяет её белковый компонент, но не вся его молекула, а лишь её небольшой участок – активный центр. Структура его отвечает химическому строению веществ, которые вступают в реакцию. Для ферментов

характерно пространственное соответствие между субстратом и активным центром. Активный центр содержит 2 участка:

1) сорбционный для связывания субстрата реакции (субстрат конформационно подходит к ферменту как ключ к замку);

2) каталитический – содержит на дне щели заряженные радикалы аминокислот, непосредственно участвующие в катализе. Активных центров может быть несколько в одной молекуле фермента. Молекула фермента имеет и регуляторные (аллостерические) центры, куда могут присоединяться молекулы веществ, вызывая изменение пространственной структуры фермента, и тем самым регулируя активность ферментов. Активность сложных ферментов проявляется лишь тогда, когда белковая часть соединяется с небелковой. Их активность проявляется при определённых условиях: температуре, рН среды, давлении. Ферменты разных организмов наиболее активны при температуре,

к которой приспособлены эти существа. Скорость ферментативной реакции зависит также от концентрации субстрата, продукта, активаторов и ингибиторов (вещества, проникающие в область активного центра и блокирующие каталитические группы ферментов). Активность ферментов снижают ионы тяжёлых металлов (свинец, ртуть и т.п.). Кинетика ферментативных реакций описывается законом Михаэлиса - Ментэн. Биосинтез ферментов организмы способны регулировать. Это позволяет поддерживать постоянный их состав при значительных изменениях окружающей среды и частично видоизменять ферменты в ответ на такие изменения. Действие разных биологически активных - гормонов, лекарств, фитогормонов, ядов – заключается в том, что они могут стимулировать или подавлять тот или иной ферментативный процесс. Некоторые ферменты принимают участие в активном транспорте веществ через мембраны.

Для названий большинства ферментов характерен суффикс -аз-. Его прибавляют к названию субстрата, с которым взаимодействует фермент. Например, гидролазы – катализируют реакции расщепления сложных соединений на мономеры за счёт присоединения молекулы воды в месте разрыва химической связи в молекулах белков, полисахаридов, жиров; оксидредуктазы – ускоряют окислительно-восстановительные реакции (перенесение электронов или протонов); изомеразы – способствуют внутренней молекулярной перестройке (изомеризации), преобразованию изомеров и т.д.

**РАЗДЕЛ 4 Нуклеиновые кислоты**

**4.1 Определение, виды**

Нуклеиновые кислоты впервые были описаны в 1869г швейцарским биохимиком Ф. Мишером. Они могут находится в хромосомах клеточного ядра (до 99% всей ДНК клетки), митохондриях, пластидах, рибосомах, цитоплазме. Это сложные высокомолекулярные вещества, мономерами которых являются нуклеотиды. Нуклеотид состоит из азотистого основания, углевода (пентозы) и остатка фосфорной кислоты. В зависимости от пентозы различают 2 типа нуклеиновых кислот: рибонуклеиновую - РНК и дезоксирибонуклеиновую - ДНК.

**4.2 Характеристика ДНК**

ДНК – биополимер, состоящий из 2 полинуклеотидных цепей, соединённых друг с другом. Мономеры, составляющие каждую из цепей ДНК – дезоксири-бонуклеотиды.

Каждый нуклеотид ДНК состоит из 3 компонентов:

1) одного из 4 типов азотистых оснований: пуриновых (аденин - А, гуанин - Г) или пиримидиновых (цитозин - Ц, тимин - Т);

2) углевода - дезоксирибозы;

3) молекулы фосфорной кислоты.

Выделяют несколько уровней организации ДНК:

1. Первичная структура ДНК – линейная полимерная молекула, мономерами которой являются дезоксинуклеотиды.

2. Вторичная структура ДНК – двойная спираль ДНК.

