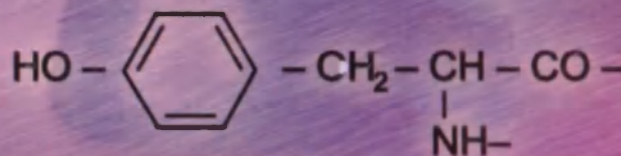
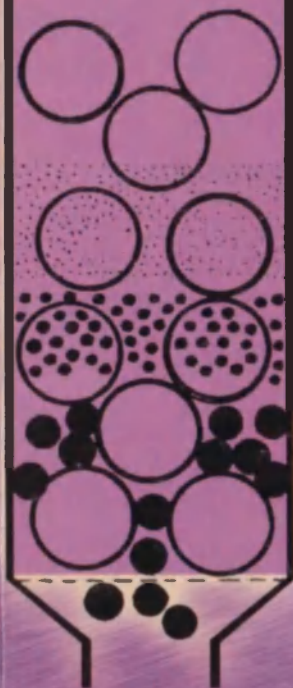


ПРАКТИКУМ З БІОХІМІЇ

для студентів
вищих навчальних
закладів
фізкультурного
профілю



Міністерство у справах сім'ї, молоді та спорту
Львівський державний університет фізичної культури
Кафедра біохімії та гігієни

**Лабораторний практикум
з біохімії
для студентів вищих навчальних
закладів фізкультурного профілю**

Львів – 2008

Зміст

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ В НАВЧАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ	4	
ВСТУП.....	5	
СТАТИЧНА БІОХІМІЯ		
1. ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК З РІЗНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ГРУПАМИ	6	
2. ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОЇ РЕАКЦІЇ БУФЕРНОЇ ЄМНОСТІ РОЗЧИПІВ	11	
3. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА МОНОСАХАРИДИ	19	
4. ВЛАСТИВОСТІ ДИ- 1 ПОЛІСАХАРИДІВ	23	
5. ВЛАСТИВОСТІ ЛІПІДІВ	32	
6. КОЛЬОРОВІ РЕАКЦІЇ АМІНОКИСЛОТ ТА БІЛКІВ	39	
7. РЕАКЦІЇ ОСАДЖЕННЯ БІЛКІВ	45	
8. ВЛАСТИВОСТІ ФЕРМЕНТІВ	55	
ДИНАМІЧНА БІОХІМІЯ		
1. ВЛАСТИВОСТІ ФЕРМЕНТІВ БІОЛОГІЧНОГО ОКИСЛЕННЯ	62	
3. ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТІВ ГЛІКОЛІЗУ В БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ	67	
4. ФЕРМЕНТАТИВНИЙ ГІДРОЛІЗ ЖИРІВ. ВИЗНАЧЕННЯ КЕТОГЕННИХ ТІЛ В БІОЛОГІЧНИХ РІДИНАХ.....	75	
5. ФЕРМЕНТАТИВНИЙ ГІДРОЛІЗ БІЛКІВ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ.....	82	
БІОХІМІЯ СПОРТУ		
1. БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ	94	
2. БІОХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЧІ	102	
3. ВИЗНАЧЕННЯ НЕОРГАНІЧНОГО ФОСФОРУ В СЕЧІ	109	
4. ВИЗНАЧЕННЯ СЕЧОВИНИ В СЕЧІ.....	114	
5. ВИЗНАЧЕННЯ КРЕАТИНІНУ В СЕЧІ	117	
ТЕСТИ З КУРСУ БІОХІМІЯ СПОРТУ	122	
ПЛАН РОБОТИ З ЗАГАЛЬНОЇ БІОХІМІЇ ДЛЯ СТУДЕНТІВ КОТРИ ПАВЧАЮТЬСЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ГРАФІКОМ.....		128
ПЛАН РОБОТИ З БІОХІМІЇ СПОРТУ ДЛЯ СТУДЕНТІВ КОТРИ ПАВЧАЮТЬСЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ГРАФІКОМ.....		131
ВІДПОВІДІ НА ТЕСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ.....		134
СЛОВНИК БІОХІМІЧНИХ ТЕРМІНІВ ТА ПОНЯТЬ.....		135

П РА В И Л А

техніки безпеки в навчальних лабораторіях кафедри біохімії та гігієни

1. В навчальній лабораторії повинно бути не більше 15 студентів.
2. Студенти повинні знати правила техніки безпеки і приступати до занять лише з дозволу викладача.
3. До виконання роботи допускаються студенти у спеціальному одязі (бавовняні халати).
4. Перед виконанням роботи студент повинен вивчити властивості речовин з якими буде працювати, а також правила техніки безпеки при роботі.
5. Лабораторні дослідження проводити так, щоб не пошкодити руки, обличчя, одяг та обладнання.
6. Дослідження з концентрованими кислотами, лугами та отруйними речовинами проводити (**обов'язково!**) під витяжною шафою.
7. Забороняється пробувати на смак які небудь речовини, що використовуються у роботі.
8. Не можна нахилитись над посудом і пробірки в яких нагріваються хімічні рідини.
9. При нагріванні пробірок з рідинами тримати отвором від себе і оточуючих.
10. Категорично заборонено використовувати речовини з посуду на якому відсутня етикетка (назва і т.п.).
11. В лабораторії забороняється:
 - а) їсти їжу;
 - б) шалити без догляду робоче місце;
 - в) захащувати проходи.
12. Студент зобов'язаний утримувати в чистоті робоче місце.
13. Всі, хто присутній в лабораторії повинні знати про місце знаходження аптечки з медикаментами, вміти надати першу медичну допомогу в разі необхідності.

Вступ.

Програма підготовки висококваліфікованих спеціалістів у галузі фізичного виховання і спорту вимагає глибокого оволодіння знаннями процесів життєдіяльності організму людини, в основі яких лежать біохімічні перетворення у клітині. Вивчення біохімії в закладах фізичної культури складає необхідні передумови для проходження інших медико-біологічних дисциплін.

Метою даних методичних вказівок є допомогти студентам на лабораторних заняттях краще засвоїти теоретичний матеріал, виробити навички до самостійної роботи в лабораторії, а також навчити їх найбільш важливих біохімічних методик, які можуть бути використані в подальшому навчанні і у практиці підготовки спортсменів.

Згідно з навчальною програмою методичні вказівки складаються з трьох розділів:

1. Статична біохімія.
2. Динамічна біохімія.
3. Біохімія спорту.

У розділі статична біохімія передбачені теми, які дають можливість опанувати особливості функціональних груп різних органічних речовин, типи активної реакції середовища та ємності буферних систем, властивості вуглеводів, ліпідів, білків та нуклеїнових кислот.

Розділ “Динамічна біохімія” вміщає теми по виявленню продуктів гліколізу, ферментативного гідролізу жирів та білків. Окрема тема присвячена углибоченню знань про ферменти як біологічні каталізатори.

Розділ “Біохімія спорту” складається з п’ятих тем, які є складовими біохімічного моніторингу, а саме: біохімічний аналіз м’язової тканини, біохімічне дослідження сечі, визначення неорганічного фосфору, сечовини і креатиніну в сечі.

СТАТИЧНА БІОХІМІЯ

Лабораторне заняття № 1.

ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК З РІЗНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ГРУПАМИ.

Теоретичний вступ.

Хімічні властивості органічних сполук визначаються особливостями їх будови та наявністю функціональних груп.

Під терміном *функціональні групи* розуміють реакційноздатні угруповання атомів (рідше окремі атоми), що входять до складу органічних сполук і надають їм певних хімічних властивостей.

До числа найважливіших для біохімії функціональних груп належать: гідроксильна (- OH), карбонільна (-C=O), карбоксильна (-COOH), тіолова (- SH), аміногрупа (первинна – NH₂, вторинна =NH і третинна =N). Можливі й інші функціональні групи, наприклад, сульфогрупа (- SO₃H), фосфатна група (- OPO₃H₂) та ін.

Для сполук із спиртовими групами найважливішими є реакції утворення алкоголятів, простих та складних ефірів, дегідратації, окислення; для сполук з карбонільною групою – окислення, відновлення, поліконденсації; для сполук з карбоксильною групою – електролітична дисоціація, утворення іонів типу аніонів.

У живих організмах широко представлені речовини із змішаними функціями, наприклад, альдегідоспирти HO-R-COH, спиртокислоти HO-R-COOH, кетокислоти OS-R-COOH, амінокислоти H₂N-R-COOH і т.п.

Властивості цих сполук залежать як від властивостей кожної функціональної групи зокрема, так і від особливостей взаємодії цих груп.

Мета: Знати класифікацію органічних сполук за наявністю функціональних груп, характерні хімічні властивості сполук, які беруть участь у біохімічних процесах живого організму, а також вміти їх виявляти за допомогою хімічних реакцій.

Програмні питання.

1. Поняття про функціональні групи.
2. Класифікація органічних сполук за функціональними групами.
3. Характерні реакції спиртів.
4. Характерні реакції альдегідів та кетонів.
5. Характерні реакції амінокислот.

Завдання для самостійної підготовки:

1. Основні положення теорії хімічної будови органічних сполук
О.М.Бутлерова.
2. Що розуміємо під назвою “органічні сполуки”?
3. Що називається вуглеводневим радикалом?
4. Які властивості вуглецевого атома визначають його провідне положення в утворенні органічних сполук?
5. Типи номенклатури органічних сполук (історична, раціональна, сучасна та міжнародна).
6. Що таке ізомерія органічних сполук; її види?
7. У чому суть гомології органічних сполук? Гомологічні ряди.
8. Що таке спирти? Їх функціональна група.
9. Напишіть рівняння утворення алкоголятів, дегідратації спиртів.
10. Напишіть рівняння окислення первинної спиртової групи на прикладі триатомного спирту гліцерину.
11. Чому стигловий спирт, на відміну від гліцерину, не розчиняє $\text{Cu}(\text{OH})_2$?
12. Що таке кетони? Їх функціональна група.
13. Що таке альдегіди? Їх функціональна група.
14. Чим відрізняються альдегіди від кетонів?
15. Якими якісними реакціями можна відкрити наявність альдегідної групи?
16. Напишіть рівняння реакцій окислення та відновлення альдегідів і кетонів.
17. Які органічні речовини називаються карбоновими кислотами? Їх функціональна група.
18. Наведіть приклади одно- і двоосновної карбонових кислот; дайте їм назву.

19. Чи володіють відновними властивостями мурашина та оцтова кислоти?
20. Напишіть рівняння реакції декарбоксілювання карбонових кислот на прикладі янтарної кислоти.
21. Що таке прості ефіри? Наведіть приклади.
22. Що таке складні ефіри? Наведіть приклади.
23. Характерними хімічними реакціями підтвердіть положення про те, що глюкоза є альдегідоспиртом.
24. Що таке аміни?
25. Функціональні групи амінокислот.

Рекомендована література:

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум / За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. / За ред. д.мед.н, професора О.Я. Складарова. – Київ, "Здоров'я" 2004. – 192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. – 744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛПІУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Складарова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.

Таблиці:

1. Класифікація органічних сполук.
2. Функціональні групи органічних сполук.
3. Характерні реакції альдегідів і кетонів.
4. Характерні реакції амінокислот.

Реактиви:

1. Хромова суміш.
2. Ліловий спирт.
3. 2% розчин сірчаноокислої міді.
4. 10% розчин їдконого натру.
5. Гліцерин.
6. Мурашиний альдегід.
7. 0,1% розчин амінокислоти.
8. 0,1% розчин нінгідрину.

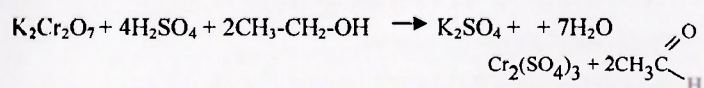
Обладнання:

1. Пробірки звичайні.
2. Піпетки.
3. Газові пальники.
4. Тримачі для пробірок.

ХІД РОБОТИ.

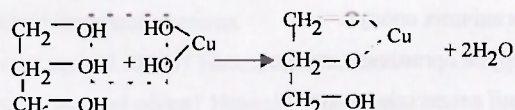
1. Окислення етилового спирту.

У пробірку наливають 3-4 мл (!) хромової суміші. Доливають близько 1 мл етилового спирту. Обережно (!) перемішують суміш струшуванням. Суміш сильно розігрівається і набуває зеленого забарвлення. Відчувається запах яблук, характерний для оцтового альдегіду.



2. Вілкриття багатоатомних спиртів.

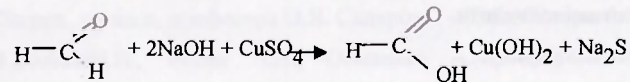
У пробірку наливають 2 мл розчину гідроксиду натрію і додають 2-3 краплі



розчину сірчанокислої міді. Утворюється осад синього кольору гідроксиду міді. До осаду додають декілька крапель гліцерину; осад розчиняється і розчин набуває блакитного забарвлення.

3. Відновлення альдегідами сполук міді.

У пробірку наливають 1 мл мурашиного альдегіду і додають 2-3 краплі розчину гідроксиду натрію. Тоді додають декілька крапель розчину сірчанокислої міді.



Випадає осад гідроксиду міді $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Верхню частину розчину нагрівають. Спостерігають появу жовтого осаду гідрату закису міді Cu^+OH , який поступово переходить у закис міді червоного кольору Cu_2O .

4. Реакція на аміногрупу (у складі амінокислоти).

У пробірку вносять 3 краплі 0,1% розчину амінокислоти і додають 2 краплі 0,1% розчину ніпгідрину. Перемішують і поміщають у киплячу водяну баню. При нагріванні з ніпгідрином амінокислота утворює сполуку, забарвлену у фіалковий колір.

Лабораторне заняття № 2.

ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОЇ РЕАКЦІЇ ТА БУФЕРНОЇ ЄМНОСТІ РОЗЧИНІВ.

Теоретичний вступ.

Активна реакція середовища (рН) має велике значення для протікання хімічних реакцій, особливо для реакцій, що забезпечують процеси життєдіяльності організму. Процеси розщеплення і синтезу, всмоктування, зміни потисності багатьох речовин знаходяться у тісному зв'язку з величиною рН крові, лимфи, тканин. Так, перетравлення білків у шлунку проходить у кислому середовищі (рН=1,5), а засвоєння жиру, навпаки, вимагає лужного середовища. Зміну рН середовища виявляють по зміні забарвлення індикатора.

Зміна рН відбувається повільно у розчинах, які складаються із певної комбінації солей, кислот і лугів, здатних зв'язувати водневі та гідроксильні іони. Здатність розчину протидіяти зміні концентрації водневих іонів при додаванні сильної кислоти або лугу одержала назву буферної дії.

Розчини, що володіють буферною дією, називаються *буферними розчинами*.

Інакше кажучи, буферним розчином називається розчин, здатний підтримувати постійність активної реакції середовища (рН) при додаванні сильної кислоти або сильного лугу, а також при розведенні водою.

Буферні системи відіграють виключно важливу роль в організмі людини, підтримуючи постійність активної реакції середовища у крові і тканинах. В організмі знаходиться декілька буферних систем. Це карбонатна (NaHCO_3 і H_2CO_3), фосфатна система (Na_2HPO_4 і NaH_2PO_4). Сильна буферна дія характерна для білків, що є амфолітами. Завдяки цим буферним системам концентрація водневих іонів у крові змінюється в дуже вузьких межах. Норма рН=7,36.

Мета: Вивчити будову дисперсних систем; склад і біологічну роль буферних систем та механізм їх дії.

Програмні питання.

1. Що таке ступінь дисоціації і що він визначає?
2. Іонний добуток води та його значення при 22° С.
3. Визначення поняття “активна реакція середовища”.
4. Що таке водневий показник і яке його значення у нейтральному, кислому та лужному середовищах?
5. Механізм буферної дії, буферна ємність; буферні системи організму.

Завдання для самостійної підготовки.

1. Що називається електролітичною дисоціацією?
2. Які особливості електролітичної дисоціації води?
3. Чим визначається величина буферної ємності?
4. Яка біологічна роль буферних систем організму?
5. Назвіть основні буферні системи крові.
6. Який склад гемоглобінового буфера?
7. Поясніть механізм дії фосфатної буферної системи.
8. Що називається ізоелектричною точкою?
9. Чому при регулюванні ваги тіла у спорті обмежують споживання солей?

Рекомендована література.

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Склярова. – Київ, “Здоров’я”2004. – 192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П, Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Мицько В., Гальків М., Клевещ М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с..Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Солярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Склярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.

Таблиці.

1. Класифікація дисперсних систем.
2. РН середовища.
3. Буферні системи організму.
4. Осмотичний тиск у живих клітинах.

Реактиви.

1. Соляна кислота (0,1 і 0,01 н. розчин).
2. Гідроксид натрію (0,1 і 0,01 н. розчин).
3. Фенолфталеїн (1% спиртовий розчин).
4. Метилловий червоний (1% спиртовий розчин).
5. Метилловий оранжевий (1% спиртовий розчин).
6. Оцтова кислота (0,1 н. розчин).
7. Оцтовокислий натрій (0,1 н. розчин).
8. Дистильована вода.

Обладнання.

1. Пробірки.
2. Піпетки.
3. Олівець для скла.

ХІД РОБОТИ.1. Зміна кольору індикатора.

Для кожного індикатора готують 3 пробірки. У першу наливають дистильовану воду, у другу – 0,01 н. розчин соляної кислоти, у третю – 0,01 н. розчин гідроксиду натрію. У кожен пробірку додають по 1-2 краплі індикатора. Перемішують і записують у таблицю одержаний колір.

Індикатор	Забарвлення розчину		
	нейтральне середовище	Кисле середовище	лужне середовище
Фенолфталеїн	безколірний	безколірний	малиновий
Метилловий червоний	червоний	червоний	жовтий
Метилловий оранжевий	оранжевий	червоний	жовтий

2. Вплив розведення на рН буферного розчину.

У пробірці готують буферну суміш, вливаючи 2 мл 0,1 н. розчину оцтової кислоти та 2 мл 0,1 н. розчину оцтовокислого натрію. 1 мл цієї суміші переносять в іншу пробірку і доливають 2 мл дистильованої води. У кожену

пробірку додають по 2 краплі індикатора метилевого червоного і обережно струшують.

Результати спостереження записують.

4. Вплив кислоти та лугу на pH буферного розчину.

У двох пробірках готують по 4 мл буферного розчину (як у досліді N2). У першу пробірку додають 5 крапель 0,1 н. розчину соляної кислоти, у другу – 5 крапель 0,1 н. розчину гідроксиду натрію, а потім у кожен пробірку – по 2 краплі індикатора метилевого червоного.

Результати спостереження та їх пояснення записують.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. На рахунок яких реакцій обміну речовин утворюється вода:

- а) гідролізу;
- б) іонного вмішування;
- в) окиснення жиру;
- г) аскірбокислювання.

2. Переважно на рахунок якої води тканини і органи мають достатню щільність і не втрачають своєї форми в нормальних умовах:

- а) вільної;
- б) зв'язаної.

3. Яка із перерахованих є водою повністю зв'язаною:

- а) гідратційна;
- б) іммобільна;
- в) мобільна.

4. Яка вода із перерахованих є основою крові, лімфи, міжклітинної рідини, травних соків, сечі:

- а) гідратційна;

16

- б) іммобільна;
- в) мобільна.

5. Яка вода із перерахованих може бути розчинником іонів та полярних молекул і має значення в їх переносі через мембрани:

- а) гідратаційна;
- б) іммобільна;
- в) мобільна.

6. Чи здатні різні стани води до взаємоперетворень:

- а) так
- б) ні

7. Від чого залежать втрати води організмом:

- а) фізичного навантаження;
- б) кліматичних факторів;
- в) особливостей обміну;
- г) стресових ситуацій;
- д) атмосферного тиску;
- е) рівня цукру в крові.

8. Коли має місце надлишок води в організмі:

- а) внаслідок споживання великої кількості рідини;
- б) при підвищеній кількості в раціоні харчування солей натрію;
- в) при надлишку в харчовому раціоні калію;
- г) при надлишку в харчовому раціоні кальцію.

9. До чого призводить нестача води в організмі після тривалих фізичних навантажень:

- а) порушення процесів обміну;
- б) згущення крові;

- в) розрідження крові;
- г) зниження продуктів обміну ;
- д) від'ємного азотистого балансу;
- е) підвищення температури тіла;
- є) позитивного азотистого балансу.

10. За рахунок яких мінеральних елементів забезпечується водно – солева рівновага в організмі:

- а) калію;
- б) натрію;
- в) кальцію;
- г) заліза;
- д) міді;
- е) фосфору.

11. При якому співвідношенні найкраще засвоюється в організмі кальцій і фосфор:

- а) 1 : 1,3 – 1,5;
- б) 1 : 2;
- в) 1,5 : 1;
- г) 1 : 1,5;
- д) 2 : 1;

12. Які іони безпосередньо беруть участь у скороченні м'язів:

- а) Zn^{2+} ;
- б) Ca^{2+} ;
- в) Na^{+} ;
- г) Cu^{2+} ;
- д) K^{+} ;
- е) Fe^{2+} ;
- є) Mg^{2+} .

13. Які мінеральні речовини беруть участь в утворенні буферних систем:

- а) бікарбонати;
- б) сульфати;
- в) фосфати;
- г) солі амонію;
- д) натрієві солі органічних кислот і білків;
- е) калієві солі органічних кислот і білків;
- є) нітрати;
- ж) хлориди.

14. Як впливає на мінеральний обмін гіподинамія:

- а) сприяє демінералізації кісткової тканини;
- б) посиленому виведенню кальцію з сечею;
- в) затримці натрію в організмі;
- г) посиленому виведенню натрію з сечею;
- д) втратою організмом заліза.

15. До яких змін в організмі призводить порушення водно – солевого балансу при тривалих спортивних навантаженнях:

- а) до втрати з сечею фосфатів;
- б) до втрати з потом хлоридів;
- в) до можливої судоми м'язів;
- г) до знепритомніння;
- д) до глюкозурії;
- є) до кетонемії і кетонурії;
- є) до зниження вмісту хлоридів у крові.

Лабораторне заняття № 3.

ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА МОНОСАХАРИДИ.

Теоретичний вступ.

Вуглеводи – велика група речовин, що складаються з вуглецю, водню і кисню. Деякі складні вуглеводи містять азот і сірку. В залежності від числа моносахаридів, що входять до їх складу, вуглеводи поділяються на групи: моносахариди, дисахариди та полісахариди.

Моносахариди являють собою альдегідо- або кетонспирти. Вони можуть існувати як в альдегідній (кетонній), так і в окисній (циклічній) формах. Завдяки цьому моносахариди в реакціях можуть проявляти властивості як альдегідів (кетонів), так і спиртів. Для якісного та кількісного визначення моносахаридів широко використовуються їх відновні та оптичні властивості.