Особенности пространственной структуры ДНК были предложены в 1953 г. американским биохимиком Джеймсом Уотсоном и английским генетиком Френсисом Криком (в 1962 г. за это открытие удостоены Нобелевской премии). Позднее пространственная структура была подтверждена экспериментально. Две полинуклеотидные цепи образуют правозакрученные (при некоторых условиях - левозакрученные) друг относительно друга, а также вокруг общей оси объёмные спирали. Шаг спирали равняется 3.4 нм и содержит 10 пар азотистых оснований, диаметр спирали составляет 2 нм. Две цепи объединяются в единую молекулу водородными связями, возникающими между азотистыми основаниями, входящими в состав нуклеотидов, образующих разные цепи. Пространственная конфигурация азотистых оснований различна, и количество таких связей между разными азотистыми основаниями неодинаково. Вследствие этого они могут соединяться только попарно: азотистое основание А (аденин) одной цепочки полинуклеотида всегда связано двумя водородными связями с Т (тимином) другой цепи, а Г (гуанин) – тремя водородными связями с азотистым основанием Ц (цитозином) противоположной полинуклеотидной цепочки. Способность к избирательному соединению нуклеотидов, в результате чего формируются пары А - Т и Г - Ц, называется принципом комплементарности (дополнительности). Правило Чаргаффа: сумма пуриновых оснований в ДНК (А, Г) всегда равна сумме пиримидиновых оснований (Ц, Т).

3. Третичная структура ДНК – нуклеопротеины – соединение нуклеиновых кислот с белками.

Хромосомный материал в покоящихся, неделящихся клетках, называется хроматин. Он содержит 60% белка, 35% ДНК и 5% РНК. Нуклеосома – это структурная единица хроматина, представляющая собой 8 молекул белков-гистонов, на которые намотана двухцепочная нить ДНК длиной около 150-200 пар азотистых оснований. Совокупность нуклеосом образует полисому. Нити хроматина можно наблюдать в световой микроскоп во время деления клеток в виде хорошо окрашивающихся компактных вытянутых телец - хромосом, которые являются последним уровнем структурной организации ДНК.

**4.3 Характеристика РНК**

РНК – биополимер, мономерами которого являются рибонуклеотиды, близкие к нуклеотидам ДНК. Обычно РНК - одноцепочечная полимерная молекула, сходная по первичной структуре с ДНК, но меньших размеров и молекулярной массы. Каждый мономер РНК - рибонуклеотид состоит из 3 компонентов:

1) азотистого основания, причём три из них те же, что и в ДНК (аденин, гуанин, цитозин), а четвёртое - урацил (У) присутствует только в РНК (вместо тимина);

2) углевода – рибозы; 3) молекулы фосфорной кислоты. По структуре различают одноцепочечные и двухцепочечные РНК. Двухцепочечные РНК – хранители генетической информации у ретровирусов, т.е. выполняют у них функции хромосом. Одноцепочечные РНК переносят информацию о последовательности аминокислот в белках, т.е. о структуре белков, от хромосом к месту их синтеза и участвуют в синтезе белков. Существует несколько видов одноцепочечных РНК. Их названия обусловлены выполняемой функцией или местонахождением в клетке.

1. м-РНК. Информационная (и-РНК) или матричная (м-РНК) составляет около 2% от общего содержания РНК в клетке. Переносит из ядра в цитоплазму к рибосомам генетическую информацию о последовательности аминокислот в белках, которые должны синтезироваться. Размер этих РНК зависит от длины участкаДНК, на котором они синтезированы. Молекулы м-РНК могут состоять из 75-3000 нуклеотидов и иметь молекулярную массу 25000-1 000 000 Да.

2. р-РНК. Составляет большую часть РНК цитоплазмы (80-90%), находясь в рибосомах. Молекулы состоят из 150-4500 нуклеотидов, молекулярной массой 500 000-1 600 000 Да. Участвует в синтезе белка, выполняя роль каркаса, на котором крепятся полипептиды в строго определённом порядке.

3. т-РНК. В клетке составляют 10-15%, включают 70-100 нуклеотидов, молекулярной массой 250 000-310 000 Да. Содержатся в цитоплазме и выполняют несколько функций: доставка аминокислот к месту синтеза белка, осуществляют точную ориентацию аминокислоты (по принципу комплементарности) на рибосоме. Имеют 2 активных центра, один из которых соединяется с определённой аминокислотой, а другой, состоящий из трёх нуклеотидов, служит для комплементарного соединения с молекулой м-РНК. Этот участок называется антикодоном.

**РАЗДЕЛ 5 Липиды**

**5.1 Определение понятия**

Липиды – сложные эфиры высокомолекулярных жирных кислот со спиртами.Это органические соединения, нерастворимые в воде, но растворимые в органических растворителях: эфире, бензине, хлороформе.

**5.2 Классификация**

Различают простые липиды (нейтральные жиры, триглицериды) и сложные (жироподобные вещества - липоиды). Жиры – это сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высокомолекулярных жирных кислот. Все жирные кислоты делятся на насыщенные (пальмитиновая, масляная, стеариновая, лауриновая) и ненасыщенные (олеиновая, линолевая, линоленовая, эруковая). Жиры, имеющие в своем составе ненасыщенные жирные кислоты, характеризуются низкой температурой плавления и называются маслами (рыбий жир, льняное, подсолнечное, хлопчатниковое, конопляное, рапсовое, оливковое масла).

Сложные липиды образуют комплексы с белками, углеводами и т.д. Различают:

- липопротеиды (комплексные соединения жиров с белками);

- гликолипиды (комплексные соединения жиров с углеводами);

- фосфолипиды (комплекс жиров с остатками фосфорной кислоты);

- стероиды (более сложной структуры, чем углеводная);

- воски (комплекс сложных спиртов с жирными кислотами).

**5.3 Значение в организме**

Биологическое значение липидов обусловлено их функциями:

- структурная (фосфолипиды и гликолипиды входят в состав клеточных

мембран, обеспечивая их избирательную проницаемость);

- энергетическая (при полном расщеплении 1г жиров освобождается 38,9кДж

энергии, они обеспечивают организм энергией на 25-30%);

- запасающая (резервный источник энергии, для анабиотических животных и

перелетных птиц - единственный источник энергии);

- защитная (от ударов, сотрясений, повреждений);

- теплоизоляционная (плохо проводит тепло, но хорошо изолирует; бурый жир

является "биологическим обогревателем);

- источник эндогенной воды (при окислении 100г жира выделяется 107г воды,

существуют животные пустыни и во время спячки);

- регуляторная (гормоны, витамины и т.п. влияют на обменные процессы).

**РАЗДЕЛ 6 Углеводы**

**6.1 Определение понятия**

Углеводы (сахариды) - водорастворимые (кроме высокомолекулярных)органические соединения. Количество их разное в различных типах клеток. У растений может достигать 90%(клубни картофеля, семена,плоды), а в клетках животных - около 1-5%.

**6.2 Классификация углеводов**

Углеводы подразделяются на простые и сложные.

Простые углеводы – моносахариды (монозы), содержащие от 3 атомов углерода. В зависимости от числа атомов углерода они называются: 3 - триозы (глицерин, молочная, пировиноградная кислота), 4 - тетрозы (эритроза),5 - пентозы (рибоза, дезоксирибоза), 6 - гексозы (глюкоза, фруктоза, галактоза). Все монозы хорошо растворяются в воде, та как имеют гидроксильную и другие полярные группы. Могут существовать в двух формах: линейной и циклической. Циклические – молекулы моносахаридов с 5 и большим количеством атомов углерода, заключённых в кольцо.

Сложные углеводы – это полимеры из моносахаридов, соединённых гликозидной связью.

Различают олиго- и полисахариды. Олигосахариды – углеводы, построенные из небольшого числа моносахаридных остатков (2-10). Если в одной молекуле объединяются 2 моносахарида, то – это дисахарид. Пищевой сахар (сахароза), получаемый из тростника или свеклы, состоит из остатков 1молекулы фруктозы и 1молекулы глюкозы; молочный сахар (лактоза) – остатков молекул галактозы и глюкозы, мальтоза - остатков 2 молекул глюкозы.

Полисахариды – сложные высокомолекулярные углеводы, образованные сотнями и тысячами молекул моносахаридов (преимущественно гексоз). Образуются путём реакции конденсации. Не имеют сладкого вкуса, почти не растворяются в воде и не кристаллизируются.