Мета: Вивчити класифікацію та фізико-хімічні властивості моносахаридів, а також навчитись проводити якісні реакції на моносахариди.

Програмні питання.

1. Класифікація вуглеводів за функціональними групами та кількістю вуглецевих атомів (форми Коллі – Толленса і Хеуорсі).
2. Будова моносахаридів.
3. Асиметричні атоми вуглецю та стереізомерія в ряду моносахаридів (оптична ізомерія, α - і β -ізомерія).
4. Найважливіші представники моносахаридів; їх ациклічні та циклічні форми.
5. Моносахариди D і L-ряду.
6. Хімічні властивості моносахаридів.
7. Біологічна роль моносахаридів.

Завдання для самостійної підготовки:

1. За якими ознаками речовини відносяться до класу вуглеводів? Їх поширення у природі.
2. Які функціональні групи входять до складу молекули вуглеводів?
3. Як класифікуються вуглеводи в залежності від кількості вуглецевих атомів у молекулі?
4. Які вуглеводи називаються моносахаридами?
5. Поділ простих вуглеводів на групи за числом вуглецевих атомів і за функціональними групами.
6. Що називається альдозою, кетозою?
7. Напишіть рівняння реакції утворення складних ефірів глюкози і фруктози з фосфорною кислотою.
8. Напишіть рівняння реакції окислення глюкози за альдегідною групою і за первинною спиртовою групою.
9. Як можна виявити глюкозу, фруктозу?
10. Навести приклади (у вигляді структурних формул) стереоізомерів моносахаридів.
11. Напишіть ізомери глюкози.
12. Напишіть рівняння реакції утворення α -глюкози і β -фруктози з сахарози.
13. Напишіть формули будови відкритої форми глюкози, фруктози.
14. Напишіть циклічні формули будови глюкози, фруктози.

Рекомендована література:

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Скларова. – Київ, “Здоров’я”2004. – 192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.

5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Мишко В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Остапенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с..Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Солярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Склярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Яковенко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.

Таблиці.

1. Класифікація вуглеводів.
2. Рибоза, дезоксирибоза.
3. Глюкоза.
4. Фруктоза.
5. Хімічні властивості моносахаридів.

Реактиви.

1. Розчин глюкози – 3%.
2. Розчин фруктози.
3. Реактив Тромера.
4. Реактив Ніландера.
5. Реактив Селіванова.

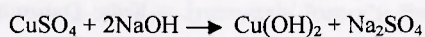
Обладнання.

1. Пробірки.
2. Газовий пальник.
3. Піпетки.
4. Тримачі пробірок.

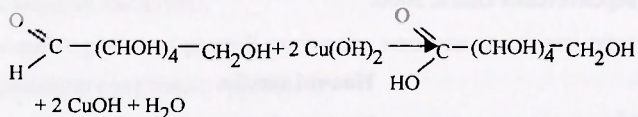
ХІД РОБОТИ.

1. Реакція Тромера.

Розчин глюкози в лужному середовищі відновлює окисну мідь до закисної. Перший етап реакції полягає в утворенні гідроксиду міді при взаємодії CuSO_4 і NaOH .



При нагрівання гідроксид міді відновлюється в гідрат закису міді жовтого кольору, а карбонільна група глюкози окислюється до карбоксильної (глюконова кислота).



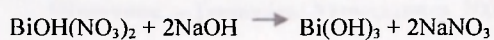
Жовтий гідрат закису міді при подальшому нагріванні втрачає молекулу води і переходить в закис міді червоного кольору.



У пробірку наливають 2 мл 3% розчину глюкози, додають рівний об'єм 5% розчину NaOH і по краплях 5% розчину сірчаної кислоти міді (CuSO_4) до утворення осаду блакитного кольору, який не зникає (осад Cu(OH)_2). Верхню частину вмісту пробірки нагрівають. Випадає осад закису міді червоного кольору.

2. Реакція Ніландера.

Вона полягає у відновленні цукратами окисного вісмуту в металічний. Реактив Ніландера містить основний азотнокислий вісмут, сегнетову сіль та NaOH . Сегнетова сіль ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$) додається для того, щоб гідрат окису вісмуту не випадав в осад.



Полісахариди – високомолекулярні сполуки. До їх складу входять сотні і тисячі залишків моносахаридів. Молекули деяких полісахаридів мають нерозгалужений ланцюг залишків моносахаридів (клітковина), в інших – ланцюги багатократно розгалужені (амілопектин, крохмаль, глікоген).

Мета: Вивчити будову і властивості дисахаридів і полісахаридів та їх біологічну роль, а також навчитись проводити характерні для них якісні реакції.

Програмні питання.

1. Які вуглеводи називаються дисахаридами? Їх біологічна роль.
2. Поняття глюкозид-глюкозидний і глюкозид-гідроксильний зв'язок.
3. Відновлюючі та невідновлюючі дисахариди.
4. Які вуглеводи називаються полісахаридами; їх біологічна роль?
5. Будова крохмалю і глікогену.
6. Гідроліз крохмалю.
7. Важливі похідні вуглеводів.

Завдання для самостійної підготовки:

1. Напишіть структурні формули сахарози, мальтози, лактози.
2. Назвіть глюкозиди, що містять глюкозид-глюкозидний і глюкозид-гідроксильний зв'язки.
3. Напишіть рівняння гідролізу сахарози і мальтози.
4. Що таке 1-2- і 1-4- глюкозидні зв'язки і яке їх значення у побудові дисахаридів і полісахаридів?
5. Що називається інверсією?
6. Що таке інвертний цукор і яке його застосування у спортивній практиці?
7. Які типи зв'язків зустрічаються у молекулі глікогену?
8. Яка форма глюкози бере участь у побудові клітковини?
9. Напишіть рівняння реакції фосфоролізу глікогену.
10. Перечисліть продукти гідролізу дисахаридів і полісахаридів.
11. Напишіть схему гідролізу крохмалю.
12. Що таке декстрини?
13. Чи свідчить позитивна реакція Фелінга про повний гідроліз крохмалю до глюкози?

- 14 Якими будуть результати реакції Фелінга з глікогеном?
- 15 Навіть, відомі вам мукополісахариди і вкажіть на їх біологічну роль.

Рекомендована література.

- 1 Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг.редакцією Я.І. Гончарького.- Тернопіль:Укрмедкнига, 2001.-288с.
- 2 Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /Ін редакцією д.мед.п, професора О.Я. Склярова. – Київ, “Здоров’я”2004. – 192с.
- 3 Волков П.Н., Песеп Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия высшейшей деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
- 4 Гончарький Я.І., Максимчук Т.П, Калинский М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.
- 5 Губельний Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
- 6 Машко В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у біологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ІНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
- 7 Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с..Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Солярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
- 8 Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Склярова.- Київ: Здоров'я, 2002. 298с.
- 9 Яноценко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.

Таблиці

- 1 Класифікація вуглеводів.
- 2 Спирози.
- 3 Мальтоза.
- 4 Лактоза.

5. Будова глікогену.
6. Амілоза, амілопектин.
7. Схема гідролізу крохмалю.
8. Мукополісахариди.

Реактиви.

1. 1% розчин сахарози.
2. 1% розчин мальтози.
3. 1% розчин лактози.
4. 1% розчин крохмалю.
5. Реактив Фелінга.
6. Реактив Селіванова.
7. 1 н. розчин сірчаної кислоти.
8. 2 н. розчин їдкого натру.
9. Реактив Люголя.

Обладнання:

1. Пробірки.
2. Піпетки на 1, 2, 5, 10 мл.
3. Газові пальники.
4. Тримачі для пробірок.
5. Олівці для скла.

ХІД РОБОТИ.

I. Відновлювальні властивості дисахаридів.

Дисахариди в залежності від способу зв'язку моносахаридів у їх молекулі проявляють різну відновлюючу здатність.

У три пробірки наливають по 2 мл 1% розчинів: у I-у пробірку - сахарози, у II-у - мальтози, у III-ю - лактози. У кожен пробірку додають рівний об'єм (по 2 мл) Фелінгової рідини, що складається з 1 мл реактиву Фелінга №1 і 1 мл реактиву Фелінга №2). Усі пробірки нагрівають до початку кипіння. У пробірці із сахарозою не спостерігається відновлення міді, у двох інших з'являються осадки окисної міді (мідь з 2-валентної відновлюється до 1-валентної).

Напишіть структурні формули цих дисахаридів і поясніть різну взаємодію з гідрогеном окису міді.

2. Кислотний гідроліз сахарози.

Як відомо, сахароза не дає реакції відновлення. Але, якщо сахарозу гідролізувати, порівнюючи її з кислотою, і звільнити таким чином глюкозидні гідроксили, то утворяться глюкоза і фруктоза, суміш яких здатна давати реакції відновлення.

В пробірку наливають 4 мл розчину сахарози, додають 1 мл сірчаної кислоти і кип'ячать 2 хвилини. Розчин нейтралізують розчином їдкого натру потім додають 1 мл Фелінгової рідини, що складається з 1 мл реактиву Фелінга №1 і 1 мл реактиву Фелінга №2 і кип'ячать.

3. Відкриття фруктози у складі дисахаридів.

Напишіть у три пробірки по 2 мл розчинів сахарози, мальтози, лактози. У кожній пробірці проводять реакцію Селіванова (див. попередню лабораторну роботу).

Сахароза збудована із залишків глюкози та фруктози, тому легко дає реакцію на кетони з утворенням оксиметилфурфуролу вишнево-червоного кольору.

4. Якісна реакція на полісахариди.

а) У пробірку наливають 1 мл крохмалю і додають 1-2 краплі реактиву Люголя (розчин І в КІ). Крохмаль з йодом вступають у комплексну сполуку, яка має синій колір. Реакція вважається якісною реакцією на крохмаль.

б) У пробірку наливають 2 мл крохмалю і рівний об'єм (2 мл) реактиву Фелінга. Нагрівають. Цегляно-червоне забарвлення не з'являється.

Здатність відновлювати оксиди металів полісахариди не володіють – гідроксильні гідроксили зв'язані. Вона з'являється лише після гідролізу крохмалю до мальтози і глюкози.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Яке співвідношення атомів С, Н і О у молекулі вуглеводів:

- а) 1:4:1;
- б) 1:2:1;
- в) 2:1:1;
- г) 1:2:1.

2. На які групи поділяються вуглеводи, в залежності від кількості атомів карбону:

- а) кетози та альдозиди;
- б) моно-, оліго- і полісахариди;
- в) біози, тріози, тетрази, пентози, гексози, ...;
- г) полігідроксиальдегіди і полігідроксикетони.

3. Які функціональні групи характерні для вуглеводів:

- а) карбоксильна та аміногрупа;
- б) карбоксильна та гідроксильна;
- в) гідроксильна та карбонільна група;
- г) карбонільна та аміногрупа.

4. Явище стереоізомерії у вуглеводів зумовлено наявністю:

- а) карбонільної групи;
- б) аміногрупи;
- в) асиметричних атомів карбону;
- г) атомів кисню.

5. Які з запропонованих пар вуглеводів є аномери:

- а) глюкоза, фруктоза;
- б) D-глюкоза L-глюкоза;
- в) альфа-глюкоза, бета-глюкоза;
- г) глюкоза, маноза.

6. Циклічні ізомери утворюють:

- а) альфа- і бета- форми в залежності від розташування глікозидного гідроксилу;
- б) D- і L-ряд в залежності від розташування глікозидного гідроксилу;
- в) альфа- і бета- форми в залежності від розташування водню і гідроксилу біля найбільш віддаленого від карбонільної групи асиметричного атома карбону;
- г) D- і L-ряд в залежності від розташування водню і гідроксилу біля найбільш віддаленого від карбонільної групи асиметричного атома карбону;

7. Які з вказаних просторових ізомерів є епімерами:

- а) глюкоза, арабіноза;
- б) арабіноза, галактоза;
- в) глюкоза, маноза;
- г) маноза, арабіноза.

8. Які з перелічених вуглеводів не володіють властивостями відновника:

- а) глюкоза;
- б) мальтоза;
- в) лактоза;
- г) сахароза.

9. В результаті окислення альдоз утворюються:

- а) кислоти;
- б) спирти;
- в) альдегіди;
- г) кетони.

10. Які з вказаних вуглеводів містять у своєму складі бета-D-фруктозу:

- а) мальтоза;
- б) сахароза;
- в) лактоза;
- г) галактоза.

11. Які моносахариди утворюються при кислотному гідролізі лактози:

- а) два залишки D-глюкози;
- б) альфа-D-глюкоза і бета-D-галактоза;
- в) D-глюкоза і D-фруктоза;
- г) два залишки D-манози.

30

12. Який моносахарид є продуктом повного гідролізу глікогену:

- а) D-фруктоза;
- б) глюкозо-1-фосфат;
- в) глюкозо-6-фосфат;
- г) D-глюкоза.

13. Який моносахарид утвориться при повному гідролізі крохмалю:

- а) D-галактоза;
- б) альфа-D-глюкоза;
- в) D-фруктоза;
- г) D-фруктозо-6-фосфат.

14. Який моносахарид утвориться при повному гідролізі целюлози:

- а) бета-D-глюкоза;
- б) D-фруктоза;
- в) альфа-D-глюкоза;
- г) D-галактоза.

15. Який вуглевод відноситься до гетерополісахаридів:

- а) арабіноза;
- б) гепарин;
- в) глікоген;
- г) крохмаль.

16. Який вуглевод відноситься до гомополісахаридів:

- а) сахароза;
- б) гепарин;
- в) гіалуронова кислота;
- г) крохмаль.

17. Які речовини є структурними компонентами нейрамінової кислоти:

- а) складається з залишків манозаміну і пірувату;
- б) з залишків арабінози;
- в) є продуктом конденсації галактози і глюкозаміну;
- г) містить глюкуронат і N-ацетилгалактозамінсульфат, які зв'язані бета-1,3 і бета-1,4-глюкозидними зв'язками.

18. Які речовини є структурними компонентами гіалуронової кислоти:

- а) дві молекули мальтози;
- б) дві молекули бета-глюкози;
- в) глюкозамін, глюкуронат, ацетат;
- г) галактозамін, глюкуронат, сірчана кислота.

19. З перелічених тверджень виберіть правильне:

- а) складовими компонентами целюлози є – альфа-глюкоза;
- б) при кислотному гідролізі крохмалю утворюється мальтоза;
- в) при дії на мальтозу мальтази утворюється альфа-глюкоза;
- г) продуктами гідролізу багатьох полісахаридів є пентози і їх похідні.

20. З перелічених тверджень виберіть правильне:

- а) циклічні форми моносахаридів в розчині здебільшого переважають над відкритою ланцюговою формою;
- б) глікоген-білий порошок, що не розчиняється у воді
- в) моносахариди – речовини, які розчиняються в органічних розчинниках;
- г) при окисненні альдоз і кетоз утворюються багатоатомні спирти.

Лабораторне заняття № 5.

ВЛАСТИВОСТІ ЛІПІДІВ.

Теоретичний вступ.

Під назвою «ліпіди» об'єднані дві великі групи речовин: жири (нейтральні жири) та ліпоїди (жироподібні речовини). Жири та ліпоїди подібні за фізико-хімічними властивостями і відрізняються за хімічною будовою.

Жири – складні ефіри триатомного спирту гліцерину та високомолекулярних жирних кислот. Жирні кислоти, що зустрічаються у жирах, бувають насичені та ненасичені. Фізико-хімічні властивості жирів залежать від природи жирних кислот, що входять до їх складу.

Ліпоїди – складні ефіри спиртів та жирних кислот, до складу яких можуть входити й інші речовини. Спирти, що входять до складу ліпоїдів, можуть бути триатомні (гліцериди) та одноатомні - циклічні (цереброзиди, стериди, воски).

Мета: Знати будову і властивості ліпідів та їх біологічну роль, а також навчитись проводити характерні для них якісні реакції.

Програмні питання.

1. Загальна характеристика і класифікація ліпідів.
2. Біологічна роль та енергетична цінність жирів.
3. Будова нейтральних жирів та їх фізико-хімічні властивості.
4. Жирні кислоти, що входять до складу природних жирів. Значення ненасичених жирних кислот.
5. Емульгування жирів та біологічне значення цього процесу.
6. Класифікація та біологічна функція ліпоїдів; будова фосфоліпідів.

Завдання для самостійної підготовки.

1. Які речовини називаються ліпідами? Основні класи ліпідів.
2. Які складові частини однакові для всіх ліпідів, що відносяться до складних ефірів?

3. Перечисліть основні функції ліпідів.
4. Які жири називаються структурними і які резервними?
5. Де депонується (відкладається) жир в організмі людини?
6. Яка фізіологічна роль підшкірного жиру?
7. Які жирні кислоти переважають у тканинах – з парними чи непарними числами вуглецевих атомів?
8. Чим відрізняються тригліцериди, що входять до складу жирів тіла людини від тригліцеридів, що входять до складу жирів рослинного походження?
9. Яка роль фосфоліпідів в організмі?
10. Які тригліцериди називаються простими і які змішаними?
11. Напишіть структурні формули моно-, ди- і тригліцериду.
12. Напишіть формулу жиру.
13. Напишіть рівняння реакції гідрогенізації, гідролізу та окислення триолеїну.
14. Яка властивість характерна для всіх ліпідів?
15. Що таке мила?
16. Чому водний розчин мила має лужну реакцію? Підтвердіть рівнянням реакції.
17. Які жирні кислоти називаються насиченими, ненасиченими?
18. Вкажіть на відмінність у структурі насичених та ненасичених жирних кислот.
19. Чим відрізняються за своїми фізичними властивостями насичені та ненасичені вищі жирні кислоти?
20. Яка роль вільних жирних кислот в організмі?
21. Чим відрізняються тверді жири від рідких?
22. Яке значення холестерину?

Рекомендована література.

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум / За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. / За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Склярова. – Київ, “Здоров’я”2004. – 192с.

3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. – 744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с..Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Солярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Склярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.

Реактиви.

1. Рослинний жир.
2. Бензин.
3. Хлороформ.
4. Ефір.
5. Ацетон.
6. 1% спиртовий розчин їдкою калію КОН.
7. 1% розчин р-н гідрокарбонату натрію.
8. 1% розчин яєчного білка.
9. Медична жовч.
10. Дистильована вода.

Обладнання.

1. Пробірки.
2. Пробірки широкі.

3. Зворотний холодильник.
4. Водяна баня.
5. Піпетки на 5 і 10 мл.
6. Олівці для скла.

ХІД РОБОТИ.

1. Розчинність жирів.

У 5 сухих пробірок наливають 3-4 краплі рослинного жиру. В 1-у пробірку додають 2-3 мл води; у II-гу – 2-3 мл бензину; у III-ю – 2-3 мл. хлороформу; в IV-у – 2-3 мл ефіру і в V-у – 2-3 мл ацетону. Струшують. Порівнюють розчинність жиру в органічних розчинниках і у воді.

Жири добре розчиняються в органічних розчинниках, але нерозчинні у воді.

2. Емульгування жирів.

У 6 пробірок поміщають по 3-4 краплі рослинного жиру і по 3 мл води. Потім у другу пробірку додають декілька крапель 1% розчину їдкого калію, у третю - 1% розчину соди, в четверту - 1% розчину мила, у п'яту - розчину білка, у шосту – стільки ж жовчі. Перша пробірка, у яку нічого не додають, служить контролем.

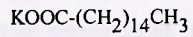
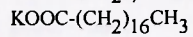
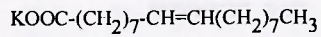
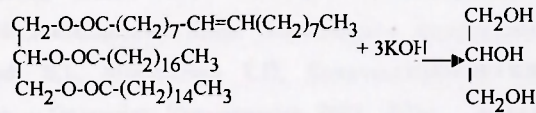
Вміст усіх пробірок старанно перемішують струшуванням, ставлять по порядку у штатив і через 5 хв. спостерігають стійкість емульсії. Жири не розчиняються у воді, а утворюють нестійкі емульсії. При додаванні емульгаторів утворюється стійка емульсія. Встановлюють, який емульгатор найсильніший.

3. Гідроліз (омилення жиру).

20 крапель рослинного жиру змішують у широкій пробірці з 5-6 мл спиртового розчину їдкого калію. Пробірку нагрівають на киплячій водяній бані, закривши корком з довгою скляною трубкою (зворотнім холодильником) до повного омилення. Показником цього може служити відсутність утворення жирних плям на поверхні води, в яку додана крапля гідролізату.

При лужному гідролізі жирів утворюються продукти їх нейтралізації лугом – солі жирних кислот, які називають милами, наприклад: $C_{17}H_{35}COOK$ – стеариновокислий калій (рідке мило).

Реакція омилення жиру:



ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Яку роль в організмі людини відіграють жири:

- а) структура мембран;
- б) джерело енергії;
- в) терморегуляція;
- г) гормональна.

2. Холін, коламін і серин – входять до складу:

- а) нейтральних жирів;
- б) фосфатидів;
- в) восків;
- г) стероїдів.

3. Скільки енергії виділяється при розщепленні 1 г жиру:

- а) 17,6 кДж;
- б) 38,9 кДж;
- в) 4,5 кДж;
- г) 9,3 кДж.

4. Сфінгозин входить до складу:

- а) сфінгофосфоліпідів;
- б) нейтральних жирів;
- в) восків;
- г) стеринів.

5. До яких сполук належать ліпіди:

- а) гідрофільних;
- б) гідрофобних;

- в) ліофільних;
 - г) гелеподібних.
6. Холестерин належить до:
- а) стероїдів;
 - б) фосфоліпідів;
 - в) нейтральних жирів.
7. Який хімічний склад молекули нейтрального жиру:
- а) амінокислота + гліцерин + фосфорна кислота;
 - б) трижирні кислоти + гліцерин;
 - в) гліцерин + амінокислота;
 - г) амінокислота + глюкоза.
8. Церебрози відносяться до:
- а) нейтральних жирів;
 - б) глікофінголіпідів;
 - в) стероїдів;
 - г) восків.
9. У яких розчинниках жири не розчинні:
- а) вода;
 - б) спирт;
 - в) ефір;
 - г) бензин.
10. У результаті гідролізу цереброзидів утворюється:
- а) вуглевод, сфінгозин, жирна кислота;
 - б) сфінгозин, амінокислота;
 - в) жирна кислота, гліцерин;
 - г) гліцерин, фосфорна кислота, жирна кислота.
11. Які ліпіди не омилуються:
- а) нейтральні жири;
 - б) фосфоліпіди;
 - в) гліколіпіди;
 - г) стероїди.

12. Рідкі мила – це:

- а) Na солі жирних кислот;
- б) K солі жирних кислот;
- в) Ca солі жирних кислот;
- г) Mg солі жирних кислот.