Различают гомополисахариды и гетерополисахариды. Гомополисахариды построены из множества одинаковых моносахаридных остатков. Например, крахмал, гликоген, целлюлоза состоят из глюкозы. Гетеросахариды – из моносахаридов разных видов (гепарин, гиалуроновая кислота). В молекулах хитина остатки глюкозы связаны с азотсодержащими группами. Муреин представляет собой сетку параллельных полисахаридных цепей, построенных из чередующихся дисахаридов и соединённых между собой пептидными цепочками.

**6.3 Функции углеводов**

Значение углеводов раскрывают функции:

- структурная (целлюлоза - оболочка растительных клеток, хитин - наружный

скелет, в составе грибов);

- энергетическая (при полном расщеплении 1г глюкозы освобождается 17,6кДж

энергии);

- запасающая (крахмал у растений, гликоген в печени животных - до10%);

- защитная (входят в состав оболочек растительных клеток, вяжущие секреты -

слизь защищает от проникновения бактерий и вирусов);

- рецепторная (узнавание клеток, рецепция гормонов и медиаторов).

**РАЗДЕЛ 7 Витамины**

**7.1 Определение понятия**

Витамины – низкомолекулярные соединения различной химической природы, необходимые для роста, жизнедеятельности и размножения организма. Открыты в 1880 г. русским врачом Н.И.Луниным. Название "витамины" – жизненнонеобходимые амины – дал польский учёный К.Функ в 1912 г.

**7.2 Классификация витаминов**

Известно около 20 витаминов и витаминных веществ. В зависимости от того, в чём растворяются витамины, их подразделяют на водорастворимые (группы В, витамин С) и жирорастворимые (витамины А, Д, Е, К).

**7.3 Характерные признаки**

Характерные признаки следующие:

\* не синтезируются в организме человека и должны поступать с пищей;

\* не служат пластическим материалом и источником энергии;

\* потребность в витаминах мала, но обязательна;

\* оказывают влияние на биохимические процессы в организме (входят в состав коферментов, определяют специфичность ферментов);

\* при их недостатке происходит нарушение обмена веществ (гиповитаминозы и авитаминозы).

**7.4 Значение для организма**

Значение:

- способствуют укреплению здоровья, увеличивают сопротивляемость организма к простудным и инфекционным заболеваниям, повышают работоспособность;

- участвуют в реакциях биокатализа, в регуляции биохимических и физиологических процессов.

**РАЗДЕЛ 8 Обмен веществ**

**8.1 Определение понятий**

Для поддержания жизнедеятельности и нормального функционирования всех систем организма человека необходим постоянный обмен веществ и энергии с окружающей средой. Источником энергии и пластическим материалом, для построения необходимых организму веществ, является пища и содержащиеся в пищевых продуктах (мясе, молоке, рыбе, яйцах, фасоли, хлебе и т.п.) питательные вещества - белки, жиры, углеводы. Энергия, полученная от распада питательных веществ, используется для:

- синтеза белков, нуклеиновых кислот и липидов;

- построения клеточных мембран и органелл клетки;

- выполнения механической, химической, осмотической и электрической работ

в организме;

- транспорта ионов через клеточную мембрану.

Процесс механической (измельчение) и химической (расщепление под влиянием ферментов) переработки пищи с дальнейшим всасыванием питательных веществ называется пищеварением. Пищеварение – это начальный этап обмена веществ между организмом и средой. В организме человека непрерывно протекают водный, солевой, белковый, жировой и углеводный обмен. Совокупность процессов расщепления молекул сложных органических веществ до простых, а затем и до конечных продуктов распада с образованием макроэргических и восстановленных соединений (АТФ, НАДФ и т.д.) называется энергетическим обменом (катаболизмом или диссимиляцией). Пластический обмен (анаболизм или ассимиляция) – это совокупность процессов биосинтеза органических веществ, компонентов клетки и других структур органов и тканей. Обеспечивает рост, развитие, обновление биологических структур и накопление энергетических субстратов. Два этих взаимосвязанных, но разнонаправленных процесса представляют собой обмен веществ и энергии, или метаболизм. Соотношение количества энергии, поступающей с пищей, и энергии, расходуемой организмом, называется энергетическим балансом.

**8.2 Обмен белков, липидов, углеводов и воды**

Белковый обмен. В организме здорового человека количество распавшегося за сутки белка равно количеству вновь синтезированного. Обмен белков можно представить схемой: белки --> аминокислоты --> собственный белок человека.

Скорость распада и обновления белков в организме различна – в среднем белки организма человека обновляются за 80 суток. Соотношение потребляемых белков растительного и животного происхождения для взрослых составляет 1:1, а для подростков – 1:3. Человек и животные могут добывать азот только из аминокислот, поступающих в организм с белковой пищей. О суммарном обмене белка судят по количеству азота, выводимого из организма человека. Норма потребления белка для здорового человека 0,75г на 1кг веса в сутки, или около 80-100г на день. Энергетическая ценность 1г белка составляет 4,1ккал (16,74кДж).

В отличие от белков, которые не образуют в специфических запасных форм, служащих источником энергии, запасы нейтральных жиров триглицеридов в жировых депо человека в среднем составляют 10-20% массы его тела. Из них около половины локализованы в подкожной жировой клетчатке и между мышцами. Жиры и масла - наиболее концентрированные пищевые продукты, так как они значительно превосходят по калорийности углеводы и белки, но и содержат меньше воды, чем углеводные и белковые продукты. Обмен жиров можно отобразить схематично: липиды --> глицерин и жирные кислоты --> липиды человека. Суточная потребность в липидах 1г на 1кг веса, или около 80-100г на день (70-90г из которых дорлжны быть животные, остальные растительные). Энергетическая ценность 1г жира составляет 9,3 ккал (37,66 кДж).

Углеводный обмен. Организм человека углеводы получает в виде сахарозы, глюкозы, фруктозы. Внутриклеточная концентрация глюкозы в гепатоцитах близка к её концентрации в крови. При избыточном поступлении в печень глюкозы она фосфорилируется и превращается в резервную форму её хранения – гликоген. Количество гликогена может составить в организме человека 150-200г. В случае ограничения потребления пищи или по мере снижения уровня глюкозы в крови происходит расщепление гликогена и поступление глюкозы в кровь. С током крови глюкоза доставляется в различные клетки организма.

Здесь она является важнейшим источником энергии. Схема углеводного обмена следующая: углеводы --> глюкоза --> гликоген. Суточная потребность в углеводах 8-10г на 1кг веса, или около 350-450г на день. Энергетическая ценность 1г глюкозы составляет 4,1ккал (17,64 кДж).

Обмен воды. Недостаточное поступление в организм воды или избыточная её потеря приводят к дегидратации, что сопровождается сгущением крови и нарушением гидродинамики. Недостаток в организме воды в объёме 20% массы тела ведёт к летальному исходу. Избыточное поступление воды в организм или снижение её объёмов, выводимых из организма, приводит к водной интоксикации, что может сопровождаться мышечными судорогами. Суточная норма воды 2-2,5 л на 70кг веса. Отношение количества потреблённой воды к количеству выделенной воды составляет водный баланс. Если водный баланс меньше или равен 0,1, то наступает жажда. Минеральные вещества и витамины усваиваются организмом в неизменённом виде.

**Примеры решения типовых задач**

1. **Задача** на построение белка по предложенной структуре ДНК.

С какой последовательности аминокислот начинается белок, если он закодирован такой последовательностью нуклеотидов: АЦГЦЦЦАТГГЦЦГГТ..?

***Решение:*** Цепь ДНК: А Ц Г Ц Ц Ц А Т Г Г Ц Ц Г Г Т

Цепь и-РНК: У Г Ц Г Г Г У А Ц Ц Г Г Ц Ц А

Белок: цистеин глицин тирозин аргинин пролин

Вначале по принципу комплементарности находим строение цепи и-РНК, образующейся на данном отрезке молекулы ДНК, а затем обращаемся к генетическому коду и для каждой тройки нуклеотидов, начиная с первой, находим соответствующую ей аминокислоту.

***Ответ:*** Цистеин - глицин - тирозин - аргинин - пролин.

2. **Задача** на определение последовательности аминокислот в молекуле белка.

Какова последовательность аминокислот в белке, если цепь ДНК имеет

следующий вид: АТТГЦГТАТ?