13. Тверді мила – це:

- а) Na солі жирних кислот;
- б) K солі жирних кислот;
- в) Ca солі жирних кислот;
- г) Mg солі жирних кислот.

14. Емульгатори впливають на:

- а) стійкість емульсії;
- б) йодне число жиру;
- в) тіолітичне розщеплення;
- г) агрегатний стан жиру.

15. Маргарин отримують в результаті:

- а) реакції гідрогенізації;
- б) реакції дегідрогенізації;
- в) гідролізу;
- г) гідратації.

16. Йодне число – це:

- а) ступінь ненасиченості жиру;
- б) ступінь насиченості жиру;
- в) ступінь гідролізу жиру;
- г) ступінь емульгованості жиру.

17. Що впливає на температуру плавлення жиру:

- а) довжина вуглецевого скелету жирних кислот;
- б) наявність у складі жирів гліцерину;
- в) співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот;
- г) присутність фосфорної кислоти.

18. Яка речовина не утворюється в результаті гідролізу сфінгомеліну:

- а) сфінгозин;
- б) жирна кислота;
- в) фосфорна кислота;
- г) гліцерин.

19. Похідні циклопентанпергідрофенантрону:

- а) стерини;
- б) тригліцериди;
- в) воски;
- г) фосфоліпіди.

Лабораторне заняття № 6.

КОЛЬОРОВІ РЕАКЦІЇ АМІНОКИСЛОТ ТА БІЛКІВ.

Теоретичний вступ.

Білки – найважливіша складова частина клітин і тканин кожного живого організму. Вони виконують в організмі численні функції: служать пластичним матеріалом клітин, транспортують речовини, необхідні для процесів життєдіяльності (напр.: гемоглобін транспортує кисень), каталізують всі реакції обміну речовин (ферменти), виконують захисну функцію (антитіла, антигени, фактори зсідання крові) та ін.

Білки поділяють на дві великі групи: прості білки (протеїни) та складні білки (протеїди). Простими називають білки, які при гідролізі (кислотному, лужному, ферментативному) розпадаються тільки на амінокислоти. Складні білки побудовані з простих білків і небілкових компонентів (простетичних груп), якими можуть бути нуклеїнові кислоти, Г Е М і його похідні, вуглеводи, ліпіди та ін.

Наявність білків можна відкрити за допомогою цілого ряду кольорових реакцій, які властиві складовим частинам білка – амінокислотам або угрупованням, утвореним ними. Так, поліпептиди та білки дають біуретову реакцію, характерну для пептидного (кисотно-амідного) зв'язку, який є основним зв'язком білкової молекули. Всі амінокислоти дають позитивну реакцію з нінгідрином.

Деякі амінокислоти (тирозин, триптофан, фенілаланін, цистин, аргінін, гістидин) та їх залишки дають кольорові реакції, характерні для цих амінокислот.

Мета: Вивчити класифікацію, будову та властивості амінокислот. Утворення пептидного зв'язку, а також проводити кольорові реакції амінокислот та білків.

Програмні питання.

1. Що таке білки? Їх біологічна роль.
2. Класифікація амінокислот. Їх будова та властивості.
3. Замінні та незамінні амінокислоти.
4. Пептидний зв'язок та його утворення.
5. Структура та класифікація білків.
6. Коротка характеристика простих і складних білків.

Завдання для самостійної підготовки:

1. Перелічіть основні функції білків.
2. Відмінність білків від жирів і вуглеводів (за елементарним складом).
3. Сірковмісні амінокислоти. Навести приклади.
4. Циклічні амінокислоти. Навести приклади.
5. Чому за допомогою біуретової реакції не можна виявити вільні амінокислоти?
6. Напишіть рівняння реакції утворення дипептиду.

Рекомендована література.

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль:Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Скларова. – Київ, “Здоров’я”2004. – 192с.

3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. – 744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с. Практикум з біологічної хімії/ За ред. О.Я. Солярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред. О.Я. Складарова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.

Таблиці.

1. Класифікація білків.
2. Класифікація амінокислот.
3. Замінні та незамінні амінокислоти.
4. Молекулярні маси деяких білків.

Реактиви.

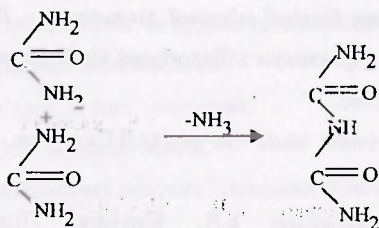
1. Білок яєчний нерозведений і 1% розчин білка.
2. Гідроксид натрію, 10% і 30% розчини.
3. Мідь сірчанокисла, 1% розчин.
4. Азотна кислота концентрована.
5. Желатин, 1% розчин.
6. Оцтова кислота льодяна.
7. Сірчана кислота концентрована.
8. Свинець оцтовокислий, 5% розчин.

Обладнання.

1. Пробірки .
2. Газові пальники.
3. Тримачі для пробірок.
4. Олівці для скла.
5. Піпетки на 1 мл.

ХІД РОБОТИ.1. Біуретова реакція.

У лужному середовищі в присутності солей міді білки дають червоно-фіолетове



або синьо-фіолетове забарвлення. Реакція зумовлена присутністю в білку пептидних зв'язків, які утворюють з іонами міді солеподібні комплексні сполуки. Інтенсивність забарвлення залежить від кількості пептидних зв'язків.

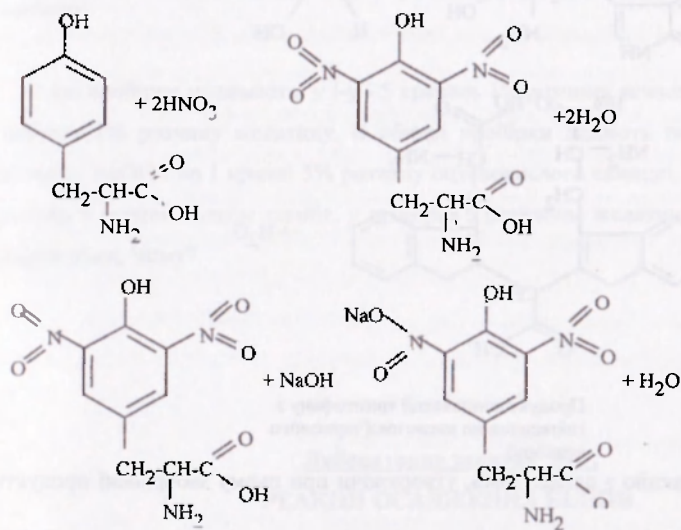
Свою назву біуретова реакція одержала від похідного сечовини – біурету, який також дає реакцію.

У пробірку наливають 5-6 крапель 1% розчину яєчного білка, рівний об'єм 10% розчину гідроксиду натрію і 1 краплю 1% розчину сірчанокислої міді. Перемішують і спостерігають появу фіалкового забарвлення, що засвідчує про присутність у білковій молекулі пептидних зв'язків.

2. Ксантопротеїнова реакція.

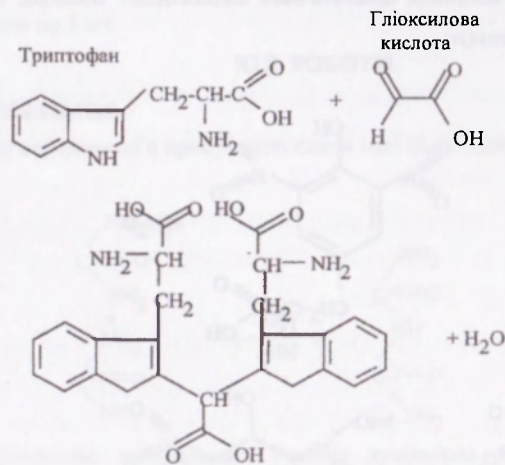
При додаванні до розчину білка концентрованої азотної кислоти білок спочатку випадає в осад, а потім при нагріванні розчиняється і рідина забарвлюється у жовтий колір. Ця реакція підтверджує присутність у білку ароматичних амінокислот (фенілаланіну, тирозину, триптофану) і базується на утворенні нітропохідних цих амінокислот.

У пробірку наливають 5-6 крапель 1% розчину яєчного білка і 2-3 краплі концентрованої азотної кислоти. **Обережно!** Нагрівають і спостерігають появу жовтого забарвлення. Після охолодження у пробірку додають 10 крапель 30% розчину їдкого натру (NaOH). Жовте забарвлення переходить в оранжеве внаслідок нітрування залишків ароматичних амінокислот білкової молекули з утворенням полінітросполук.



Реакція Адамкевича.

При додаванні до розчину білка незначної кількості гліоксилової кислоти у присутності концентрованої сірчаної кислоти утворюється червоно-фіолетове забарвлення. Ця реакція зв'язана з присутністю у молекулі білка амінокислоти триптофану і базується на здатності триптофану в кислому середовищі

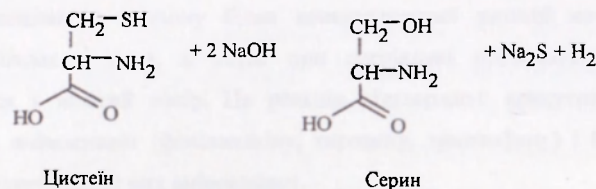


Продукт конденсації триптофану з гліоксиловою кислотою (червоного кольору)

вступати у реакцію з альдегідами, утворюючи при цьому забарвлені продукти конденсації.

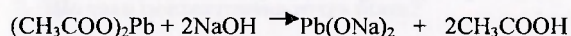
4. Реакція Фоля.

При додаванні до розчину білка 30% розчину лугу, оцтовокислого свинцю і з наступним кип'ятінням, розчин починає темніти. Реакція зумовлена присутністю у білку сірковмісних амінокислот: цистину, цистеїну і метіоніну. Ці амінокислоти



при нагріванні у присутності міцного лугу руйнуються, утворюючи сірчистий натрій.

Оцтовокислий свинець реагує з лугом, утворюючи плюмбіт натрію:



↓ Чорний осад

Сірчистий натрій при взаємодії з плюмбітом утворює чорний осад сірчистого свинцю:

У дві пробірки наливають: у 1-у - 5 крапель 1% розчину яєчного білка і у 1-у - 5 крапель 1% розчину желатину. В обидві пробірки додають по 5 крапель 30% розчину NaOH і по 1 краплі 5% розчину оцтовокислого свинцю. Після нагрівання розчин з яєчним білком темніє, у пробірці з розчином желатину забарвлення не з'являється. Чому?

Лабораторне заняття № 7.

РЕАКЦІЇ ОСАДЖЕННЯ БІЛКІВ.

Теоретичний вступ.

Для осадження білка необхідно позбавити його факторів, що утримують його в розчині.

Нативні білки під впливом зміни рН, підвищення температури, опромінення хвилями різних довжин, радіоактивного випромінювання, а також ряду хімічних речовин (органічних розчинників, важких металів та ін.) зазнають змін у просторовій структурі молекули. У результаті цих змін білок втрачає здатність розчинятися у звичайних для нього розчинниках (вода, солеві розчини та ін.), втрачає свої гідрофільні властивості і набуває гідрофобних. Всі ці зміни входять у поняття денатурації. Пептидні зв'язки у білках при денатурації не гідролізуються.

Фактично процес денатурації білка зводиться до руйнування нативної вторинної і третинної структури, що, як правило, призводить до втрати ним біологічних властивостей.

Реакції осадження білків можна розділити на дві групи:

1) незворотні реакції осадження, при яких білки зазнають глибоких змін і не можуть бути знову розчинені. Наступає денатурація білка. До незворотніх реакцій відносяться: осадження білка солями важких металів, алкалоїдними реактивами, мінеральними й органічними кислотами, високою температурою.

2) зворотні реакції осадження, при яких осаджені білки не зазнають глибоких змін і тому одержані осадки білків можуть бути розчинені у воді. Молекула білка при цьому зберігає свої властивості і не піддається денатурації.

До зворотніх реакцій слід віднести осадження білків органічними розчинниками (спиртом чи ацетоном) і висолювання білків (осадження під впливом розчинів нейтральних солей: NH_4Cl , NaCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ та ін.)

Мета: Вивчити фізико-хімічні властивості білків, зворотні і незворотні реакції осадження білків, а також навчитись осаджувати білки.

Програмні питання.

1. Колоїдні властивості білків та їх розчинів.
2. Біологічна роль білків.
3. Денатурація білків і фактори, які їх викликають.
4. Зворотні і незворотні реакції осадження білків.

Завдання для самостійної підготовки.

1. До яких дисперсних систем відносяться білкові розчини?
2. Від чого залежить стійкість колоїдних білкових розчинів?
3. Від чого залежить розчинність білка? Які фактори стабілізують білок в розчині?
4. Що таке гідроліз білка і які види гідролізу Ви знаєте?
5. Що називається амфотерністю білка?

6. Як ведуть себе амінокислоти і білки у водному розчині і в присутності залишку кислоти або лугу?
7. Що таке ізoeлектрична точка білка?
8. Що називається ізoeлектричним станом білка? Які властивості білка у цьому стані?
9. Яка залежність існує між амінокислотним складом білка і його ізoeлектричною точкою?
10. Чи впливає зміна рН розчину на просторову структуру білка? Чому?
11. Що таке денатурація білка? Які фактори, що денатурують білки, вам відомі?
12. Що відбувається з білками при кип'ятінні?
13. Які загальні механізми осадження білків із розчинів і чому білки найкраще осаджуються в ізoeлектричній точці?
14. Чи можна осадити білки спиртом?
15. Як діють солі важких металів на білки?
16. Що таке висолювання білків?
17. Чому при отруєнні солями важких металів дають яєчний білок або молоко?

Рекомендована література.

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Скларова. – Київ, "Здоров'я"2004. – 192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.

6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с..Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Солярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Склярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.

Таблиці.

1. Хімічні властивості білка.
2. Білки – амфотерні сполуки.
3. Денатурація білка.
4. Амінокислоти, що входять до складу білків та їх будова.
5. Типи зв'язків, що стабілізують білкову молекулу.

Реактиви.

1. Яєчний білок, 1% розчин.
2. Амоній сірчаноокислий, насичений розчин і порошок.
3. Спирт етиловий.
4. Оцтова кислота, 3% і 5% розчини.
5. Їдкий натрій, 10% розчин.
6. Мідь сірчаноокисла, 5% розчин.
7. Свинець оцтовокислий, 0,5% розчин.
8. Соляна кислота, концентрована.
9. Сірчана кислота, концентрована.
10. Азотна кислота, концентрована.
11. Трихлороцтова кислота, 10% розчин.
12. Сульфосаліцилова кислота, 5% розчин.
13. Калій залізосинеродистий, 5% розчин.

14. Пікринова кислота.

Обладнання.

1. Пробірки .
2. Піпетки на 5 мл.
3. Лійки.
4. Фільтрувальний папір.
5. Газовий пальник.
6. Тримачі для пробірок.
7. Олівець для скла.

ХІД РОБОТИ.

1. Зворотнє осадження (висолювання) білків сірчанокислим амонієм.

Осадження білків солями є зворотнім процесом: при додаванні води білки знову розчиняються.

У водному розчині білків їх частинки заряджені і гідратовані, що зумовлює стійкість білкових розчинів. При високій концентрації солей, іони яких також гідратовані, відбувається руйнування водних оболонок білкових молекул і знімається заряд білкової молекули іонами солей, що на ній адсорбуються. У результаті цих двох процесів білкові розчини втрачають стійкість, частинки білка злипаються одна з одною і випадають в осад.

Сульфат амонію має різко виражену висолуючу здатність і осаджує білки в нейтральному середовищі, а ще краще – у слабкислому.

У пробірку наливають 5 мл 1% розчину яєчного білка і додають рівний об'єм насиченого розчину сірчанокислового амонію, досягаючи, 50%- ного насичення білка сіллю. При цьому випадає осад глобулінів, який усувають фільтруванням. До фільтрату додають подрібнений порошок сірчанокислового амонію до насичення; утвориться осад альбумінів.

2. Осадження білків водовіднімаючими агентами.

У пробірку, що містить 10-15 крапель 1%-ного розчину білка, додають таку ж кількість етилового спирту. При перемішуванні спостерігають випадання білка в осад внаслідок дегідратації білкових молекул. Якщо частину вмісту пробірки відлити і розвести водою, осад знову розчиниться.

3. Осадження білків під впливом високої температури.

Випадання білків в осад при нагріванні – згортання – характерне майже для всіх білків (виняток складає желатин). Особливо легко і повніше відбувається осадження білків у слабокислому середовищі, біля ізоелектричної точки. У нейтральному і сильно-кислому середовищах осадження білків відбувається значно гірше, а в лужному середовищі зовсім не настає.

У 4 пробірки наливають по 10-15 крапель 10%-ного розчину яєчного білка. У другу і третю пробірки додають відповідно 1 і 10-15 крапель 3%-ої оцтової кислоти, а в четверту – 1 краплю 10%-ного розчину їдконого натрію. Потім усі пробірки нагрівають до кипіння. Спостерігають, у котрій пробірці відбувається осадження білка і з якою швидкістю.

4. Осадження білків солями важких металів.

У дві пробірки наливають по 10-15 крапель 1%-ного розчину яєчного білка. Краплями додають у пробірку відповідно 5%-ний розчин сірчаної кислоти міді і 0,5%-ний розчин оцтовокислої свинцю. Спостерігають утворення осадів.

Солі важких металів (Hg, Ag, Cu, Pb і ін.) викликають незворотне осадження білків, утворюючи з ними нерозчинні у воді сполуки.

5. Осадження білків мінеральними кислотами.

Концентровані мінеральні кислоти викликають осадження білків. Це пов'язано як з дегідратацією білкових молекул, так і з денатурацією білка.

У три пробірки наливають по 5-6 крапель концентрованих кислот: соляної, сірчаної й азотної. Нахиливши пробірки, в кожну обережно наливають по стінці рівний об'єм 1%-ного розчину білка. На стику двох шарів рідини утворюється осад білка.

6. Осадження білків органічними кислотами.

Сульфосаліцилова і трихлороцтова кислоти є надчутливими і специфічними реактивами на білок.

Трихлороцтова кислота осаджує тільки білки і не осаджує продукти розпаду білка.

У дві пробірки наливають по 5-6 крапель 1%-ного розчину білка і додають у кожну відповідно рівний об'єм 10%-ної трихлороцтової і 5%-ної

сульфосаліцилової кислот. При перемішуванні в обох пробірках утворюється осад.

7. Осадження білків алкалоїдними реактивами.

Танін, пікринова кислота, жовта кров'яна сіль та інші алкалоїди утворюють з білками в кислому середовищі нерозчинні сполуки.

Механізм осадження білків алкалоїдними реактивами пов'язаний з утворенням нерозчинних солеподібних сполук з основними азотистими групами білка. У цій сполуці білок виступає катіоном, а алкалоїдний реактив – аніоном.

У пробірку наливають 10 крапель 1%-ного розчину яєчного білка, підкислюють 1-2 краплями 10%-ного розчину оцтової кислоти і додають 2-3 краплі 5%-ного розчину пікринової кислоти. Білок випадає в осад.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Досліджуваний розчин дає позитивні реакції нінгідрину та Фолі. Які ймовірні компоненти є в даному розчині:
 - а) пролін і фенілаланін;
 - б) триптофан і тирозин;
 - в) α -амінокислоти і цистеїн;
 - г) амінокислоти і триптофан;
 - д) α -амінокислоти і триптофан.
2. Нінгідринний реактив використовують для якісного визначення:
 - а) глюкози;
 - б) α -амінокислот;
 - в) нуклеїнових кислот;
 - г) азотистих основ;
3. В процесі гідролізу білка:
 - а) зменшується кількість вільних COOH-груп;
 - б) збільшується кількість вільних аміногруп;
 - в) рН розчину зменшується;
 - г) утворюються пептидні зв'язки;
 - д) виділяється газоподібний азот.

4. До складих білків належать:
- а) альбуміни, глобуліни, ліпопротеїни;
 - б) протаміни, фосфатиди, хромопротеїни;
 - в) гліцерофосфатиди, протеїнази, актоміозин;
 - г) фібрин, метало протеїни, гангліозиди;
 - д) нуклео-, фосфо-, ліпо-, гліко-, хромопротеїни.
5. Сумарний позитивний заряд мають білки, в яких переважають:
- а) лізин і глютамінова кислота;
 - б) аспарагінова і глютамінова кислота;
 - в) лізин і аргінін;
 - г) метіонін і тирозин;
 - д) лізин і аспарагінова кислота.
6. Глікопротеїни складаються з білка та:
- а) цереброзидів;
 - б) вуглеводних компонентів;
 - в) неорганічного фосфору;
 - г) забарвлених речовин;
 - д) нуклеотидів.
7. Які прості білки входять до складу нуклеопропротеїнів:
- а) альбуміни, глобуліни;
 - б) фібриноген, колаген;
 - в) протаміни, гістони;
 - г) проламіни, глютеліни;
 - д) протеноїди, цереброзиди.
8. Ізоелектрична точка білків – це значення рН, за якого:
- а) білок стає найбільш іонізованим;
 - б) білок є електронейтральним;
 - в) молекула білка набуває позитивного заряду;
 - г) розчинність білка найбільша;
 - д) протеноїди, цереброзиди.

9. Сумарний негативний заряд мають білки, в складі яких переважають:

- а) аргінін і гліцин;
- б) лізин і аргінін;
- в) глутамінова і аспарагінова кислоти;
- г) валін і лейцин;
- д) аланін і треонін.

10. Які амінокислоти відносяться до незамінних:

- а). гліцин;
- б) валін;
- в) серин;
- г) фенілаланін;
- д) треонін.

11. Яка амінокислота має в розчині кислу реакцію:

- а) аланін;
- б) пролін;
- в) глутамінова кислота;
- г) аргінін;
- д) гліцин.

12. Які з наведених сполук є амінокислотами:

- а) кератин;
- б) серин;
- в) ансерин;
- г) етаноламін;
- д) ізолейцин.

13. Які з названих амінокислот є сірковмісним:

- а) аланін;
- б) цистеїн;
- в) гістидин;
- г) тирозин;
- д) цистин.

14. Які з названих амінокислот містять дисульфідний зв'язок:

- а) аланін;
- б) цистеїн;
- в) гістидин;
- г) тирозин;
- д) цистин.

15. Які з названих амінокислот не мають оптичних властивостей:

- а) аланін;
- б) цистеїн;
- в) гліцин;
- г) тирозин;
- д) цистин.

16. Які з названих амінокислот є заміними:

- а) глютамінова кислота;
- б) цистеїн;
- в) гліцин;
- г) аргінін;
- д) цистин.

17. Які продукти гідролізу нуклеїнових кислот:

- а) пурини;
- б) тетрози;
- в) піримідини;
- г) азотна кислота;
- д) дезоксирибоза.

Лабораторне заняття № 8 .

ВЛАСТИВОСТІ ФЕРМЕНТІВ.

Теоретичний вступ.

Ферменти – біологічні каталізатори білкової природи. Каталітичні властивості ферментів пов'язані із здатністю прискорювати протікання реакції в організмі внаслідок зниження енергетичного бар'єру реагуючих речовин. Тому реакції, які за відсутності ферментів потребують значного підвищення температури, при наявності їх протікають в умовах температури тіла. За своєю хімічною природою ферменти є простими або складними білками. Складні білки складаються з білкової частини (апоферменту) і низькомолекулярного компонента (простетична група або кофермент).

Як білкові речовини ферменти термолабільні і втрачають активність при тих температурах, при яких відбувається денатурація білка (вище 50° С).

Для кожного фермента існує оптимальна ділянка значень рН, в якій він найактивніший.

Важливою властивістю ферментів є також специфічність дії, тобто здатність каталізувати строго визначені реакції.

Дія ферментів може підсилюватися речовинами, які називаються активаторами (солі, іони деяких металів та ін.); протилежну, гальмуючу, дію виявляють на ферменти інгібітори або паралізатори.

Ферменти поділяються на 6 головних класів. Назва класу відображає тип реакції, що каталізується ферментом.

Мета: Знати структуру і властивості ферментів і умови їх дії.

Програмні питання.

1. Ферменти як біологічні каталізатори.
2. Структура ферментів.
3. Механізм ферментативного каталізу. Активний центр ферменту.
4. Специфічність фермента та його види.
5. Оптимальні умови дії ферменту.

6. Активатори і паралізатори ферментів.
7. Класифікація і номенклатура ферментів.
8. Коферменти. Ізоферменти.

Завдання для самостійної підготовки.

1. Чи може бути однаковий каталітичний центр у різних ферментів?
2. Як називається ділянка молекули фермента, що безпосередньо каталізує ферментативну реакцію?
3. Чи відомі ферменти небілкової природи?
4. Назвіть відомі вам ферменти – прості білки.
5. Назвіть відомі вам ферменти – складні білки.
6. Як називається простетична група фермента?
7. Чому виникає комплекс “фермент-субстрат”?
8. У чому суть впливу фермента на субстрат?
9. У чому суть впливу субстрату на фермент?
10. Чи повинен фермент просторово відповідати субстрату?
11. Чи залежить специфічне сполучення субстрату і фермента від всієї молекули ферменту чи тільки від її частини?
12. Що таке каталітичний центр ферменту?
13. Як забезпечується вибіркове сполучення субстрату і ферменту?
14. Чим відрізняється дія ферментів від дії неорганічних каталізаторів?
15. Яка ділянка молекули фермента називається активним центром?
16. У чому виражена специфічність дії фермента?
17. Яка ділянка молекули фермента зумовлює його специфічне сполучення із субстратом?
18. Чим пояснюється специфічність ферменту по відношенню до його субстрату?
19. Назвіть фактори, що впливають на швидкість ферментативного каталізу.
20. Що таке термолабільність фермента?
21. Як залежить активність фермента від температури?
22. Чи залежить активність ферментів від рН середовища? Чому?

23. До якої групи інгібіторів відносяться солі важких металів?
24. Які речовини називаються неспецифічними інгібіторами ферментів?
25. Що таке кофермент?
26. Ізоферменти. Їх біологічна роль.

Рекомендована література.

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Складярова. – Київ, “Здоров’я”2004. – 192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевещ М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с..Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Солярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Складярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.

Таблиці.

1. Схема утворення і розпаду комплексу фермент-субстрат.
2. Крива залежності активності фермента від рН середовища.
3. Зміна ферментативної активності під впливом температури середовища.

4. Схема ферментативного каталізу.
5. Зниження енергії активації при дії каталізатора.

Реактиви.

1. Крохмаль: 0,2%, 0,5% і 1% розчини.
2. Реактив Люголя.
3. Соляна кислота, 1 н розчин.
4. Натрій хлористий, 1% розчин.
5. Мідь сірчанокисла, 1% розчин.
6. Вода дистильована.

Обладнання.

1. Пробірки .
2. Піпетки на 1,5 і 10 мл.
3. Водяна баня.
4. Термостат.
5. Холодильник.
6. Скляні пластинки.
7. Скляні палички.
8. Олівець для скла.

ХІД РОБОТИ.

1. Вплив температури на активність ферментів.

У 4 пронумеровані пробірки наливають по 5 мл 1%-ного розчину крохмалю. Першу пробірку поміщають у киплячу водяну баню, другу пробірку – у термостат при температурі 40° С, третю пробірку залишають при кімнатній температурі, і четверту пробірку ставлять у лід. Через 10-15 хв. у всі пробірки, залишаючи їх при тих же умовах, додають по 1 мл слини, розведеної у 10 раз, і перемішують скляною паличкою. За гідролізом крохмалю слідкують по реакції з йодом. Для цього на скляну пластинку наносять декілька крапель реактиву Люголя і перемішують їх з крапельками суміші, які беруть з кожної пробірки через 1, 2, 4,

пробірки, що містять по 1 мл води і 5 крапель розчину Люголя, додають по 2 мл вмісту кожної пробірки досліду. Спостерігають зміну забарвлення.

За один і той же час в першій пробірці відбудеться розщеплення крохмалю лише до декстринів, у другій – повний гідроліз, а в третій виявиться нерозщеплений крохмаль.

Хлористий натрій – специфічний активатор амілази (іони Na^+ і Cl^-), сірчанооксида мідь має гальмуючий вплив на активність фермента амілази (Cu^{++}).

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Що таке ферменти ?

- а) складні білки, що входять до структурних компонентів клітини;
- б) біокаталізатори білкової природи;
- в) неорганічні каталізатори;
- г) мікроелементи, що збільшують швидкість хімічних реакцій;
- д) кофактори, що впливають на швидкість хімічних реакцій.

2. За хімічною природою ферменти є:

- а) нуклеїновими кислотами;
- б) ліпідами;
- в) полісахаридами;
- г) поліпептидами;
- д) полівітамінами.

3. Ферментам властива:

- а) оптична активність;
- б) теплова денатурація;
- в) люмінесценція;
- г) наявність стереоізомерів;
- д) утворення полімерів.

4. Коферментами називають:

- а) білкову частину ферментів;
- б) неактивну форму ферментів;
- в) активний центр ферментів;
- г) небілковий компонент ферментів;

д) множинні форми ферментів.

5. Активний центр фермента служить для:

- а) регуляції активності фермента;
- б) прикріплення ферментів до мембран;
- в) зв'язування та перетворення субстратів;
- г) взаємодії ферментів між собою;
- д) зв'язування алостеричних ефекторів.

6. Ферменти служать для:

- а) зміщення рівноваги хімічних реакцій;
- б) прискорення хімічних реакцій;
- в) сповільнення хімічних реакцій;
- г) нейтралізації продуктів хімічних реакцій;
- д) пониження температурного оптимуму хімічних реакцій.

7. Яке явище лежить в основі механізму дії ферментів?

- а) утворення фермент-субстратного комплексу;
- б) зближення груп, що входять до активного центру фермента;
- в) зміна просторової конфігурації фермента;
- г) гідроліз фермента;
- д) зниження електричного заряду фермента.

8. Що таке активний центр фермента?

- а) місце приєднання фермента до кофермента;
- б) частина молекули, яка легко відщеплюється від апофермента;
- в) небілковий компонент;
- г) будь-яка частина поліпептидної структури;
- д) комбінація хімічних груп молекули фермента, яка забезпечує можливість сполучення його з субстратом і подальше перетворення останнього.

ДИНАМІЧНА БІОХІМІЯ

Лабораторна робота №1

ВЛАСТИВОСТІ ФЕРМЕНТІВ БІОЛОГІЧНОГО ОКИСЛЕННЯ

Теоретичний вступ

Процеси біологічного окислення є основним джерелом енергії в організмі.

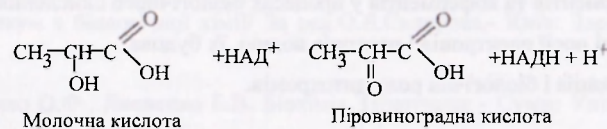
Для пояснення процесу окислення речовин в організмі було запропоновано ряд теорій.

Широкого визнання набула теорія Палладіна-Вілланда. Основою у підтвердженні даної теорії було відкриття і вивчення цілого ряду ферментів – дегідрогеназ, які каталізують відщеплення атомів водню від різних субстратів. Було доведено, що процеси окислення субстратів являють собою цілий ланцюг послідовних реакцій, які починаються з дегідрування субстратів і закінчуються перенесенням електронів на кисень та взаємодію останнього з протонами водню і утворенням води. Оскільки при такому окисленні постійно має місце поглинання кисню, то його ще називають тканинним диханням.

Ферменти, які каталізують окислювально-відновні реакції, мають назву – оксидоредуктази, серед яких є : пірідинзалежні дегідрогенази, флавінові ферменти, кофермент Q, цитохроми.

Процеси біологічного окислення відбуваються поетапно. На першому етапі біологічного окислення здійснюється дегідрування субстратів – продуктів розпаду білків, жирів та вуглеводів. Цей процес відбувається за участю ферментів дегідрогеназ, які містять коферменти НАД⁺ і НАДФ⁺. Вони є універсальними акцепторами водню для багатьох субстратів – спиртів, альдегідів, дикарбонових і кетокислот, амінів тощо. Віднімаючи від субстратів атоми водню (електрони і протони), вони самі відновлюються, а субстрати при цьому окислюються.

Прикладом дегідрогеназ може бути лактатдегідрогеназа, яка каталізує реакцію дегідрування молочної кислоти:



На наступному етапі акцептором атомів водню є група флавінових ферментів, які у вигляді небілкової частини містять ФМН і ФАД. Вони здійснюють перенесення атомів водню від відновлених НАД – Н або НАДФ. Наступним етапом є перенесення електронів і протонів від відновлених форм ФМН або ФАД на убіхінон (коензим Q). З коензиму Q протони атомів водню переходять в навколишнє середовище, а електрони поступають на цитохромну систему. Цитохромна система складається з ряду оксидоредуктаз, до якої входять цитохроми. Характерною особливістю цієї системи ферментів є те, що вони переносять електрони з відновленого коензиму Q на кисень. Кисень, сполучаючись з іонізованими атомами водню, утворює воду.

У процесі біологічного окислення більш як 50% енергії, яка виділяється, резервується клітинами тканин у вигляді макроергічних сполук, переважно у вигляді АТФ. Утворення АТФ здійснюється за участю АДФ і активного фосфату. Активація останнього відбувається головним чином за рахунок енергії біологічного окислення.

Отже, фосфорилування АДФ у процесі біологічного окислення і носить назву окисного фосфорилування.

Мета: Вивчити процеси біологічного окислення в організмі людини; знати суть біологічного окислення, добре уявляти подібність і відмінність між диханням і окисним фосфорилуванням.

Навчитися самостійно проводити лабораторний експеримент і робити висновки про результати проведеної лабораторної роботи.

Програмні питання.

1. Суть сучасної теорії біологічного окислення.
2. Роль ферментів та коферментів у процесах біологічного окислення.
3. Проміжні носії електронів і протонів водню, їх будова.
4. Класифікація і біологічна роль цитохромів.

Завдання для самостійної підготовки.

1. Перерахуйте основні ферменти тканинного дихання і їх локалізація в клітинах.
2. У яких сполуках нагромаджується енергія тканинного дихання?
3. Що дає тканинне дихання клітинам організму і як регулюються процеси тканинного дихання?
4. Що являє собою окисне фосфорилування?
5. Як відбувається транспорт електронів і протонів у ланцюгу біологічного окислення?
6. Які кінцеві продукти обміну утворюються при повному і укороченому дихальному ланцюгу?

Рекомендована література.

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Склярова. – Київ, “Здоров’я”2004. –192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с. 4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134

7.Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с.Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Солярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.

8.Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Склярова.- Київ: Здоров'я, 2002.- 298с.

9.Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.

Таблиці.

1. Транспорт електронів і протонів у дихальному ланцюгу при недостатньому постачанні організму киснем, при достатньому постачанні киснем.
2. Окисне фосфорилування.
3. Флавінаденін нуклеотиди.

Посуд і реактиви.

1. Мікропіпетки на 0,1 мл.
2. Піпетки на 1, 2, 5 і 10 мл.
3. Колби мірні на 100 мл.
4. Склописи.
5. Скарифікатори.
6. Вата.
7. Перекис водню.
8. Дистильована вода.
9. Сірчана кислота 10%.
- 10.Марганцевокислий калій 0,1 н розчин.

ХІД РОБОТИ

1.Визначення каталази.

Кров беруть з м'якоті пальця. Скарифікатори і шкіру пальця акуратно дезинфікують 70% розчином спирту. Першу краплю крові, яка виступила після

уколу, старанно витирають стерильною сухою марлею, а наступні краплі набирають у мікропіпетку до 0,1 мл.

Кров, яка міститься у мікропіпетці, переносять в мірну колбу на 100 мл і доводять дистильованою водою до мітки 100 мл.

Розведену кров (1:1000) набирають у піпетку і розносять в 4-ри колбочки по 1 мл. Додають в кожну колбочку по 7 мл води, тобто доводять об'єм до 8 мл.

Всі колбочки нумерують (1, 2, 3, 4). Першу і другу кип'ятять протягом 2 хв. і охолоджують до кімнатної температури. У всі 4-ри колбочки наливають по 2 мл 1% розчину перекису водню і залишають на 30 хв. при кімнатній температурі.

Припиняють реакцію, додаючи в кожну колбочку по 5 мл 10% розчину сірчаної кислоти і відтитровують вміст кожної колбочки 0,1% розчином марганцевокислого калію до рожевого забарвлення.

Вираховують середнє при титруванні в колбочках (№1, 2) контрольних і (№3, 4) дослідних. Різницю між контролем і дослідом перемножують на 1,7 і отримують каталазне число крові.

Кількісне визначення активності каталази базується на реакції між перекисом водню і марганцевокислим калієм.



Додаток: 1 г-екв H_2O_2 дорівнює 17 г. 1 мл 0,1 н розчину рівняється відповідно 1,7 мл. 1 мл 0,1 н розчину KMnO_4 відповідає 1 мл 0,1 н розчину H_2O_2 . Виходячи з вищенаведеного, перемноживши різницю між результатами титрування на 1,7, отримаємо кількість міліграмів H_2O_2 , яка розщепилася 1 мікролітром крові. (1 міліграм основного розчину відповідає 1 мікролітру крові).

Лабораторна робота №2**ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТІВ ГЛІКОЛІЗУ В БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ.****Теоретичний вступ**

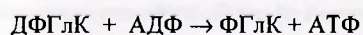
Біологічна роль вуглеводів визначається, насамперед, тим, що вони є основним джерелом енергії, необхідної для забезпечення метаболічних реакцій організму та важливим резервним енергетичним фондом, який здатний досить швидко мобілізуватись, задовільняючи певні потреби організму. Під час окислення 1 г вуглеводів до кінцевих продуктів виділяється 17,2 кДж енергії. Всього за рахунок вуглеводів забезпечується 60% добової енергетичної цінності харчового раціону людини. Особливо важлива роль вуглеводів в енергозабезпеченні клітин головного мозку, де глюкоза є основним енергетичним джерелом.

Вивчення енергетики м'язової діяльності показало, що при роботі м'язів відбувається розпад вуглеводів і утворення продуктів їх окислення. Особливо важлива роль вуглеводів як основного джерела енергії при недостатньому постачанні тканин киснем (гіпоксія), при інтенсивній м'язовій роботі, коли постачання киснем затруднене.

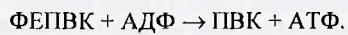
Окислення вуглеводів у клітинах організму відбувається впродовж двох стадій.

Перша стадія – гліколіз. При гліколізі глюкоза окислюється до молочної кислоти. При такому розщепленні глюкози утворюється 4 молекули АТФ. Коли глюкоза відсутня, тоді організм включає в розщеплення резервний вуглевод глікоген.

Біохімічні перетворення глюкози і глікогену починаються з утворення гексозофосфорних ефірів. При послідовних реакціях за допомогою ферментів ці ефіри перетворюються до 2-х молекул дифосфогліцеринової кислоти, а остання надає багатий енергією фосфорильований радикал молекулі АДФ з утворенням АТФ.



Фосфогліцеринова кислота окислюється далі, утворюючи фосфоенолпірвіноградну кислоту, яка багата енергією і може її передавати на АДФ.



Пірвіноградна кислота в анаеробних умовах перетворюється у молочну кислоту, якщо ж присутній кисень – декарбоксілюється, утворюючи ацетил-коензим-А, який вступає в окислювальний цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса). У цьому циклі вона окислюється до кінцевих продуктів CO_2 і H_2O , виділяючи енергію у вигляді АТФ та тепло.

Молочна кислота, нагромаджуючись в організмі, спричинює зсув рН в кислу сторону, впливаючи цим на проникливість клітинних мембран, активність ферментів та інше.

Біохімічні перетворення глюкози і глікогену до стадії утворення молочної кислоти можна вивчати на дослідах із свіжоприготованими м'язовими екстрактами. М'язові екстракти багаті на всі ферменти гліколізу. Якщо їм створити відповідні умови, процеси гліколізу можна відтворити у пробірці.

Мета: Вивчити анаеробні процеси розщеплення вуглеводів в різних клітинах організму. Навчитися визначати молочну кислоту і дати оцінку результатам досліду.

Програмні питання.

1. Ферментативний гідроліз вуглеводів у травному тракті.
2. Гліколітичний (анаеробний) розпад вуглеводів.
3. Глікогеноліз, біологічне значення глікогенолізу.
4. Енергетичний ефект гліколізу та глікогенолізу.
5. Аеробне окислення вуглеводів, енергетичний ефект біологічного окислення.
6. Біологічне значення анаеробних та аеробних процесів в організмі при виконанні фізичних навантажень.

Завдання для самостійної підготовки.

1. Які ферменти органів травлення беруть участь у гідролізі полісахаридів?
2. Гліколіз та глікогеноліз. Спільність, відмінність, біологічна роль.
3. На яких етапах гліколізу утворюються молекули АТФ? Скільки молекул АТФ утворюється з однієї молекули глюкози?
4. Охарактеризуйте реакції субстратного фосфорилування.
5. Які вітаміни беруть участь в окисному декарбоксілюванні піровиноградної кислоти?
6. В яких умовах відбувається перетворення піровиноградної кислоти у молочну?
7. Дайте характеристику циклу трикарбонових кислот (ЦТК).
8. Гліконеогенез, його біологічна роль.

Рекомендована література.

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум / За заг. редакцією Я.І. Гонського. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. - 288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. / За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Склярова. - Київ, "Здоров'я" 2004. - 192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. - 502 с.
4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. - 744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. - 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. - Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. - с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. - Київ: Олімпійська література, 2007.-200с. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Солярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.

8. Практикум з біологічної хімії/ За ред. О.Я.Склярова.- Київ: Здоров'я, 2002.- 298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.

Таблиці.

1. Анаеробний розпад вуглеводів.
2. Схема реакцій гліколізу.
3. Механізм декарбоксилювання піровиноградної кислоти.
4. Окислювальний цикл трикарбонових кислот.
5. Розщеплення глікогену (глікогеноліз).
6. Розщеплення вуглеводів в шлунково-кишковому тракті.

Реактиви.

1. Роздрібнений м'яз.
2. Молочна кислота.
3. Фосфатний буфер рН – 8,0.
4. Трихлороцтова кислота – 10%.
5. Крохмаль – 1% розчин.
6. Вазелін.
7. Оксид кальцію.
8. Сірчанокисла мідь – 20%.
9. Дистильована вода.
10. Реактив Уффельмана.

Обладнання.

1. Термостат.
2. Пробірки.
3. Піпетки на 1 і 10 мл.
4. Лійки діаметром 3-5 см.
5. Скляні лопаточки.

ХІД РОБОТИ

1. Якісна реакція на молочну кислоту.

У пробірку наливають 1 мл реактиву Уфельмана і додають краплями водний розчин молочної кислоти до зміни забарвлення.

Молочна кислота, взаємодіючи з хлорним залізом, яке міститься в реактиві Уфельмана, дає зелено-жовте забарвлення внаслідок утворення молочнокислого заліза.

2. Якісне визначення молочної кислоти як метаболіта гліколізу.

У дві пробірки поміщають приблизно по 1 г свіжоприготованих дрібно нарізаних м'язових волокон і заливають їх 3-5 мл фосфатного буфера (рН 8,0). У першу пробірку (контрольну) доливають 1 мл 10% розчину трихлороцтової кислоти для денатурації ферментів. Після цього в обидві пробірки доливають по 1 мл 1%-го розчину крохмалю і добре збовтують. У кожен пробірку додають по 10 крапель вазелінової олії для створення безкисневих (анаеробних) умов. Пробірки поміщають в термостат з температурою 37° С на 1 годину. Після години інкубації виймають обидві пробірки. У дослідну доливають 1 мл 10%-го розчину трихлороцтової кислоти для того, щоб денатурувати ферменти і припинити ферментативну реакцію.

Вміст обох пробірок відфільтровують у чисті пробірки (контроль і дослід). В обидві пробірки (контрольну і дослідну) додають по 0,5 г оксиду кальцію і по 0,5 мл 20% розчину сірчанокислої міді для того, щоб осадити вільні вуглеводи, які ще можуть бути у фільтраті.

Пробірки збовтують 1-2 хв і знову піддають фільтрації.

З фільтратами проробляють якісну реакцію на молочну кислоту (дослід описаний в роботі № 1).

У м'язовій тканині містяться всі ферменти, які супроводжують гліколітичні реакції. Тому, створивши відповідні умови: рН 8,0, температура 37° С, анаеробні умови, отримаємо: у пробірці буде інтенсивно відбуватися гліколітична реакція з утворенням молочної кислоти. У природних умовах це має місце при виконанні фізичних навантажень високої інтенсивності.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Назвіть ферменти гліколізу:

- а) сахароза;
- б) мальтаза;
- в) фосфофруктокіназа;
- г) каталаза.

2. Який з перчислених коферментів необхідний для перетворення фруктозо-6-фосфату у фруктозо-1,6-дифосфат під впливом ферменту фосфофруктокінази:

- а) НАДФН;
- б) КоА-SH;
- в) АДФ;
- г) АТФ

3. Який з ферментів гліколізу містить НАД⁺ у міцно зв'язаному з білком стані:

- а) глікогенфосфорилаза;
- б) фруктозобіфосфат-альдолаза;
- в) D-гліцеральдегідфосфатдегідрогеназа;
- г) енолаза.