***Решение:*** Цепь ДНК: А Т Т Г Ц Г Т А Т

Цепь и-РНК: У А А Ц Г Ц А У А

Белок: тир арг иле

Сначала находим комплементарную цепи ДНК цепь и-РНК, а по ней, используя

таблицу генетического кода - аминокислотную последовательность.

***Ответ:*** Тирозин - аргинин - изолейцин.

3. **Задача** на построение фрагмента двухцепочечной молекулы ДНК. На фрагменте одной цепи ДНК нуклеотиды расположены в последовательности: ТЦТТАТАЦААГА. Нарисуйте схему структуры двухцепочечной молекулы ДНК.

***Решение:*** 1цепь ДНК: Т-Ц-Т --- Т-А-Т --- А-Ц-А --- А-Г-А

: : : : : : : : : : : :

2 цепь ДНК: А -Г-А ---А-Т- А --- Т-Г-Т --- Т-Ц-Т

4. **Задача** на энергетический обмен.

Вычислите, какое количество энергии образуется при полном расщеплении в организме 12г углеводов.

***Решение:*** 12 17,64 = 211,68 кДж

При полном расщеплении в организме 1г углеводов высвобождается 17,64кДж энергии, следовательно при расщеплении 12г высвободится энергии в 12 раз больше.

***Ответ:*** Образуется 211,68 кДж энергии.

5. **Задача** на энергетический обмен.

Рассчитайте, какое количество белков необходимо употребить для получения энергии в количестве 176,4 кДж.

***Решение:*** 176,4 : 17.64 = 10г белка

При полном расщеплении в организме 1г белков высвобождается 17,64кДж энергии, следовательно для получения 176,4 кДж энергии в10 раз больше.

***Ответ:*** Необходимо употребить 10г белка.

**Контрольные вопросы и задания**

1.Приведите классификацию химических элементов по содержанию их в организме.

2.Какова роль воды в живых организмах?

3.Какие функции выполняют минеральные соли в живых системах (твердые вещества, ионы)?

4.В чем заключается роль кальция и фосфора для организма?

5.Каково значение в жизнедеятельности организмов железа и фтора?

6.Какую роль в процессах жизнедеятельности играют калий и йод?

7.Для чего организму магний и сера?

8.Что такое буферность? Как она связана с живыми организмами?

9.Назовите известные вам вещества белковой структуры. Где они встречаются в организме?

10.Какими связями образована первичная структура белка? Что представляет собой первичная структура белка?

11.Какими связями образована вторичная структура белка? Что представляет собой вторичная структура белка?

12.Какими связями образована третичная структура белка? Чем обусловлена данная конфигурация?

13.Дайте характеристику функций белка.

14.Объясните, в чем отличие понятий денатурация, ренатурация, деструкция.

15.Какие вы знаете ферменты пищеварительного тракта. Какое влияние они оказывают на пищеварение?

16.Как влияет температура на химическую активность ферментов?

17.Как влияет на химическую активность ферментов pH среды?

18.Влияет ли на химическую активность ферментов концентрация веществ?

19.Объясните, в чем заключается специфичность ферментов.

20.Дайте характеристику РНК. Приведите примеры.

21.Дайте характеристику ДНК. Приведите примеры.

22.В чем сходства ДНК и РНК?

23.Укажите различия между ДНК и РНК.

24.Какие функции выполняет РНК?

25.Какие функции выполняет ДНК?

26.Дайте характеристику функций углеводов. В чем заключается их энергетическая ценность?

27.Сравните моносахариды и дисахариды.

28.Сравните олигосахариды и полисахариды.

29.Почему избыток углеводов ведет к ожирению?

30.Укажите функции липидов и объясните их энергетическую ценность.

31.Почему липиды и жиры - это не одно и то же?

32.Дайте определение понятия витамины.

33.На чем основана классификация витаминов?

34.Для чего организму витамин А?

35.Охарактеризуйте витамины группы В.

36.Для чего организму витамин С?

37.Дайте характеристику витамина Д.

38.Для чего организму витамин Е?

39.Охарактеризуйте витамин Н.

40.Для чего организму витамин К?

41.Дайте характеристику витамина РР.