4. Яка з сполук є коферментом глюкозо-6-фосфатдегідрогенази:

- а) тиамінпірофосфат;
- б) піридоксальфосфат;
- в) НАДФ⁺;
- г) ФМНН₂

5. Які ферменти каталізують реакцію перетворення глюкозо-6-фосфату у фруктозо-1,6-дифосфат:

- а) фосфоглюкоїзомераза і альдолаза;
- б) фосфоглюкоїзомераза і фосфофруктокіназа;
- в) фосфоглюкомутаза і альдолаза;
- г) гексокіназа і альдолаза.

6. Який фермент каталізує розщеплення фруктозо-1,6-дифосфату на дві тріози:

- а) тріозфосфатізомераза;

б) фруктозодифосфатальдолаза;

в) гексокіназа;

г) фосфофруктокіназа.

7. Який фермент каталізує перетворення глюкозо-6-фосфат у фруктозо-6-фосфату:

а) фосфофруктокіназа;

б) фосфоглюкомутаза;

в) фосфоглюкоізомераза;

г) тріозфосфатізомераза.

8. Які сполуки є коферментами мультиферментного комплексу

піруватдегідрогенази, що бере участь у окисному декарбоксілюванні пірувату:

а) ФМН, КоА-SH, тіамініпірофосфат;

б) ФАД, ліпоєва кислота, КоА-SH, тіамініпірофосфат;

в) ліпоєва кислота, КоА-SH, ФАД;

г) тіамініпірофосфат, ліпоат, НАД⁺.

9. Який фермент бере участь в утворенні глюкозо-1-фосфату з крохмалю:

а) амілаза;

б) фосфорилаза;

в) фосфоглюкоізомераза;

г) фосфоглюкомутаза.

10. Який фермент бере участь у перетворенні 2-фосфогліцерату в 2-фосфоенолпіруват:

а) тріозфосфатізомераза;

б) енолаза;

в) піруваткіназа;

г) D-гліцеральдегідфосфатдегідрогеназа.

11. Яким процесом супроводжується дегідратація 2-фосфогліцерату:

а) інгібуванням іонами Са;

б) активуванням іонами фтору;

в) підвищенням енергетичного рівня фосфатного зв'язку в 2-фосфосполпіруваті за рахунок внутрімолекулярного окислення-відновлення;

г) активуванням фосфофруктокіназою.

12. Яка кількість макроергічних зв'язків утворюється при окисленні молекули D-глюкози до лактату:

- а) три;
- б) чотири;
- в) дві;
- г) шість.

13. Яка кількість макроергічних зв'язків утворюється при окисленні молекули D-галактози до CO_2 і H_2O :

- а) 12;
- б) 24;
- в) 30;
- г) 36.

14. Яка кількість молей АТФ утворюється при повному окисленні сахарози:

- а) 38;
- б) 70;
- в) 76;
- г) 100.

15. В результаті якої реакції утворюється седогептулозо- 7- фосфат і D-гліцеральдегід – 3 фосфат з рибозо-5-фосфату і ксилулозо-5-фосфату:

- а) трансамінування;
- б) трансглікозилювання;
- в) трансальдолазної;
- г) транскетолазної.

16. Який кінцевий продукт синтезується при окислювальному декарбоксилюванні пірувату в аеробних умовах:

- а) цитрат;
- б) альфа-кетоглутарат;
- в) ацетилфосфат;
- г) ацетил-КоА.

17. На якому етапі перетворення у циклі Кребса синтезується ГТФ:
- а) цитрату в цисаконітат;
 - б) альфа-кетоглутарату в сукцинат;
 - в) сукцинату в фумарат;
 - г) малату в оксалоацетат.
18. Що є кінцевим продуктом гліколізу:
- а) піруват;
 - б) лактат;
 - в) піруват і лактат;
 - г) етанол.
19. Який з перелічених ферментів каталізує реакцію біосинтезу глікогену:
- а) альфа-1,6-глюкозидаза;
 - б) глікогенфосфорилаза;
 - в) глікогенсинтаза;
 - г) фосфоглюкомутаза.
20. Які ферменти травного тракту беруть участь у перетворенні глікогену і крохмалю до молекули глюкози :
- а) бета-амілаза;
 - б) альфа-амілаза, мальтаза;
 - в) альфа-амілаза;
 - г) бета-фруктозидаза.

Лабораторна робота №3

ФЕРМЕНТАТИВНИЙ ГІДРОЛІЗ ЖИРІВ.

ВИЗНАЧЕННЯ КЕТОНОВИХ ТІЛ В БІОЛОГІЧНИХ РІДИНАХ.

Теоретичний вступ.

Ліпіди відіграють в організмі важливу біологічну роль. В організмі людини і тварин ліпіди входять до складу всіх клітин, але розподілені між різними органами і тканинами нерівномірно. Значна частина ліпідів до складу клітини входить як пластичний матеріал, утворюючи комплекси з білками – ліпопротеїди.

Значна кількість ліпопротеїдних комплексів входить до складу клітинних мембран та мітохондрій, в яких відбуваються важливі метаболічні процеси.

Проміжний обмін ліпідів – це синтез і депонування їх в жировій тканині, мобілізація для використання як джерела енергії у процесі окислювальних перетворень.

Ліпіди їжі в основному представлені тригліцеридами. Травлення ліпідів, які потрапляють в організм з їжею, починається у шлунку, але тут через відсутність необхідних умов розщеплюється незначна кількість жирів. Основні процеси розщеплення ліпідів відбуваються у верхніх відділах тонкої кишки. Серед них найважливіше значення мають три взаємозв'язані процеси – емульгування жирів, їх гідролітичне розщеплення і міцелоутворення. Всі ці процеси протікають у тонкій кишці завдяки наявності відповідних ферментів – ліпаз, фосфоліпаз, естераз та факторів, що сприяють емульгуванню та міцелоутворенню – жовчних кислот, жирних кислот, моногліцеридів та фосфоліпідів. Продукти розщеплення жирів – гліцерин і жирні кислоти.

Жирні кислоти, всмоктовуючись у кров і потрапляючи в печінку, піддаються β -окисленню. Кінцевим продуктом β -окислення є ацетил-коензим А. У процесі окислення ацетил-коензиму А в циклі трикарбонових кислот утворюється енергія.

При інтенсивному гідролізі та окисленні жирів можуть утворюватися і кетонові тіла: β -оксимасляна кислота, ацетооцтова кислота, ацетон. Вільні жирні кислоти і кетонові тіла є одним з основних джерел енергії при довготривалій м'язовій роботі і під час відпочинку після фізичного навантаження.

Надмірне утворення кетонових тіл в організмі призводить до різкого збільшення їх у крові. Таке явище має назву кетонемії. Поява кетонових тіл в сечі – кетонурія.

Мета: Ознайомитися з процесами перетворення жирів у шлунково-кишковому тракті. Вивчити обмін продуктів гліколізу жиру в печінці та клітинах тканин організму – ліполіз. Навчитися визначати активність ферментів (ліпаз) і проводити якісні реакції на ацетон.

Програмні питання.

1. Біологічна роль жирів.
2. Ферментативний гідроліз жирів у шлунково-кишковому тракті.
3. Обмін жирів. β -окислення жирних кислот. Роль печінки в обміні жирів.
4. Окислення гліцерину і його зв'язок з гліколізом.
5. Ліполіз. Біологічна роль тканинного розпаду жирів, вплив гормонів і фізичних навантажень на процеси тканинного розпаду жирів.
6. Біосинтез жиру.

Завдання для самостійної підготовки.

1. Як відбувається гідроліз і всмоктування жиру в шлунково-кишковому тракті? Роль ферментів у цих процесах.
2. Роль жовчних кислот у гідролізі жирів.
3. В яких органах відбувається інтенсивне окислення жирів?
4. Який кінцевий продукт β -окислення жирних кислот? Взаємозв'язок обміну вуглеводів, жирів і білків.
5. Явище кетонурії. За яких умов виникає явище кетонурії?
6. Фосфоліпіди, їх біологічна роль.
7. При яких фізичних навантаженнях жири є основним джерелом енергії для організму?
8. Роль нервової системи та гормонів у регуляції жирового обміну.

Рекомендована література.

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Склярова. – Київ, “Здоров'я”2004. –192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с. 4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калининський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.

6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с..Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Солярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Склярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.

Реактиви.

1. Шлунковий (підшлунковий) сік
2. Медична жовч
3. Дистильована вода
4. Спиртовий розчин фенолфталеїну
5. Їдкий натр 10% і 0,1 н розчин
6. Біологічна рідина з кетоновими тілами
7. Реактив Люголя.
8. Ліпаза.

Обладнання.

1. Термостат
2. Піпетки 1, 2, 5, 10 мл
3. Пробірки
4. Колби на 100 мл
5. Мірні циліндри 50 мл (2).

ХІД РОБОТИ

1. Ферментативний гідроліз жирів.

У чотири пронумеровані колбочки відміряють по 25 крапель (0,5 мл) рослинної олії. В 1-у та 3-тю додають по 1 мл препарату ліпази, у 2-у – 1 мл перекип'яченого препарату ліпази. У 3-тю та 4-у колбочку додають по 2 мл жовчі. Для вирівнювання об'єму у всі колбочки додають воду: в 1-у і 2-у по 3 мл, в 3-тю 1 мл і в 4-ту 2 мл. Після цього у всі колбочки додають по 2-3 краплі фенолфталеїну і по краплях розчин NaOH до появи слабо-рожевого забарвлення. Всі колби ставлять на 30 хв в термостат при температурі 38° С. Далі кількість жирних кислот, що утворилися в результаті гідролізу, визначають титруванням 0,01 н розчину NaOH до появи слабо-рожевого забарвлення. Активність ферменту виражають у мілілітрах 0,01 н розчину NaOH, що пішов на титрування. Одержані результати порівнюють і записують висновки.

2. Виявлення кетонів у біологічних об'єктах.

У пробірку наливають 2 мл досліджуваної рідини (сечі), 10 крапель 10%-го розчину NaOH і 6-7 крапель реактиву Люголя.

У лужному середовищі при взаємодії ацетону з йодом буде утворюватися йодоформ, який має різкий запах і випаде у вигляді жовтого осаду.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Які ферменти беруть участь у травленні жирів:

- а) амілази;
- б) ліпази;
- в) пептидази;
- г) трипсин.

2. З яким процесом взаємозв'язане перетворення гліцерину у клітині:

- а) з бета розчепленням жирних кислот;
- б) з гліколізом;
- в) з розпадом білків;
- г) з емульгуванням.

3. Нагромадження якої речовини веде до кетозу:

- а) ацетил – КоА;
- б) фосфодиоксиацетону;

- в) гліцерину;
- г) молочної кислоти.

4. Що сприяє емульгації жирів в організмі людини:

- а) жовч;
- б) ліпаза;
- в) холінестераза;
- г) луг.

5. Під впливом якого ферменту здійснюється фосфорилування гліцерину:

- а) гліцерокіназа;
- б) дегідрогеназа;
- в) гідратаза;
- г) синтетаза.

6. Всмоктування жирних кислот у кишечнику відбувається:

- а) шляхом утворення міцел з солями жовчних кислот;
- б) безпосередньо;
- в) завдяки ферментам;
- г) завдяки вуглеводам.

7. Що утворюється в результаті дегідрогенізації гліцерофосфату:

- а) фосфодіоксиацетон;
- б) гліцерин;
- в) жирна кислота;
- г) ацетил – КоА.

8. Які основні стадії β - розщеплення жирних кислот:

- а) гідратація – дегідрогенізація - тіолітичне розщеплення;
- б) дегідрогенізація – гідратація – тіолітичне розщеплення;
- в) дегідрогенізація - гідратація – дегідрогенізація – тіолітичне розщеплення;
- г) денатурація – дегідратація – ренатурація – тіолітичне розщеплення.

9. Які жирні кислоти не синтезуються в організмі:

- а) лінолева, ліноленова;
- б) стеаринова, пальмітинова;
- в) стеаринова, масляна;

- г) всі перелічені.
10. Яка речовина безпосередньо зв'язує окиснення гліцерину з гліколізом:
- а) дифосфогліцерінова кислота;
 - б) молочна кислота;
 - в) фосфодіоксиацетон;
 - г) ацетил – КоА.
11. Виберіть метаболіт, що утворюється при бета-розщепленні жирних кислот:
- а) фосфогліцеріновий альдегід;
 - б) ацетил-КоА;
 - в) молочна кислота;
 - г) гліцерофосфат.
12. Яку роль жовч виконує в травленні жирів:
- а) емульгація жиру;
 - б) транспорт жирних кислот у кров через стінку кишечника;
 - в) активізація ліпаз;
 - г) гідроліз жиру.
13. Де відбувається синтез кетонівих тіл:
- а) в нирках;
 - б) в печінці;
 - в) в серці;
 - г) в наднирниках.
14. В яких умовах відбувається використання кетонівих тіл як енергетичного джерела:
- а) в умовах анаеробних;
 - б) у процесі відновлення;
 - в) під час виконання вправ у зоні максимальної потужності;
 - г) під час виконання швидко-силових обтяжень.
15. Атеросклероз – це порушення обміну:
- а) холестерину;
 - б) фосфоліпідів;

- в) нейтральних жирів;
 - г) стероїдів.
16. З яким процесом зникається бета-розщеплення жирних кислот:
- а) з гліколізом;
 - б) з циклом Кребса;
 - в) з пентозофосфатним циклом;
 - г) з глюконеогенезом.
17. Яка речовина не належить до кетонових тіл:
- а) ацетооцтова кислота;
 - б) бета-гідроксимасляна;
 - в) ацетон;
 - г) ацетил – КоА.
18. Виділення кетонових тіл із сечею називається:
- а) кетономія;
 - б) кетонурія;
 - в) кетоз;
 - г) ацидоз.
19. Карнітин має відношення до:
- а) обміну гліцерину;
 - б) обміну жирних кислот;
 - в) обміну кетонових тіл;
 - г) обміну стероїдів.

Лабораторна робота №4

ФЕРМЕНТАТИВНИЙ ГІДРОЛІЗ БІЛКІВ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ.

Теоретичний вступ.

Білки – високомолекулярні органічні сполуки, до складу яких крім вуглецю, водню і кисню, входить азот. Крім цього, до складу білків може входити сірка, фосфор, а також залізо, мідь, магній, йод.

Білки є основним будівельним матеріалом організму і відповідно на їх долю припадає велика частка: до 30% від усієї маси організму.

Функції білків різні: скорочувальна, транспортна, секреторна, каталітична, захисна та інші. Основною структурною одиницею білка є амінокислоти. Для побудови повноцінної молекули білка необхідно близько 20 амінокислот. Амінокислоти в молекулі білка зв'язані між собою за допомогою пептидного зв'язку, який утворюється при взаємодії карбоксильної групи однієї амінокислоти і аміногрупи іншої.

При гідролізі білків в лабораторних умовах кислотами або ферментами, чи в організмі вони розщеплюються на амінокислоти.

Білки їжі, які потрапляють в організм, проходять ряд стадій розщеплення, а саме:

- у шлунку під дією ферменту пепсину білки розщеплюються на високомолекулярні поліпептиди – альбумози і пептони;
- у дванадцятипалій кишці під дією ферментів трипсину і хімотрипсину (так званому триптичному гідролізі) альбумози і пептони розщеплюються до амінокислот та поліпептидів з коротким ланцюгом;
- у тонкому кишківнику під дією ферментів пептидаз (амінопептидази, карбоксипептидази і дипептидази) поліпептиди розщеплюються до вільних амінокислот. Амінокислоти всмоктуються у кров, разносяться по органах і тканинах організму, де відбуваються їх біохімічні перетворення.
- У товстому кишківнику залишки пептидів і амінокислот, які не всмокталися у кров, під дією ферментів мікрофлори дезамінуються або декарбоксилуються, перетворюючись в отруйні для організму речовини (індол, фенол та інші). Знешкодження їх відбувається в печінці.

До числа отруйних речовин відноситься й аміак, який утворюється при дезамінуванні амінокислот.

Аміак проходить ряд перетворень в печінці і виводиться з організму із сечею у вигляді сечовини .

Виділення сечовини й аміаку з організму свідчить про інтенсивність білкового обміну. Збільшення виділення сечовини із сечею пов'язане із збагаченою білками дієтою або є результатом посиленого дезамінування амінокислот, амінів, азотистих основ та ін. Крім сечовини, із сечею можуть виділятися і амонійні солі.

Мета: Ознайомити студентів із процесами перетворення білків у шлунково-кишковому тракті. Вивчити обмін продуктів гідролізу білка (амінокислот) у печінці.

Навчитися проводити якісні реакції на визначення білків та продуктів гідролізу білків, зробити висновки із отриманих результатів.

Програмні питання.

1. Біологічна роль білків.
2. Ферментативний гідроліз білків у шлунково-кишковому тракті.
3. Синтез білка в організмі; азотовий баланс організму.
4. Розщеплення амінокислот в організмі (декарбоксілювання, дезамінування та переамінування).
5. Утворення сечовини.
6. Взаємозв'язок обміну білків, вуглеводів та жирів.
7. Білкове харчування у процесі посиленних фізичних навантажень.

Завдання для самостійної підготовки.

1. Як відбувається ферментативний гідроліз білків у шлунково-кишковому тракті і які продукти гідролізу білків всмоктуються у кров?
2. Роль соляної кислоти та протеолітичних ферментів (пепсину, трипсину і хімотрипсину) у гідролізі білків.
3. Дайте пояснення основних етапів синтезу білка в організмі людини.
4. Дайте характеристику позитивного, негативного азотистого балансу; складіть на основі цього добову потребу організму в білках у залежності від віку та фізичних навантажень.
5. Які кінцеві продукти розпаду амінокислот? Синтез сечовини.
6. Що таке замінні та незамінні амінокислоти? Наведіть приклади неповноцінних харчових білків.

Рекомендована література.

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Склярова. – Київ, “Здоров’я”2004. –192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с. 4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м’язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с. Практикум з біологічної хімії/ За ред. О.Я. Солярова.- Київ: Здоров’я, 2002.-298с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред. О.Я. Склярова.- Київ: Здоров’я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Наочні засоби.**Реактиви:**

1. Шлунковий сік (1 мл).
2. Натрій двовуглекислий - 10% (1 мл).
3. Сульфат міді 1% розчин.
4. Їдкий натр – 10%.
5. Сечовина 20% розчин.
6. Нінгідрин – 0,1% (розчин в ацетоні).
7. Оцтова кислота концентрована.
8. Баритова вода.

Обладнання:

Таблиці, слайди, схеми.

1. Термостат.
2. Водяна баня.
3. Звичайні пробірки.
4. Піпетки на 1, 2, 5 мл.
5. Скляні палички.
6. Лопатки.
7. Паперові фільтри.
8. Чашки Петрі.
9. Годинникове скло.
10. Індикаторний папір.

Матеріал для досліджування: фібрин, сечовина.

ХІД РОБОТИ**1. Гідроліз білка.**

У три пронумеровані пробірки наливають по 1 мл шлункового соку. Вміст першої пробірки кип'ятять дві хвилини і охолоджують. Вміст другої пробірки нейтралізують 10% розчином NaHCO_3 , додаючи 1 мл реактиву в пробірку (до рН-7). Потім в усі три пробірки кладуть по кусочку фібрину і ставлять у термостат при температурі 38°C на 20 хв. Відтак пробірки витягують і проводять біуретову реакцію (додають у кожен пробірку по 1 мл 10% NaOH і 2-3 краплі сірчаної кислоти міді).

Висновки пояснюють і записують.

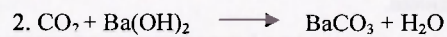
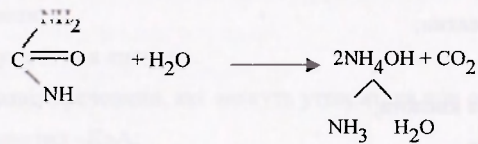
2. Відкриття амінокислот у поті.

Фільтрувальний папір стискають великим і вказівним пальцем так, щоб на ньому залишилися відбитки. Папір беруть пінцетом, змочують його 0,1% розчином нінгідрину. Кладуть папір на годинникове скло або в чашку Петрі і ставлять у термостат при температурі 60° (можна і при вищій). Через 20-30 хв на

місці відбитків утворюється червоно-фіолетова пляма, яка вказує на присутність у поті амінокислот.

3. Гідроліз сечовини.

У пробірку наливають 1-2 мл 20% розчину сечовини і додають подвійний об'єм прозорої баритової води. На край пробірки поміщають зволожений індикаторний папір. Нагрівають. Спостерігається утворення продуктів реакції, про що засвідчує посиніння лакмусового паперу і помутніння баритової води.



ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. С-кінцеві амінокислоти в білках відщеплюють:

- а) дипептидази;
- б) амінопептидази;
- в) карбооксидази;
- г) хімотрипсин;
- д) пепсин.

2. Який основний шлях знешкодження аміаку:

- а) синтез глютаміну;
- б) синтез амонійних солей;
- в) синтез сечовини;
- г) синтез сечової кислоти;
- д) синтез аспарагіну.

3. Пепсин розкладає пептидні зв'язки, утворені:

- а) гліцином і серином;
- б) діамінокислотами із метіоніном;

- в) гліцином і триптофаном;
г) аргініном і лізином.
4. N-кінцеві амінокислоти в білках відщеплюють:
- а) дипептидази;
б) карбопептидази;
в) амінопептидази;
г) еластаза;
д) ендопептидази.
5. У результаті декарбокислювання амінокислот в організмі утворюються:
- а) аміак, сечовина, креатин;
б) аміни, діаміни;
в) поліпептиди, сечова кислота;
г) дипептиди, ксантин;
д) алантоїн, індикан.
6. Гниття білків під впливом мікрофлори кишечника включає такі реакції:
- а) перетворення білків до пептидів;
б) перетворення складних білків до простих;
в) утворення амінокислот з білків;
г) переамінування амінокислот;
д) дезамінування і декарбокислювання амінокислот з наступним утворенням токсичних продуктів.
7. Назвіть речовини, які можуть брати участь у реакції переамінування при утворенні глютамінової кислоти:
- а) піруват;
б) α – кетоглутарат;
в) аспартат;
г) аланін;
д) аспаркам.
8. Назвіть речовини, які можуть брати участь у реакції переамінування при утворенні аспарагінової кислоти:
- а) оксалоацетат;

- б) α – кетоглутарат;
- в) аспарат;
- г) аланін;
- д) глутамінова кислота.

9. Назвіть речовини які можуть брати участь у реакції переамінування при утворенні аланіну:

- а) піруват;
- б) α – кетоглутарат;
- в) аспарат;
- г) аланін;
- д) глутамінова кислота.

10. Назвіть речовини, які можуть утворитися при окисненні аланіну:

- а) ацетил –КоА;
- б) аспаркам;
- в) глюкоза;
- г) піруват;
- д) ацетоацетил-КоА.

11. Назвіть, які з перечислених речовин беруть участь в біосинтезі сечовини:

- а) глутамінова кислота;
- б) орнітин;
- в) аспарагінова кислота;
- г) аспаркам;
- д) аланін.

12. З яких перечислених амінокислот при декарбоксилуванні утворюється гістамін:

- а) аланін;
- б) гліцин;
- в) гістидин;
- г) глутамінова кислота;
- д) лейцин.

**ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ З ТЕМ “ГОРМОНИ” ТА „ВІТАМІНИ”,
ВИНЕСЕНИХ НА САМОСТІЙНЕ ВИВЧЕННЯ**
“Гормони”

1. Які із перерахованих є гормонами білкового походження :
 - а) адреналін;
 - б) тестостерон;
 - в) інсулін;
 - г) глюкагон;
 - д) трийодтиронін;
2. Які із перечислених є гормонами похідними амінокислот:
 - а) адреналін;
 - б) норадреналін;
 - в) прогестерон;
 - г) тироксин;
 - д) інсулін;
 - е) трийодтиронін;
3. Які ендокринні залози продукують стероїдні гормони:
 - а) мозковий шар наднирників;
 - б) щитовидна залоза;
 - в) кора наднирників;
 - г) підшлункова залоза;
 - д) статеві залози;
4. У піддослідного спостерігається гіперглікемія , глюкозурія; сеча має підвищену густину. Що може бути причиною такого стану:
 - а) пригнічення синтезу глюкагону;
 - б) пригнічення синтезу тироксину;
 - в) пригнічення синтезу інсуліну;
 - г) пригнічення синтезу глюкокортикоїдів.
5. Як впливає інсулін на обмін вуглеводів:
 - а) активує проходження глюкози через клітинні мембрани;
 - б) пригнічує глюकोкіназу;
 - в) пригнічує глікогенсинтетазу;

- г) активує гліюконеогенез;
- д) пригнічує проходження глюкози через клітинні мембрани.
6. Як впливають катехоламіни (А і НА) на обмін жирів:
- а) пригнічують тканинну ліпазу та вихід жиру з місць депонування;
- б) активують тканинну ліпазу і вихід жиру з місць депонування;
- в) стимулюють перетворення жирів у вуглеводи;
- г) стимулюють перетворення жирів у білки.
7. Як впливає адреналін на вуглеводневий обмін:
- а) посилення процесу розщеплення глікогену в печінці;
- б) підвищення рівня цукру в крові (аж до глюкозурії);
- в) гальмування процесу розщеплення глікогену в печінці;
- г) зниження рівня цукру в крові;
- д) сприяє активації фосфорилази.
8. Синергістом якого гормону є адреналін:
- а) інсуліну;
- б) трийодтировіну;
- в) глюкокагону;
- г) гормону росту (СТГ);
- д) ніюпрессиу.
9. Як впливають андрогени на метаболічні процеси в організмі:
- а) стимулюють синтез білків, нуклеїнових кислот;
- б) збільшують масу скелетних м'язів;
- в) зтримують азот, кальцій, фосфор в організмі;
- г) викликають атрофію м'язів;
- д) збільшують синтез білків, нуклеїнових кислот;
10. Яку негативну дію можуть спричинити широко вживані спортсменами синтетичні аналоги андрогенів:
- а) ураження печінки;
- б) нукровий діабет;
- в) виникнення пухлин;
- г) захворювання щитовидної залози;
- д) імнотенцію;

"Вітаміни"

1. Які вітаміни відносяться до жиророзчинних:

- а) групи В;д) Н;
- б) групи D;
- в) С;
- г) Е;
- д) Н.

2. У вигляді чого проявляється гіповітаміноз А:

- а) порушення обміну Са і Р;
- б) порушення функції розмноження;
- в) курячої сліпоти (втрата здатності розрізняти предмети в сутінках);
- г) сповільнення росту і збільшення ваги у дітей;
- д) м'язовий біль і втомлюваність.

3. Порушення яких функцій викликає відсутність у їжі вітаміну Е:

- а) згортання крові;
- б) функції розмноження;
- в) дистрофію м'язів;
- г) порушення окислювальних процесів;
- д) запалення слизових оболонок ротової порожнини.

4. Який із вітамінів пришвидшує адаптацію організму спортсмена до умов середньогір'я і високогір'я:

- а) А; г) К;
- б) В₁₂; д) С.
- в) В₁₅;

5. Яка із перелічених ланок обміну порушується при В₁-гіповітамінозі:

- а) дезамінування амінокислот;
- б) окислення жирних кислот;
- в) окислювальне декарбоксилювання пірвіноградної кислоти;
- г) синтез сечовини.

6. До складу яких коферментів входить вітамін В₂:

- а) НАД, НАДФ;
- б) ТДФ, ТДФ;
- в) ФАД, ФМН;

г) коензиму А.

7. Який вітамін бере участь у синтезі пуринових і піримідинових основ (тобто в утворенні РНК і ДНК), проявляючи таким чином анаболічний ефект:

а) В_с (Фолієва к-та);

б) С;

в) В₁₂;

г) В₃;

д) А.

8. До складу яких коферментів входить вітамін В₃ (РР):

а) НАД, НАДФ;

б) ФАД

в) коензим А (КоА);

г) тіамініпірофосфат (ТПФ).

9. Потреба у якому вітаміні збільшується при зростанні кількості вуглеводів у харчовому раціоні спортсмена :

а) А;

б) С;

в) В₁;

г) В₆

10. Потреба у якому вітаміні зростає при збільшенні білка у харчовому раціоні спортсмена:

а) В₆;

б) В₁₂;

в) Д;

г) Е;

д) С.

11. Як переконатись у забезпеченні організму вітаміном В₁:

а) визначити вміст кетонів у сечі;

б) визначити вміст ПВК (піровиноградної кислоти);

в) визначити рН крові;

г) визначити присутність цукру в сечі.

БІОХІМІЯ СПОРТУ
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1
БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ

Теоретичний вступ:

М'яз володіє специфічною функцією – скороченням і розслабленням. Характерним для м'язової клітини є те, що вона містить специфічні скорочувальні білки – до 45%. Білки саркоплазми складають біля 30% і білки строми до 15% від загальної кількості білка.

З небілкових речовин до складу м'язів входять азотисті та безазотисті екстрактивні речовини, ліпіди і мінеральні речовини.

З катіонів у м'язах є калій, натрій, кальцій, магній, фтор, у невеликих кількостях мідь, марганець, цинк, кобальт, миш'як та ін. З аніонів – найбільше фосфорної і соляної кислоти. М'язи характеризуються високим вмістом калію, фосфору, сірки.

Різні іони, що є в м'язах, відіграють важливу роль у підтриманні сталості реакцій середовища, осмотичних процесів. Наприклад іони натрію підвищують збудливість м'яза, калію, кальцію, магнію – для процесів скорочення і розслаблення.

На частку м'язової тканини в організмі людини припадає 40-45% ваги всього тіла. М'язи містять 72-80% води і 20-28% сухого залишку. Головна складова частина сухого залишку - білки; вони складають від 16,5 до 21% від ваги м'яза.

У м'язі відрізняють:

- а) структурні білки (скорочувальні білки фібрил і білки м'язової строми - міостроміни);
- б) білки саркоплазми, які представляють собою різні ферменти, що каталізують реакції обміну речовин у м'язі.

До структурних білків перш за все відноситься міозин - скорочувальний білок міофібрил, який володіє ферментативними властивостями аденозинтрифосфатази і каталізує реакцію розщеплення АТФ на АДФ і неорганічний фосфат. Інші структурні білки - актин і міостромін - складають основу м'язової строми і сарколеми (зовнішньої оболонки м'язового волокна). Крім того, актин утворює з міозином скорочувальний комплекс - актоміозин, який скорочується під впливом розщеплення АТФ.

Особливе місце серед м'язових білків займає хромопротеїд міоглобін, близький за своєю структурою до гемоглобіну крові. Причому цей білок здатний приєднувати кисень набагато активніше, ніж гемоглобін. Нагромаджуючи кисень, який приносить кров, він служить у м'язі ніби запасним його резервуаром.

Речовини небілкової природи, які переходять у розчин (екстракт) після осадження м'язових білків, називаються екстрактивними. До них відносяться багаті на енергію азотовмісні речовини: АТФ (основне джерело енергії м'язових скорочень), креатинфосфат (головний резерв макроергічних фосфорних груп, які використовуються для ресинтезу АТФ), а також креатин (використовується для синтезу креатинфосфату), його ангідрид - креатинін, дипептиди: карнозин і ансерин (регулятори процесів гліколітичного і дихального ресинтезу АТФ), трипептид глутатіон (приймає участь в окислювальних процесах), кодегідрогенази (НАД і НАДФ), карнозин, вільні амінокислоти і ряд інших речовин.

До безазотових екстрактивних речовин відноситься в першу чергу глікоген - резервний вуглевод м'язів (0,3%). Із м'язового екстракту він може бути легко осаджений за допомогою спирту і виділений у чистому вигляді.

Інші безазотові екстрактивні речовини складають від 0,5 до 1,1% від ваги м'яза. Це глюкоза, гексозофосфорні ефіри, піровиноградна і молочна кислоти і інші; сюди ж відносяться холестерин і фосфоліпіди, які не розчиняються у воді і можуть бути вилучені із роздріблених м'язів розчинниками жирів.

Нарешті м'язи містять порівняно велику кількість мінеральних іонів (1-16,5%). Найбільший вміст K^+ і PO_4^{3-} , трохи менше Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , ще менше Fe^{3+} і SO_4^{2-} .

Всі ці речовини можуть бути виділені із м'яза, виявлені за допомогою специфічних якісних реакцій і визначені кількісно.

Фракційний склад білків скелетних м'язів (в % білкового азоту до загального азоту м'язової тканини).

№ п/п	Білкові фракції	Вміст, (%)	Відношення до розчинника
1.	Білки саркоплазми: - міоген; - білки-ферменти; - міоглобін.	до 30	розчинні у воді розчинний в розчині аміаку
2.	Структурні білки м'язів: - міозин; - актин; - тропоміозин; - тропонін.	до 50	розчинні у сольових розчинах (0,03 - 0,6 М КСІ)
3.	Білки строми Міостромін	до 10	нерозчинні у воді і сольових розчинах (КСІ)

Під впливом тренування у м'язах відбуваються зміни у їх хімічному складі та морфологічній будові.

Під впливом тренування у м'язах підвищується активність ферментів. Завдяки активації аеробних процесів посилюється синтез речовин необхідних для роботи м'яза: АТФ і креатинфосфату, збільшуються запаси глікогену. Значно прискорюється синтез скорочувальних білків міозину та актину, зростає буферна ємність крові та клітинної саркоплазми, зменшується кількість вільних жирів. Серед усіх біохімічних перетворень у м'язах, пов'язаних з тренуванням, відіграє збільшення в них АТФ, креатинфосфату, ГТФ, ІТФ, що є джерелами енергії для м'язової роботи. Тренування посилює окисно-відновні процеси в м'язах, сприяє перебудові їх обміну в бік посилення аеробних процесів. Треновані м'язи можуть виконувати більш тривалу і напружену роботу при витрачанні менших ресурсів, меншому нагромадженню молочної кислоти.

Підвищення вмісту креатину і креатинфосфату в м'язах при тренуванні зумовлено інтенсивністю синтезу креатину в нирках та печінці. Ріст м'язової

тканини, збільшення її маси залежить від збільшення кількості води і мінеральних речовин у них, а це в свою чергу пов'язано із загальною динамікою водно-сольового обміну.

Підвищення процесів біосинтезу білків веде до морфологічних змін у м'язовому волокні: потовщення міофібрил, збільшення нервових контактів з сарколемою, збільшення кількості мітохондрій, збільшення буферної ємності клітин, завдяки чому підвищується аеробні енергетичні можливості м'язів.

Особливості біохімічних змін у м'язах певною мірою залежать від характеру тренувань. При тренуванні на швидкі та короточасні навантаження м'язи працюють за рахунок алактатного (креатинкіназного) чи лактатного гліколітичного енергозабезпечення. При тренуванні на тривалі навантаження м'язами використовується енергія аеробного обміну.

Мета заняття: навчитись проводити біохімічний аналіз м'язової тканини, вивчити хімічний склад скелетних м'язів і вияснити механізм та хімізм м'язового скорочення.

Програмні питання.

1. Будова міоцита.
2. Що таке саркомер?
3. Типи м'язового волокна та м'язів.
4. Хімічний склад м'язів людини.
5. Фосфоровмісні речовини м'язів.
6. Макроергічні сполуки м'язів.
7. Роль іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} в процесах м'язового скорочення.
8. За рахунок посиленого синтезу яких речовин проходить робоча гіпертрофія м'язів.
9. Механіка м'язового скорочення (теорія ковзання і закручування).
10. Хімізм м'язового скорочення.
11. Чи потрібна енергія при розслабленні м'язів. Якщо так, то навіщо?
12. Назвіть м'язовий білок, який володіє ферментаивною здатністю.
13. Назвіть суттєві відмінності гіпотез Девіса і Хакслі. На які макроергічні сполуки особливо багатий м'яз?

Завдання для самостійної підготовки:

1. Гіпертрофія м'язів і причини, які її викликають.
2. Особливості обміну речовин серцевого м'яза у порівнянні зі скелетною мускулатурою.
3. Біохімічні особливості адаптаційних змін м'язів у окремих видах спорту.
4. Вплив оздоровчої фізичної культури на біохімічні та функціональні показники м'язів людини.
5. Вплив гіпокінезії на біохімічний статус м'язів людини.

Рекомендована література:

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум / За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. / За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Складярова. – Київ, "Здоров'я" 2004. – 192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с. 4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. – 744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевещ М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Складярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Апаратура: Водяна баня.

Обладнання: Фарфорові ступки з пестиком, колби, марля, паперові фільтри, скляні палочки, пробірки.

Реактиви: Дистильована вода, 10% розчин їдкого натру, 2% розчин оцтової кислоти, 5% розчин сірчаної кислоти, насичений розчин пікринової кислоти, реактив Уфельмана, 3% розчин молібденовокислого амонію, 1% розчин хлористого барію, 5% розчин хлористого калію, азотна кислота

Хід роботи:

1. Якісне дослідження м'язових білків.

Підготовка матеріалу для дослідження: м'яз звільнити від жиру і сполучної тканини і добре подрібнити ножицями. 6-8г подрібненої кашки помістити у фарфорову ступку, залити 30 мл дистильованої води і старанно розтерти товкачиком. Через 10 хв. рідину профільтрувати через подвійний шар марлі в колбу і отримати водний білковий екстракт.

М'язову кашку, яка залишилася після фільтрування перенести з марлевого фільтра у фарфорову ступку, залити 10-12 мл 5% розчину хлористого калію, впродовж 2-3хв. розтирати і профільтрувати через паперовий фільтр в іншу колбу і отримали сольовий білковий екстракт.

Одержані екстракти (водний і сольовий) використати для виконання лабораторних робіт.

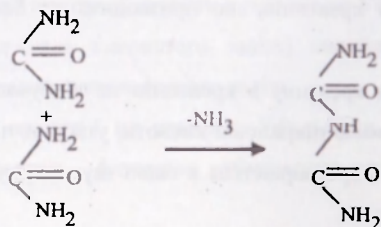
2. Вивчення білкових фракцій м'язової тканини.

а) Білки м'язової плазми.

В пробірку налити 2 мл водного екстракту і провести біуретову реакцію (до досліджуваної рідини додати 2 мл 10% розчину їдкого натру і 2-3 краплі 2% розчину сірчанокислої міді).

б) Структурні білки м'язів.

У лужному середовищі в присутності солей міді білки дають червоно-фіолетове



або синьо-фіолетове забарвлення. Реакція зумовлена присутністю в білку пептидних зв'язків, які утворюють з іонами міді солеподібні комплексні сполуки. Інтенсивність забарвлення залежить від кількості пептидних зв'язків.

Свою назву біуретова реакція одержала від похідного сечовини – біурету, який також дає реакцію.

В пробірку налити 2 мл сольового екстракту і провести біуретову реакцію (до досліджуваної рідини додати 2 мл 10% розчину їдкого натру і 2-3 краплі 2% розчину сірчаної кислоти міді).

3. Якісне визначення деяких екстрактивних і мінеральних речовин м'язів.

Одержання безбілкового екстракту: 15 мл водного екстракту підкислити 5 краплями 10% розчину оцтової кислоти і нагріти до кипіння для осадження білків. Після цього рідину профільтрувати через паперовий фільтр у велику пробірку. В одержаному безбілковому фільтраті відкрити екстрактивні речовини і мінеральні солі.

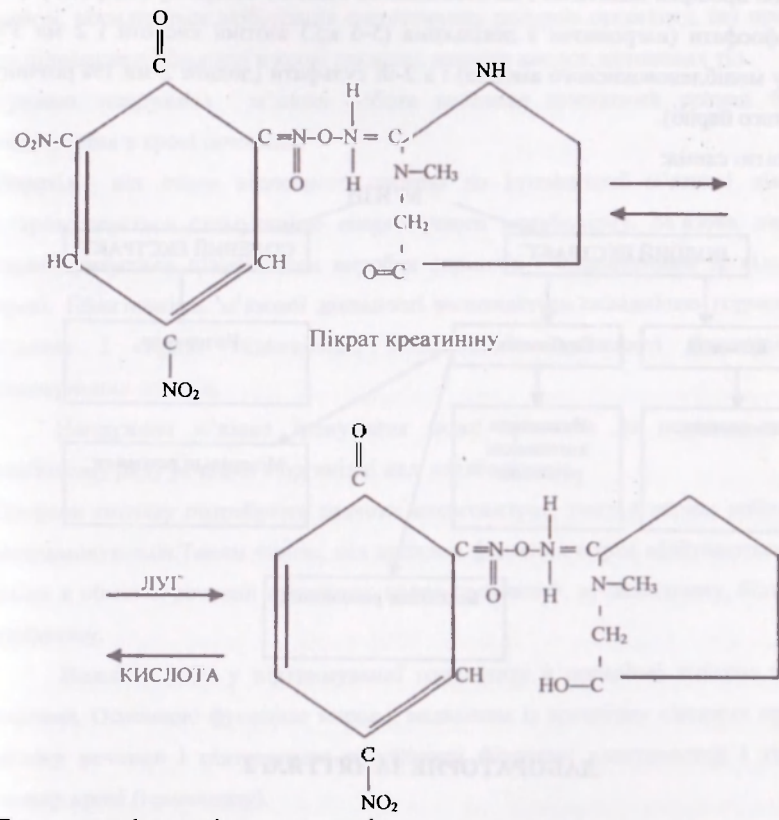
а) Відкриття креатину і креатиніну.

У дві пробірки налити по 1 мл одержаного безбілкового екстракту. В першу додати 1 мл 5% розчину сірчаної кислоти і нагрівати впродовж 10 хв. у киплячій водяній бані, після чого рідину профільтрувати і обережно нейтралізувати (за лакмусом) 10% розчином їдкого натру. Потім в дві пробірки налити по 3 мл 10% їдкого натру і по 5-8 крапель насиченого розчину пікринової кислоти. В обох пробірках появляється оранжево-червоне забарвлення, причому більш інтенсивне у 1-й пробірці.

Хімізм реакції.

Креатин, який знаходиться у фільтраті першої пробірки, при нагріванні з кислотою перетворюється в креатинін, що призводить до його збільшення у фільтраті.

В 2-й пробірці перехід креатину в креатинін не відбувається. Креатинін, взаємодіючи з енольною формою пікринової кислоти, утворює пікрат креатиніну, який в лужному середовищі перетворюється в свою таутомерну форму, яка має оранжево-червоне забарвлення.



Таутомерна форма пікрату креатиніну

В кислому середовищі реакція проходить у протилежному напрямку і забарвлення зникає.

б) Відкриття молочної кислоти.

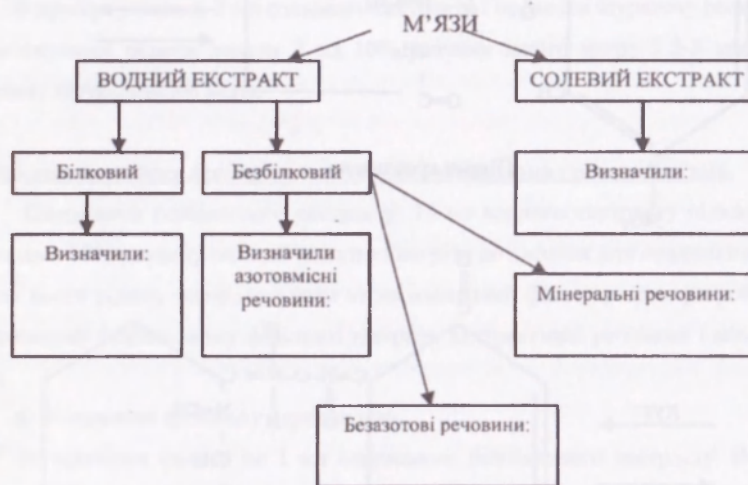
При взаємодії молочної кислоти з реактивом Уфельмана (100 мл 2% розчину фенолу + 10 крапель хлористого заліза) виникає зелено-жовте забарвлення внаслідок утворення молочнокислого заліза.

В пробірку налити 1 мл реактиву Уфельмана і додати по краплях водний безбілковий фільтрат - фіолетове забарвлення реактиву переходить у зелено-жовте.

в) Відкриття мінеральних речовин м'язової тканини.

У дві пробірки налити по 1 мл безбілкового водного екстракту відкрити у 1-ій із них фосфати (нагріваючи з декількома (5-6 кр.) азотної кислоти і 2 мл 3% розчину молібденовокислого амонію) і в 2-ій сульфати (додати 2 мл 1% розчину хлористого барію).

Результати: схема:



ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

БІОХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЧІ

Теоретичний вступ:

М'язова діяльність приводить до багатьох змін в обміні речовин. Зміни відбуваються не тільки у м'язах та органах безпосередньо пов'язаних з забезпеченням фізичної роботи, але і в багатьох органах і тканинах організму. Посилюються транспорт кисню до працюючих органів і тканин, стабілізується робота нервової і гормональної систем організму. В м'язах і крові збільшується кількість продуктів анаеробного обміну: молочна кислота, неорганічний фосфор, креатин. З підвищенням тривалості роботи в енергозабезпеченні м'язів

приймають участь продукти розпаду жирів – жирні кислоти і кетонів тіла. Таким чином, посилюється мобілізація енергетичних ресурсів організму, що приводить до підвищення кількості в крові глюкози, жирних кислот, кетонів тіл.

Тривала напружена м'язова робота викликає посилений розпад білків і підвищення в крові сечовини.