42.Мыслительный эксперимент: предложите способ определения веществ и укажите последовательность выполнения, учитывая, что предложенные вам вещества находятся в пронумерованных пробирках. Укажите признаки проводимых вами реакций и, по возможности, химические уравнения. В пробирках находятся растворы белка, крахмала и мыла.

43.Мыслительный эксперимент: предложите способ определения веществ и укажите последовательность выполнения, учитывая, что предложенные вам вещества находятся в пронумерованных пробирках. Укажите признаки проводимых вами реакций и, по возможности, химические уравнения. В пробирках находятся растворы белка, глюкозы и глицерина.

44.Мыслительный эксперимент: предложите способ определения веществ и укажите последовательность выполнения, учитывая, что предложенные вам вещества находятся в пронумерованных пробирках. Укажите признаки проводимых вами реакций и, по возможности, химические уравнения. В пробирках находятся растворы белка, глицерина и растительного масла.

45.Мыслительный эксперимент: предложите способ определения веществ и укажите последовательность выполнения, учитывая, что предложенные вам вещества находятся в пронумерованных пробирках. Укажите признаки проводимых вами реакций и, по возможности, химические уравнения. В пробирках находятся растворы белка, глюкозы и мыла.

46.Мыслительный эксперимент: предложите способ определения веществ и укажите последовательность выполнения, учитывая, что предложенные вам вещества находятся в пронумерованных пробирках. Укажите признаки проводимых вами реакций и, по возможности, химические уравнения. В пробирках находятся растворы глюкозы, крахмала и глицерина.

47.Мыслительный эксперимент: предложите способ определения веществ и укажите последовательность выполнения, учитывая, что предложенные вам вещества находятся в пронумерованных пробирках. Укажите признаки проводимых вами реакций и, по возможности, химические уравнения. В пробирках находятся растворы глицерина, глюкозы и растительного масла.

48.Мыслительный эксперимент: предложите способ определения веществ и укажите последовательность выполнения, учитывая, что предложенные вам вещества находятся в пронумерованных пробирках. Укажите признаки проводимых вами реакций и, по возможности, химические уравнения. В пробирках находятся растворы глюкозы, растительного масла и мыла.

49.Мыслительный эксперимент: предложите способ определения веществ и укажите последовательность выполнения, учитывая, что предложенные вам вещества находятся в пронумерованных пробирках. Укажите признаки проводимых вами реакций и, по возможности, химические уравнения. В пробирках находятся растворы глюкозы, крахмала и сахарозы.

50.Дайте определение понятия ассимиляция и приведите синонимы данного слова.

51.Дайте определение понятия диссимиляция и приведите синонимы данного слова.

52.Что означает слово катаболизм? Каковы синонимы данного слова?

53.Что означает слово анаболизм? Каковы синонимы данного слова?

54.Что означает слово метаболизм? Каковы синонимы данного слова?

55.Что такое пластический обмен?

56.Что такое энергетический обмен?

57.Какие факторы влияют на обмен веществ?

58.Определите последовательность нуклеотидов участка молекулы и-РНК, синтезируемой на участке ДНК с последовательностью нуклеотидов АТТЦАЦГАЦЦЦТТЦТ.

59.На участке цепи ДНК нуклеотиды расположены в последовательности: АГАТАТТГТТЦТ.Какую первичную структуру будет иметь белок, синтезируемый при участии противоположной - правой цепи ДНК.

60.Дан участок цепи ДНК: АЦАААААТА. Определите: а) первичную структуру соответствующего белка; б) триплеты т-РНК, участвующие в синтезе этого белка.

61.Укажите последовательность нуклеотидов в обоих цепочках фрагментаДНК, если известно, что и-РНК, синтезированная на этом участке имеет следующее строение: АГУАЦЦГАУАЦУУГА.

62.На фрагменте одной цепи ДНК нуклеотиды расположены в последовательности: ААГТЦТАЦГТА. Нарисуйте схему структуры двухцепочечной молекулы ДНК.

63.Рассчитайте, какое количество углеводов необходимо употребить для получения энергии в количестве 1 764 кДж.

64.Вычислите, сколько необходимо жиров для образования в организме энергии в количестве 584 кДж.

65.Рассчитайте, какое количество белков необходимо употребить для получения энергии в количестве 176 кДж.

66.Вычислите, сколько необходимо углеводов для образования в организме энергии в количестве 882 кДж.

67.Рассчитайте, какое количество энергии образуется при расщеплении в организме 25г липидов.

68.Вычислите, какое количество энергии образуется при полном окислении в организме 30г глюкозы.

69.Рассчитайте, какое количество энергии образуется при расщеплении в организме 50г белка.

70.Вычислите, какое количество энергии образуется при расщеплении в организме 35г углеводов.

**Варианты заданий для контрольной работы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант задания** | Задание 1 | Задание 2 | Задание 3 | Задание 4 | Задание 5 |
| **1** | 1 | 9 | 42 | 55 | 58 |
| **2** | 3 | 11 | 43 | 50 | 59 |
| **3** | 5 | 13 | 44 | 51 | 60 |
| **4** | 7 | 15 | 45 | 52 | 61 |
| **5** | 2 | 17 | 46 | 53 | 62 |
| **6** | 4 | 19 | 25 | 47 | 63 |
| **7** | 6 | 10 | 20 | 48 | 64 |
| **8** | 8 | 12 | 21 | 49 | 65 |
| **9** | 3 | 14 | 22 | 42 | 66 |
| **10** | 5 | 16 | 23 | 43 | 67 |
| **11** | 7 | 18 | 24 | 44 | 68 |
| **12** | 4 | 25 | 26 | 45 | 69 |
| **13** | 6 | 20 | 27 | 46 | 70 |
| **14** | 8 | 21 | 28 | 47 | 58 |
| **15** | 5 | 22 | 29 | 48 | 62 |
| **16** | 7 | 23 | 30 | 49 | 64 |
| **17** | 6 | 24 | 31 | 56 | 60 |
| **18** | 8 | 25 | 43 | 54 | 68 |
| **19** | 1 | 9 | 42 | 55 | 58 |
| **20** | 3 | 11 | 43 | 50 | 59 |
| **21** | 5 | 13 | 44 | 51 | 60 |
| **22** | 7 | 15 | 45 | 52 | 61 |
| **23** | 2 | 17 | 46 | 53 | 62 |
| **24** | 4 | 19 | 25 | 47 | 63 |
| **25** | 6 | 10 | 20 | 48 | 64 |

**СПИСОК ЛИТЕАТУРЫ:**

1. Богданова Т.Л.,Солодова Е.А. Биология: Справочник для старшеклассникови поступающих в вузы. - М.: АСТ-Пресс школа, 2003, 815с.

2. Заведея Т.Л. Биология: Справочник школьника и студента. - Ростов-на-Дону: Феникс, изд.центр Кредо, 2007, 751с.

3. Заяц Р.Г.,Рачковская И.В.,Стамбровская В.М. Пособие по биологии для абитуриентов. - Мн.: Вышэйшая школа, 1996, 510с.

4. Лисов Н.Д., Шелег З.И. Биология: в вопросах и ответах. - Мн.: Аверсев, 2004, 221с.

5. Мамонтов С.Г. Биология. Для школьников старших классов и поступающих в вузы. - М.: Дрофа, 2001, 542с.

6. Под редакцией Лемезы Н.А. Пособие по биологии: для поступающих в вузы.- Мн.: Юнипресс, 2001, 572с.

7. Солодовникова И.И.,Сандаков Д.Б. Билогия в терминах и понятиях. - Мн.: Аверсев, 2003, 159с.

8. Чебышев Н.В., Кузнецов С.В., Зайчикова С.Г. Билогия: Пособие для поступающих в вузы. - М.: Новая волна, 2002, в 2 томах

9. Шахович В.Н. Билогия: Пособие для школьников и абитуриентов. - Мн.: Книжный дом, 2006, 479с.

10. Шепелевич Е.И., Глушко В.М., Максимова Т.В. Биология для школьников и абитуриентов: Учебно-справочное пособие. - Мн.: Универсалпресс, 2007, 735с.

11. Шустанова Т.А. Пособие-репетитор для подготовки к ЕГЭ по биологии.- Ростов-на-Дону: Феникс, 2004, 539с.