Перехід від стану відносного спокою до інтенсивної м'язової діяльності супроводжується стимуляцією енергетичного метаболізму. М'язова діяльність характеризується підсиленням виробки гормонів і підвищенням їх кількості у крові. Ефективність м'язової діяльності визначається складністю гормональних впливів і сприяє підвищенню потенційної можливості функціонування ендокринних органів.

Напружене м'язове тренування може привести до переваги процесів анаболізму ряду речовин в організмі над катаболізмом.

Процеси синтезу потребують значних енерговитрат, тому в період роботи вони загальмовуються. Таким чином, під впливом фізичних вправ відбуваються значні зміни в обмінах речовин організму: водно-сольовому, вуглеводному, білковому, ліпідному.

Важливу роль у підтримуванні гомеостазу в організмі відіграє видільна система. Основною функцією нирок є видалення із організму кінцевих продуктів обміну речовин і підтримання постійності фізичних властивостей і хімічного складу крові (гомеостазу).

Біохімічне дослідження сечі має суттєве значення в спортивній практиці. Воно дозволяє міркувати про те, як протікають процеси обміну речовин в організмі спортсмена та про його реакцію на різні фізичні навантаження.

За добу людина виділяє від 1,2 до 1,5 л сечі. Найбільше в сечі води, причому різного походження:

- а) введеної в організмі з продуктами харчування;
- б) утвореної при окисненні в організмі органічних сполук.

У воді розчинені різні кінцеві і проміжні продукти обміну, а також мінеральні солі.

Колір сечі залежить від вмісту в ній пігментів - урохрому, уробіліну та інших. Для якісного аналізу беруть ранкову сечу.

При аналізі сечі спочатку визначають її фізичні показники (колір, запах, прозорість, питому вагу), потім хімічні (реакцію на вміст у ній нормальних і патологічних складових частин).

Питома вага сечі коливається в межах 1,010 – 1,025 г/см³ у залежності від величини діурезу (сечовиділення і хімічного складу). Підвищення питомої ваги може бути пов'язане з появою в ній незвичайних складових частин, та об'єму виділеної сечі.

Реакція сечі у звичайних умовах слабко кисла (рН - 6,5 - 6,0). При вживанні м'яса у великій кількості вона стає ще кислішою, при рослинному ж харчуванні - слаболужною (рН - 8,0). Інтенсивна м'язова діяльність призводить до різкого зсуву реакції сечі в кислоту сторону, внаслідок виділення недоокислених продуктів, які утворюються в м'язах (молочна, піровиноградна, ацетооцтова кислоти і інші).

В гірських умовах, а також при різних захворюваннях реакція сечі може бути більш лужною.

При м'язовій діяльності, особливо інтенсивній, вміст звичайних складових частин сечі збільшується, а також появляються незвичайні метаболіти обміну.

Звичайними (нормальними) складовими частинами сечі є сечовина, креатинін, солі сечової і щавелевої кислот, іони Cl^- , Na^+ , NH_4^+ , PO_4^- .

Незвичайними складовими частинами - білок, який появляється після значних фізичних навантажень і при захворюваннях нирок;

- цукор як наслідок значного збільшення вмісту в крові (аліментарна гіперглікемія, пов'язання зі значним емоційним збудженням чи захворюванням на цукровий діабет);

- кетоніві тіла, які появляються в сечі при неповному їх окисненні в тканинах (в умовах гір, при браку вуглеводів в харчуванні, при цукровому діабеті).

- жовчні пігменти і жовчні кислоти (при захворюваннях печінки);

- кров'яні пігменти (при посиленому руйнуванні еритроцитів в організмі), індикан, уробілін та інші.

Хімічний склад сечі людини (питома вага 1,010-1,025; рН 5,0 - 7,0)
(добова сеча)

Компоненти	в грамах
Вода	1100 – 1600
Сечовина	20 – 30
Сечова кислота	0,3 – 1,2
Креатинін	1,5 – 2,5
Гіппурова кислота	0,1 – 2,0
Піровиноградна кислота	Сліди
Молочна кислота	Сліди
Індикан	0,001 – 0,038
Неорганічні речовини:	15 – 25
С ⁻	5 – 11
PO ₄ ⁻	2 – 6,6
O ₂	1,8 – 2,6
Na ⁺	3 – 5,2
NH ₄ ⁺	0,6 – 1,3
Ca ²⁺	0,2 – 0,3
Mg ⁺⁺	0,006 – 0,2

Програмні питання.

1. Назвіть нормальні складові частини сечі,
2. Як змінюється реакція сечі у залежності від складу їжі?
3. Як відбивається на питомій вазі сечі поява у ній цукру?
4. Які речовини можна виявити в сечі після інтенсивної м'язової роботи?
5. Чи можна робити висновки про рівень обміну речовин в організмі за появою незвичайних компонентів в сечі?
6. За якими показниками сечі можна аналізувати характер азотистого балансу?
7. Поясніть механізм спортивної альбумінурії.
8. Про що засвідчує явище глюкозурії?

Завдання для самостійної підготовки:

1. Як змінюється питома вага сечі за умови наявності в ній цукру?
2. Вплив емоційного навантаження на біохімічний склад сечі людини.
3. Як зміняться кількісні біохімічні характеристики під впливом фізичних вправ з обраного виду спорту?
4. Яка різниця в екскреції креатиніну під впливом навантаження у юніорів у порівнянні з дорослими спортсменами?
5. Поява яких біохімічних параметрів у сечі може носити аліментарне походження?

Рекомендована література:

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Складарова. – Київ, “Здоров’я”2004. –192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Складарова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Апаратура : урометри.

Обладнання: Мірні циліндри на 50 мл, штативи з пробірками, спиртівки, паперові фільтри.

Реактиви: 10% розчин їдкою натру, лакмусовий папір, універсальний індикатор, насичений розчин пікринової кислоти, 5% розчин азотної кислоти, 3% розчин молібденовокислого амонію, насичений розчин шавлевокислого амонію, 20% розчин сульфосаліцилової кислоти, реактив Фелінга, 80% розчин оцтової кислоти, 10% розчин нітропрусиду натрію, концентрований аміак.

I. Визначення фізичних показників в сечі.

1. Колір.
2. Прозорість.
3. Запах.
4. Питома вага.

У мірний циліндр об'ємом 50 мл наливають досліджувану сечу. Колір і прозорість визначають візуально, використовуючи наступну термінологію: безбарвна, світло-жовта, шафранно-жовта, жовто-рожева, кроваво-червона, червоно-бура, бура, зеленувато-бура, прозора, мутновата, мутна.

Запах визначають термінами - нормальний, аміачний, плодовий, (при наявності ацетону) і тому подібне.

Питома вагу визначають за допомогою спеціального аерометра (урометра). Урометр обережно опускають в циліндр з сечею (на поверхні її не повинно бути піни) так, щоб він не торкався стінок циліндра і проводять відлік цієї лінії на шкалі урометра, яка відповідає нижньому меніску сечі.

Спочатку вимір проводять одним урометром (від 1,0 до 1,03). Якщо ж питома вага сечі більша (тоді урометр спливає), беруть другий урометр зі шкалою від 1,03 до 1,06 г/см³.

Фізичну характеристику сечі записують.

II. Виявлення нормальних складових частин сечі.

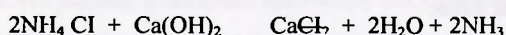
I. Визначення рН сечі.

В сечу занурюють лакмусовий папір: почервоніння говорить про кислоту, а посиніння – про лужну реакції. Для більш точного визначення реакції використовують індикаторний папір, який по різному змінює забарвлення в

залежності від активної реакції середовища. До паперу прикладається шкала, за якою і визначають рН сечі.

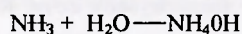
2. Відкриття солей амонію в сечі.

В пробірку наливають 2 мл сечі, додають 4 краплі вапняного молока $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і злегка нагрівають, закріпивши за верхній край пробірки зволожений у воді лакмусовий папірець. Через деякий час він синіє.



3. Відкриття сечовини в сечі.

У пробірку наливають 2 мл сечі, додають 6 крапель 10% розчину NaOH і обережно кип'ятять. За верхній край пробірки закріплюють зволожений водою лакмусовий папірець. При гідролізі сечовини виділяється аміак, який і спричиняє посиніння зволоженого лакмусового паперу.



4. Відкриття креатиніну в сечі.

У пробірку наливають 1 мл сечі, додають 4 краплі 10% розчину NaOH і стільки ж насиченого розчину пікринової кислоти. Появляється яскраве оранжеве забарвлення.

5. Відкриття фосфатів у сечі.

У пробірку наливають 1-мл сечі, підкислюють її 2-3 краплями азотної кислоти, додають 2 мл 3% розчину молібденовокислого амонію і нагрівають, поступово утворюється жовтий осад фосфорномолібденовокислого амонію.

6. Відкриття іонів кальцію в сечі.

У пробірку наливають 2 мл сечі і додають 4 краплі насиченого розчину щавелевокислого амонію. Відразу випадає осад щавелевокислого кальцію

III. Виявлення незвичайних складових частин сечі.

I. Відкриття білка в сечі.

В нормі білок у сечі відсутній. Він появляється в ній після значних фізичних напружень (спортивна альбумінурія), а також при захворюваннях нирок і сечовидільних шляхів.

а) Проба з концентровано азотною кислотою.

У пробірку наливають 2-3 мл концентрованої HNO_3 і обережно!, по стінці, нашаровують за допомогою піпетки такий же об'єм сечі. При наявності в сечі білка на межі рідин утвориться мутне біле кільце.

б) У пробірку наливають 5 мл сечі і додають 10 крапель 20% розчину сульфосаліцилової кислоти. При наявності в сечі білка появляється осад або помутніння. Реакція вдвічі чутливіша, ніж попередня.

2. Відкриття глюкози в сечі.

Сеча здорової людини містить незначну кількість глюкози. Підвищення кількості глюкози в сечі може спостерігатися тоді коли вміст її в кров'яному руслі перевищує 8-9 ммоль/л. Тому ця величина називається "нирковим порогом глюкози".

У пробірку наливають 2 мл профільтрованої (якщо лужна) сечі, додають 1 мл реактиву Фелінга 1 і 1 мл реактиву Фелінга 2. Нагрівають У випадку присутності цукру при кипінні суміш появляється цегляно-червоне забарвлення закису міді Cu_2O .

3. Відкриття кетонів у сечі.

В нормі добова сеча містить 20-50 мг кетонів тіл. Кетонурія спостерігається при голодуванні, надмірному вживанні жирів, різкому послабленні серцевої діяльності.

Кетонів тіла появляються в сечі при порушенні окислення їх у тканинах.

В пробірку наливають 10 мл сечі, додають 1 мл 80% розчину оцтової кислоти і 0,5 мл свіжоприготованого 10% розчину нітропрусиду натрію. Тоді обережно! нашаровують 2 мл концентрованого аміаку. При наявності в сечі кетонів тіл утворюється фіолетове кільце на місці стику рідин.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОРГАНІЧНОГО ФОСФОРУ В СЕЧІ

Теоретичний вступ:

Вивчаючи матеріал даної теми, необхідно пам'ятати, що невисокий вміст АТФ у м'язах (0,25-0,40%) від їх ваги, висока швидкість витрат (всього запасу АТФ вистачає на декілька сильних скорочень), втрати м'язами здатності до

скорочення і розслаблення при значному зниженні концентрації АТФ висуває високі вимоги до процесів, що забезпечують поповнення її запасів. Під впливом тренування ненабагато підвищується загальний вміст АТФ у м'язах, але в розрахунку на одиницю ваги він залишається постійним. Підвищення м'язової працездатності, яке відбувається з розвитком натренованості, обумовлене в першу чергу удосконаленням процесів, які відновлюють запас АТФ у м'язах.

Процеси, які здійснюють ресинтез АТФ, можуть бути охарактеризовані за допомогою декількох показників: максимальної потужності, метаболічної смності, енергетичної ефективності.

Під **максимальною потужністю** процесу розуміють найбільшу кількість енергії, яка може бути отримана для ресинтезу АТФ в цьому процесі за одиницю часу.

Метаболічна смність - це загальна кількість енергії, яка може бути звільнена при розпаді певного енергетичного джерела аж до вичерпання можливостей його мобілізації в даних умовах.

Ефективність біохімічного процесу характеризується відношенням кількості енергії, використаної для виконання механічної роботи, до загальної кількості звільненої енергії.

Аеробний процес основний спосіб енергозабезпечення живих організмів. Він характеризується широким колом субстратів окислення (вуглеводів, ліпідів, продуктів білкового обміну). При його протіканні не нагромаджуються токсичні продукти обміну. Його ефективність дуже висока. Однак багатостадійність цього процесу, складний шлях транспорту кисню до працюючих тканин роблять аеробний процес обмеженим по максимальній потужності. Найбільша швидкість ресинтезу АТФ в аеробних реакціях у добре тренованих спортсменів, які виконали попередню розминку, досягається у м'язах не раніше, ніж через хвилину після початку інтенсивної м'язової роботи.

Анаеробні процеси, які включають меншу кількість проміжних реакцій, ніж аеробні, і не залежать від швидкості надходження кисню, мають більш високу швидкість і більшу максимальну потужність. Однак їх метаболічна смність, яка залежить від величини запасів креатинфосфату і глікогену, а також від стійкості

організму до дії продуктів анаеробного обміну, значно поступається емності аеробного процесу.

Вивчаючи дану тему, необхідно виявити особливості кожного біохімічного шляху ресинтезу АТФ, фактори, які лімітують розгортання, максимальну потужність, метаболічну емність і ефективність їх, звернувши особливу увагу на зміну ефективності аеробного процесу в залежності від функціонального стану організму за рахунок зміни ступеня спряження окислення і фосфорилування у дихальному ланцюгу мітохондрій.

В енергозабезпеченні будь-якої м'язової роботи приймають участь як правило, всі основні реакції ресинтезу АТФ (креатинфосфокіназна, міокіназна, гліколітична, окислювально-фосфорилувальна), але співвідношення між ними при виконанні різних фізичних навантажень різне. Слід визначити те коло фізичних навантажень, в яких кожний із способів ресинтезу АТФ відіграє важливу роль у залежності від зон відносної потужності (максимальної, субмаксимальної, великої та помірної).

Що стосується показника, який визначається у даній роботі (фосфор неорганічний), то необхідно звернути увагу на його значення в оцінці швидкості включення креатинфосфокіназного механізму енергозабезпечення, також важливу роль у спринтерських видах спорту, легкої атлетиці, ігрових видах і т.п.

МЕТА:

Знати аеробні та анаеробні шляхи ресинтезу АТФ і їх взаємозв'язок в процесі м'язової роботи.

Вміги: якісно визначити неорганічний фосфор в сечі, а також навчитися використовувати знання кінетичних особливостей різних біохімічних процесів, спряжених з ресинтезом АТФ для підбору методів підвищення спортивної працездатності.

Програмні питання.

1. Поняття про потужність, емність і ефективність процесів, що забезпечують ресинтез АТФ.
2. Аеробні і анаеробні шляхи ресинтезу АТФ при м'язовій діяльності.

3. Ресинтез АТФ креатинфосфокіназною реакцією (привести приклади фізичних вправ, де переважає цей тип реакції).
4. Міокіназна реакція і її роль у підтриманні сталості концентрації АТФ у працюючих м'язах.
5. Ресинтез АТФ у процесі гліколізу. Ефективність і особливість гліколітичного процесу при м'язовій роботі.
6. Ресинтез АТФ у процесі окислювального фосфорилування.
7. Умови забезпечення тканин киснем і ефективність процесів аеробного ресинтезу АТФ.
8. Взаємозв'язок між аеробним і анаеробним процесами у м'язах.

Завдання для самостійної підготовки:

1. Як змінюється екскреція неорганічного фосфору під впливом змагальних навантажень з обраного виду спорту?
2. Як організувати біохімічне обстеження спортсмена, щоб оцінити ступінь тренуваності за показником екскреції неорганічного фосфору?
3. Як використати показник екскреції фосфору неорганічного для оцінки стану відновленого організму після виконаного навантаження?
4. Які є джерела накопичення неорганічного фосфору в організмі, що викликає їх понаднормову екскрецію?
5. З обміном якого хімічного елемента тісно пов'язаний обмін неорганічного фосфору?
6. Участь неорганічного фосфору у побудові ергогенних сполук.

Рекомендована література:

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Склярова. – Київ, "Здоров'я"2004. –192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с. 4. Гонський Я.І.,

- Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Склярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Апаратура : фотоелектроколориметр.

Обладнання: пробірки, піпетки, дозатори піпеточні, ємкості для збору сечі.

Реактиви: набір реактивів для визначення неорганічного фосфору.

Хід роботи:

В мірній колбі 0,5 мл сечі розводять дистильованою водою до 50 мл. Звідси набирають 2 мл, додають 1 мл молібденової суміші ("А" - 3 мл + "Б" - 2 мл) і 2 мл аскорбінової кислоти. Через 10 хв. колориметрують на ФЕКу (при 560 нм – червоний світлофільтр) і визначають фосфор за калібрувальною кривою по Бріггсу. Результат калібрувальної кривої множать на 0,0229 і отримують г% P_2O_5 , а потім перераховують на добовий діурез. В нормі - 1-5г P_2O_5 , сечі на добу.

Нулеву відмітку встановлюють за компенсаційною рідиною, яка містить 2 мл H_2O , 1мл молібденового реактиву і 2мл аскорбінової кислоти.

Підвищений вміст фосфору в сечі буває при лейкомії, інфекційних захворюваннях, знижені результати - при рахіті.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 4 ВИЗНАЧЕННЯ СЕЧОВИНИ В СЕЧІ

Теоретичний вступ.

Під втомою розуміють тимчасову втрату працездатності, викликану напруженою роботою. Втома представляє собою порушення якої-небудь ланки в єдиній взаємозв'язаній системі органів і фізіологічних функцій, які забезпечують виконання певного виду роботи. В більшості випадків втома розглядається як комплексне явище, при якому причиною зниження працездатності може бути вихід з ладу одного з компонентів в складній взаємозв'язаній системі органів і функцій організму, чи порушення взаємозв'язку між ними. В залежності від умов м'язової діяльності і індивідуальних можливостей організму провідну роль у розвитку втоми може приймати на себе любий орган чи функція, можливості яких в певний момент роботи стають неадекватними вимогам навантаження. Через те першопричиною втоми може стати і зниження енергетичних ресурсів організму, і зменшення активності ключових ферментів внаслідок накопичення і пригнічення дії продуктів метаболізму, і зміни нервової чи гормональної функцій, і тощо.

Розрізняють дві форми втоми: швидко розвинута і повільно наростаюча. В обох випадках втоми виникають біохімічні зміни в м'язах, які характеризуються зниженням АТФ, КрФ і глікогену, однак ці зміни неспецифічні. Специфічним для обох форм втоми в м'язах є зниження активності АТФ-ази міозину і можливостей виділення і вбирання Ca^{2+} саркоплазматичним ретикуломом.

До цих змін приєднуються зміни провідності в нервово-м'язовому синапсі із-за нестачі АТФ як джерела енергії.

У втомленому м'язі значно швидше відбуваються розщеплення глікогену, пригнічуються процеси дихання, йде нагромадження молочної кислоти. У втомлених м'язах підвищується концентрація аміаку, за рахунок дезамінування аденілової кислоти і розщеплення глутаміну. В умовах втоми послаблюється функція печінки щодо синтезу нових сполук, у крові йде нагромадження молочної кислоти та сечовини, продукту розпаду амінокислот.

При втоми пригнічується діяльність залоз внутрішньої секреції, що приводить до зменшення вироблення гормонів і до зниження активності ферментів. У стані втоми проявляється посилення гліколізу та глікогенолізу, що супроводжується закисленням внутрішнього середовища і порушення гомеостазу. Підвищений катаболізм білків приводить до збільшення кількості сечовини в крові.

Мета:

1. Дати визначення поняття про втоми і причини її виникнення.
2. Охарактеризувати біохімічні зміни в організмі при втоми в залежності від потужності і тривалості м'язової роботи.

Програмні питання.

1. Дайте визначення втоми.
2. Які біохімічні процеси відбуваються у м'язах під час тривалого фізичного навантаження?
3. Які біохімічні зміни відбуваються в залозах внутрішньої секреції та органах (печінки, нирки, нервова система)?
4. Дайте характеристику втоми у зоні максимальної відносної потужності.
5. Дайте характеристику втоми у зоні субмаксимальної відносної потужності.
6. Дайте характеристику втоми у зоні великої відносної потужності.
7. Дайте характеристику втоми у зоні помірної відносної потужності.
8. Спрямованість біохімічних перетворень в організмі в період після м'язової роботи.

Завдання для самостійної підготовки:

1. Як змінюється екскреція сечовини у спортсменів після фізичних навантажень різного характеру та інтенсивності?
2. Чому сечовину вважають інтегральним показником втоми?
3. Як змінюється показник втоми в стані перетренованості?
4. Які тести необхідно провести, щоб визначити показник сечовини, який характерний для спортсменів обраного Вами спорту?

Рекомендована література:

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського/ Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Склярова. – Київ, “Здоров’я”2004. –192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с. 4. Гонський Я.І. Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Склярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Апаратура: фотоелектроколориметр

Обладнання: водяна баня, ємкості для збирання сечі, піпетки, пробірки звичайні, фольга або корки, таймер, маркер.

Матеріали досліджень і реактиви:

1. Досліджуваний біологічний матеріал (сеча).
2. Набір реактивів для визначення сечовини.

Х і д р о б о т и:

**Визначення сечовини в біологічних рідинах
(діацетілмонооксиновим методом)**

У пробірку відмірюють послідовно, відповідно до таблиці , біологічну рідину і робочі розчини. Сечу перед аналізом необхідно розвести в 50 разів, помножити отриманий результат на коефіцієнт розведення (50).

Таблиця.

Щедрини у пробірці, мл	МікрОВИЗНАЧЕННЯ			МАКРОВИЗНАЧЕННЯ		
	П р о б а					
	Дослідна	Калібрувальна	Холоста	Дослідна	Калібрувальна	Холоста
Діагностична рідина	0,01	-	-	0,02	-	-
Фотометричний р-н	-	-	0,01	-	-	0,02
Калібрувальний р-н	-	0,01	-	-	0,02	-
Розчин семакабазиду	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
Розчин селітенокису	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00

Пробірки закривають ковпачками, перемішують вміст і одночасно поміщають у **блиштво киплячу** водяну баню на 10 хв. Потім пробірки швидко охолоджують у проточній воді. Вимірюють оптичну щільність дослідної проби і калібрувальної проти холостої проби. Забарвлення вимірюють протягом 15 хв. Фотометрування - при довжині хвилі (540 – 560) нм у лінійці (0 – 1,0) од. опт. щільності та довжині оптичного шляху 10 мм. Після нагрівання розчин у пробірці з дослідною пробєю мутний, то його центрифугують протягом 5 хв або депротейнують розчином трихлорофосфатної кислоти.

Розрахунок концентрації сечовини проводять за формулою (1):

$$C = E_{\text{досл.}} / E_{\text{кал.}} \cdot X \cdot 16,65, \text{ де}$$

- C – концентрація сечовини в пробі, ммоль/л;
- X – калібрувальна концентрація сечовини, ммоль/л;
- E_{досл.} – оптична щільність дослідної проби, од.опт.щільності;
- E_{кал.} – оптична щільність калібрувальної проби, од.опт.щільності.

НОРМАЛЬНІ ВЕЛИЧИНИ

- У СИРОВАТЦІ КРОВІ (1,7-8,3) ММОЛЬ/Л, (10-50) МГ/ДКЛ;
- У СЕЧІ (333-563) ММОЛЬ/ДОБУ, (20-35) Г/ДОБУ.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 5 ВИЗНАЧЕННЯ КРЕАТИНІНУ В СЕЧІ

Теоретичний вступ:

Приставаючи до вивчення даної теми, слід звернути увагу на поняття термінових, відкладених і кумулятивних біохімічних адаптивних змін, які виникають під час тренування. Термінові зміни – це ті зсуви, які відбуваються під час виконання роботи і можуть бути виявлені після її закінчення.

Віддаленими називаються адаптивні зміни, які відбуваються на пізніших етапах відновлення після роботи. Центральним явищем відкладеного ефекту

тренувань є суперкомпенсація енергетичних джерел і структурних компонентів клітини.

Кумулятивні зміни виникають як результат нашарування слідів багатьох тренувальних занять. Вони полягають у нагромадженні легкодоступних для використання в роботі енергетичних субстратів, збільшенні кількості ферментів, підвищенні буферної ємності і стійкості організму до утворення надлишку недоокислених продуктів обміну, посиленні синтезу речовин, які складають основу клітинних структур (білків, ліпідів), удосконаленні регуляторних систем організму, якщо повторне навантаження припадає на фазу суперкомпенсації. Кумулятивні зміни носять яскраво виражений специфічний характер. Найбільш значні вони в тих органах і тканинах, які приймають активну участь у виконанні певного виду фізичної роботи. При правильно побудованому тренуванні кумулятивні зміни забезпечують підвищення функціональних можливостей організму і “економізацію” реакції організму у відповідь на навантаження. Незначні біохімічні зсуви під час виконання роботи ведуть після неї до менш вираженої суперкомпенсації, тому позитивний тренувальний ефект може мати місце тільки при поступовому збільшенні навантажень в тренувальному циклі.

Мета:

1. Усвідомити основи побудови тренувальних занять з біохімічних позицій.
2. Визначити на фотоелектроколориметрі вміст креатиніну в сечі.

Програмні питання.

1. Спортивні навантаження, адаптація, тренувальний ефект. Дати характеристику різного характеру навантаження, типи адаптації організму до них, тренувальний ефект.
2. Закономірності адаптаційних біохімічних змін в процесі тренування.
3. Поняття про “терміновий”, “відкладений” і “кумулятивний” тренувальний ефект.
4. Біохімічні особливості взаємодії тренувальних ефектів від повторних навантажень, які виконуються:

- а) в період відновлення від попередніх навантажень;
 - б) в період недовідновлення;
 - в) в період суперкомпенсації.
5. Біохімічне обґрунтування правильного співвідношення роботи і відпочинку в процесі тренування.
 6. Біохімічне обґрунтування поступового збільшення спортивного навантаження.
 7. Взаємозв'язок закономірностей з дидактичним принципом побудови тренувального процесу.
 8. Послідовність біохімічних змін в організмі під час тренування і розтренування.
 9. Біохімічна характеристика тренованого організму.

Завдання для самостійної підготовки:

1. Як пов'язані "термінові" ефекти тренування з показником креатиніну?
2. Які "кумулятивні" зміни у спортсменів можна спостерігати за показником креатиніну?
3. Що таке гіпер- та гіпокреатинурія? Причини, що їх супроводжують.
4. Коли настає стадія суперкомпенсації креатинфосфокіназної реакції?
5. Що таке креатинові навантаження? Коли його застосовують і з якою метою?
6. Як вплинуть постійно діючі навантаження у зоні максимальної потужності на показник креатинфосфату м'язів?

Рекомендована література:

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум / За заг. редакцією Я.І. Гонського. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. - 288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. / За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Склярова. - Київ, "Здоров'я" 2004. - 192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. - 502 с. 4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. - 744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. - 506с.

6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134

7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с.

8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Склярова.- Київ: Здоров'я, 2002.-298с.

9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

Апаратура: фотоелектроколориметр.

Обладнання: мірні циліндри, штативи з пробірками, дозатори піпеточні, піпетки, емкості для збирання сечі.

Реактиви: Набір реактивів для визначення креатиніну.

Хід роботи:

1. Визначення креатиніну.

Перед аналізом біологічний матеріал (сечу) розвести в мірній колбі у 100 разів (до 1 мл сечі додати 99 мл води, або 0,1 мл сечі + 9,9 мл води).

В три різні пробірки з точністю відмірюють (згідно з таблицею) всі необхідні розчини речовин.

Вимірювана рідина : Дослідна : Холоста : Калібрувальна

Калібрувальна рідина	-	-	2,0
Розведена сеча	1,0	-	-
Розчин ТХО к-ти	0,5	0,5	-
Дистильована вода	0,5	1,5	-
Р-н їдкоого натру	1,0	1,0	1,0
Р-н пікринової к-ти	1,0	1,0	1,0

Перемішати, витримати 20 хв. при кімнатній температурі, фотометру вати навпроти холостої проби при (500-560 нм) синьо-зелений світлофільтр. Отриманий результат помножити на коефіцієнт розведення 100.

Концентрацію креатиніну розраховують за формулою:

$$C = 2,0 \times \frac{E_{\text{досл}}}{E_{\text{кал}}} \text{ (мг\%)} \quad \text{або} \quad C = 177 \times \frac{E_{\text{досл}}}{E_{\text{кал}}} \text{ (мкмоль/л)}$$

C – вміст креатиніну в пробі

2,0 (177) – калібрувальна концентрація креатиніну

$E_{\text{досл}}$ – оптична густина дослідної проби

$E_{\text{кал}}$ – оптична густина калібрувальної проби

Кількість креатиніну в добовій сечі визначають за формулою:

$$KK = \frac{C \times A}{B \times 100}, \text{ де}$$

KK – к-ть креатиніну в добовій сечі в мг,

C – концентрація креатиніну в сечі в мг%,

A – добова к-ть сечі в мг.

B – к-ть сечі взятої для аналізу в мл.

Норма креатиніну в сечі:

Дорослі: чоловіки – 14-26 мг/кг/добу (124-230 мкмоль/кг/добу)

Жінки - 11-20 мг/кг/добу (97-177 мкмоль/кг/добу)

Добова сеча здорової людини – 4,4-17,7 ммоль/добу.

При посиленій м'язовій роботі екскреція креатиніну з сечею зростає.

Т Е С Т И

З КУРСУ “БІОХІМІЯ СПОРТУ”

1. Які компоненти беруть участь у скороченні м'язового волокна?
 - а) міозин, актин, тропонін, тропоміозин, Ca^{2+} , АТФ, K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , АТФ-аза;
 - б) актин, міозин, міоглобін, карнітин;
 - в) міозин, актин, тропонін, тропоміозин;
 - г) міозин, актин, тропонін, тропоміозин, АТФ, Ca^{2+} .
2. Зміна яких компонентів м'язів має місце за умови домінуючого розвитку загальної витривалості:
 - а) гемоглобіну, міоглобіну, кількості мітохондрій, розміру мітохондрій, цитохромоксидази, глікогену м'язів;
 - б) гемоглобіну, міоглобіну, кількості мітохондрій, ядер;
 - в) міоглобіну, кількості мітохондрій, розміру мітохондрій, цитохромоксидази, ферментів гліколізу;
 - г) ферментів гліколізу, лактатдегідрогенази, креатин фосфату.
3. Які механізми енергозабезпечення вдосконалюються при розвитку швидкості, пружкості і швидкісної витривалості?
 - а) анаеробний алактатний, анаеробний лактатний, міокіназний;
 - б) креатин фосфатний, гліколітичний;
 - в) дихальне фосфорилування, гліколіз;
 - г) аеробне окислення, дихальне фосфорилування.
4. Вибрати правильну послідовність зниження потужності механізмів енергозабезпечення при м'язовій роботі:
 - а) гліколітичний, аеробне окислення, креатин фосфатний;
 - б) аеробне окислення, гліколітичний, креатин фосфатний;
 - в) креатинфосфатний, гліколітичний, аеробне окислення, дихальне фосфорилування;
 - г) міокіназний, креатинфосфатний, гліколіз.
5. В якому віковому діапазоні має місце найвищий прояв сили як рухової якості (здібності) важкоатлета?
 - а) 10-15 років;

- б) 15-20 років;
 - в) 20-35 років;
 - г) 40-55 років;
6. Яким шляхом проходить енергозабезпечення м'язів при бігу на 60, 100м?
- а) анаеробним алактатним, гліколітичним – частково;
 - б) гліколітичним;
 - в) аеробним;
 - г) змішаними шляхами.
7. Які шляхи енергозабезпечення мають місце при виконанні вправ у спортивних іграх?
- а) тільки креатинфосфатний;
 - б) тільки гліколітичний;
 - в) змішаний анаеробно-аеробний;
 - г) тільки аеробне окислення і дихальне фосфорилування.
8. Яка послідовність біохімічних змін спостерігається в м'язах натренованого організму?
- а) зростання аеробних окисних процесів і вмісту глікогену; нагромадження структурних білків;
зростання інтенсивності гліколізу;
зростання вмісту креатинфосфату;
 - б) зростання вмісту креатинфосфату;
зростання інтенсивності гліколізу;
нагромадження структурних білків;
зростання аеробних окисних процесів і вмісту глікогену.
 - в) зростання інтенсивності гліколізу;
зростання вмісту креатинфосфату;
нагромадження структурних білків;
зростання аеробних окисних процесів і вмісту глікогену.
 - г) всі зміни відбуваються одночасно.
9. Яка послідовність біохімічних змін у м'язах при розтренуванні?
- а) зниження анаеробних алактатних можливостей;

зниження гліколітичних можливостей і вмісту глікогену;
зниження вмісту структурних білків і АТФ-азної активності міозину;
зниження аеробних можливостей енергозабезпечення.

б) всі зміни відбуваються одночасно.

в) зниження гліколітичних можливостей і вмісту глікогену;
зниження вмісту структурних білків і АТФ-азної активності міозину;
зниження аеробних можливостей енергозабезпечення,
зниження анаеробних алактатних можливостей.

г) зниження аеробних можливостей енергозабезпечення,
зниження вмісту структурних білків і АТФ-азної активності міозину
зниження анаеробних алактатних можливостей,
зниження гліколітичних можливостей і вмісту глікогену.

10. Метаболічна ємність якого енергетичного процесу є найбільшою?

а) анаеробного алактатного,

б) анаеробного лактатного,

в) аеробного,

г) міокіназного.

11. Коли настає кумулятивний тренувальний ефект?

а) під час виконання вправи;

б) зразу після закінчення вправи;

в) на ранніх етапах відновлення;

г) в результаті тривалого етапу тренувань.

12. Які тести використовуються при визначенні загальної натренованості?

а) велоергометрична проба;

б) прикидки у вибраному виді спорту;

в) гарвардський степ-тест;

г) велоергометрична проба і гарвардський степ-тест.

13. До якої зони відносної потужності відноситься спринтерський біг?

а) максимальної;

б) субмаксимальної;

в) великої;

г) помірної.

14. До якої зони відносної потужності відноситься біг на середні дистанції?

а) максимальної;

б) субмаксимальної;

в) великої;

г) помірної.

15. До якої зони відносної потужності відноситься біг на 3000 і 5000 метрів?

а) максимальної;

б) субмаксимальної;

в) великої;

г) помірної.

16. До якої зони відносної потужності відноситься біг наддовгі дистанції?

а) максимальної;

б) субмаксимальної;

в) великої;

г) помірної.

17. В якій послідовності відбувається відновлення енергетичних субстратів після виконаної роботи (явище гетерохронності)?

а) резерви O_2 і креатин фосфату;

запас глікогену м'язів і печінки;

резерви жирів, білкові структури.

б) білкові структури;

резерви жирів;

запас глікогену м'язів і печінки;

резерви O_2 і креатин фосфату.

в) запас глікогену м'язів і печінки;

запас глікогену м'язів і печінки;

резерви жирів;

резерви O_2 і креатин фосфату.

г) одночасно.

18. Які показники є найінформативнішими при відборі для роботи, яка належить до зони субмаксимальної потужності?

- а) рівень молочної кислоти в крові;
- б) висока активність дихального фосфорилування;
- в) високий вміст сечовини після навантаження;
- г) високий вміст креатин фосфату.

19. Які показники є найінформативнішими при відборі для роботи, яка належить до зони максимальної потужності?

- а) висока активність дихального фосфорилування;
- б) високий вміст сечовини після навантаження;
- в) високий вміст креатин фосфату.
- г) зміщення рН крові в кислу сторону.

20. Які показники є найінформативнішими при відборі для роботи, яка належить до зони великої потужності?

- а) вміст глікогену у м'язах і висока активність дихального фосфорилування;
- б) високий вміст цукру в крові після навантаження;
- в) високий вміст неорганічного фосфору в крові;
- г) високий вміст креатин фосфату.

21. Які показники є найінформативнішими при відборі для роботи, яка належить до зони помірної потужності?

- а) максимальний вміст молочної кислоти;
- б) вміст глікогену в м'язах і печінці;
висока активність дихального фосфорилування;
високий вміст сечовини після навантаження;
- в) високий вміст креатин фосфату;
- г) максимальне зміщення рН крові в кислу сторону.

22. Гормони яких залоз внутрішньої секреції відіграють провідну роль у передстартовому стані спортсмена?

- а) мозкового шару наднирників – адреналін, норадреналін;
- б) коркового шару наднирників;

- в) підшлункової залози;
г) щитовидної залози.
23. В якій фазі місячного циклу спортивки проявляють найвищу працездатність?
- а) менструальній;
б) овуляторній;
в) післяовуляторній і нісляменструальній;
г) передменструальній.
24. Які метаболічні процеси переважають у дітей і підлітків?
- а) анаболічні;
б) катаболічні;
в) динамічна рівновага;
г) функціональний.
25. Які біохімічні параметри змінюються в першу чергу при адаптації до умов середньогір'я?
- а) зростання вмісту гемоглобіну, міоглобіну;
б) зростання аеробних механізмів енергозабезпечення;
інтенсифікація гліколізу;
в) зростання вмісту креатинфосфату;
г) вміст скорочувальних білків;
д) зростання вмісту цукру в крові.
26. Яка послідовність біохімічних змін в організмі спортсмена при перетренуванні?
- а) зниження аеробного окислення;
зниження інтенсивності гліколізу;
зниження вмісту глікогену в м'язах.
б) зниження вмісту глікогену в м'язах;
зниження аеробного окислення;
зниження інтенсивності гліколізу;
в) зниження інтенсивності гліколізу;
зниження вмісту глікогену в м'язах;

- зниження аеробного окислення;
- г) зниження аеробного окислення;
зниження вмісту глікогену в м'язах;
зниження інтенсивності гліколізу.
27. Біохімічні особливості перетренованого організму спортсмена.
- а) зниження аеробного окислення та інтенсивності гліколізу;
б) підвищений вміст креатинфосфату;
в) зростання рівня АТФ у м'язах;
г) збільшення цукру в крові.
28. Що є причиною суперкомпенсації?
- а) інтенсифікація ферментативної активності;
домінування пластичних реакцій обміну над енергетичними;
б) ацидоз;
в) підвищений вміст сечовини в крові;
г) збільшення секреції гормонів в процесі відпочинку після м'язової роботи і пов'язане з цим підвищення активності ферментів енергетичного анаболічного обміну.

ПЛАН РОБОТИ З ЗАГАЛЬНОЇ БІОХІМІЇ ДЛЯ СТУДЕНТІВ, КОТРІ НАВЧАЮТЬСЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ГРАФІКОМ

Тема: Загальні поняття про будову і властивості вуглеводів. Обмін вуглеводів.

Контрольні запитання:

1. Біологічна роль моносахаридів.
2. Класифікація вуглеводів за функціональними групами і кількості атомів вуглецю.
3. Ізомерія та основні хімічні властивості.
4. Важливі представники моносахаридів, їх ациклічні та циклічні форми.
5. Будова та біологічна роль найважливіших ди- і полісахаридів.
6. Поняття про глюкозид-глюкозний і глюкозид-гідроксильний зв'язок. Відновлюючі та невідновлюючі дисахариди.
7. Будова крохмалю і глікогену.
8. Гідроліз крохмалю.
9. Важливі похідні вуглеводів.
10. Перетворення вуглеводів у шлунково-кишковому тракті.

11. Транспорт моносахаридів через клітинні мембрани в тонкому кишечнику.
12. Анаеробне перетворення вуглеводів (гліколіз і глікогеноліз).
13. Аеробне перетворення вуглеводів (цикл три карбонових кислот).
14. Поняття про гліконеогенез.

Тема: Загальні поняття про будову і властивості ліпідів. Обмін ліпідів.

Контрольні запитання:

1. Загальна характеристика і класифікація ліпідів.
2. Біологічна роль та енергетична цінність ліпідів.
3. Будова нейтральних жирів та їх фізико-хімічні властивості.
4. Важливі жирні кислоти, що входять до складу природних жирів.
5. Значення ненасичених жирних кислот.
6. Емульгування жирних кислот та біологічне значення цього процесу.
7. Класифікація, біологічна роль і функції ліпоїдів, будова фосфатидів.
8. Ферментативний гідроліз жирів в шлунково-кишковому тракті.
9. Обмін жирів, окислення жирних кислот. Роль печінки в обміні жирів.
10. Окислення гліцерину і його зв'язок з гліколізом.
11. Ліполіз. Біологічна роль біологічного розпаду жирів, вплив гормонів фізичних навантажень на процеси тканинного розпаду жирів.
12. Синтез жиру. Біологічна роль жирів.

Тема: Будова, властивості та обмін білків і нуклеїнових кислот.

Контрольні запитання:

1. Загальна характеристика та біологічна роль білків і нуклеїнових кислот.
2. Будова, властивості і класифікація амінокислот.
3. Замінні та незамінні амінокислоти.
4. Пептидний зв'язок і його утворення.
5. Структура і класифікація білків.
6. Характеристика простих і складних білків.
7. Колоїдні властивості білків та їх розчинів.
8. Фізико-хімічні властивості білків.
9. Денатурація білків і фактори, які їх викликають.
10. Зворотні та незворотні реакції осадження білків.
11. Ферментативний гідроліз білків і нуклеїнових кислот в процесі травлення.
12. Шляхи використання амінокислот в організмі.
13. Біосинтез білку та роль нуклеїнових кислот в цьому процесі.
14. Внутріклітинні перетворення амінокислот.
15. Утворення та усунення аміаку в організмі.

Тема: Загальні питання про будову та біологічну роль ферментів та вітамінів.

Контрольні запитання:

1. Ферменти як біологічні каталізатори.
2. Структура ферментів.
3. Механізм ферментативного каталізу.
4. Специфічність ферментів та їх види.
5. Оптимальні умови дії ферменту.
6. Активатори і паралізатори ферментів.
7. Класифікація і номенклатура ферментів.
8. Коферменти та ізоферменти.
9. Поняття про вітаміни як біологічно-активні речовини.
10. Класифікація вітамінів.
11. Джерела, будова і біологічна функція важливих водорозчинних вітамінів.
12. Джерела, будова і біологічна функція важливих жиророзчинних вітамінів.
13. Забезпеченість і потреба в них. Поняття про авітаміноз, гіповітаміноз, гіпервітаміноз, причини їх виникнення.

Тема: Біоенергетика.

Контрольні запитання:

1. Ферменти – оксидоредуктази, їх класифікація і дія.
2. Суть сучасної теорії біологічного окислення.
3. Роль ферментів та коферментів в процесах біологічного окислення, класифікація ферментів по способу їх дії.
4. Проміжні носії електронів і протонів, їх будова. Класифікація та біологічна роль цитохромів.
5. Транспорт електронів та протонів у ланцюгу біологічного окислення при достатній і недостатній кількості кисню в організмі. Назвати кінцеві продукти.
6. Енергетичний ефект біологічного окислення.

Рекомендована література:

1. Биохимия. Учебник для инст-тов физ. культуры //Под ред. В.В. Меншикова, Н.И.Волкова, - М.: ФиС, 1986.
2. Биохимия. Учебник для инст-тов физ.культуры //Под ред. Н.Н.Яковлева.-2° изд., М.: ФиС, 1974.
3. Біологічна хімія. Боечко Ф.Ф.- К.: Вища школа, 1989.
4. Основы биохимии. Ленинджер А. – М.: Мир, 1986.
5. Біологічна хімія. Губський Ю.І. - Київ-Тернопіль,: Укрмедкнига, 2000. Біохімія людини.,0 Гонський Я.І., Максимчук Т.П. - Тернопіль,: Укрмедкнига, 2001.

ПЛАН РОБОТИ З БІОХІМІЇ СПОРТУ ДЛЯ СТУДЕНТІВ,
КОТРІ НАВЧАЮТЬСЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ГРАФІКОМ

Тема: Біохімія м'язів та м'язового скорочення

Програмні питання:

1. Будова м'язів.
2. Хімічний склад м'язів.
 - А) м'язові білки;
 - Б) азотисті та без азотисті речовини м'язів.
3. Механізм м'язового скорочення. Суть гіпотези Хакслі і Девіса.
4. Розслаблення м'язів.
5. Роль АТФ у скороченні та розслабленні м'язів.
6. Роль іонів Ca^{++} у скороченні і розслабленні м'язів.
7. Послідовність хімічних реакцій м'язового скорочення.

Тема: Біоенергетичні процеси при м'язовій діяльності.

Програмні питання:

1. Ана- і аеробні шляхи ре синтезу АТФ при м'язовій діяльності.
2. Ресинтез АТФ в кратинфосфокіназній реакції, та її роль в енергетичному забезпеченні м'язової діяльності.
3. Ресинтез АТФ в процесі гліколізу, особливості регуляції гліколітичного процесу під час м'язової діяльності.
4. Ресинтез АТФ в процесі окисного фосфорилування та його роль в процесі життєдіяльності
5. Міокіназна реакція і її роль підтриманні сталості концентрації АТФ у працюючих м'язах.
6. Умови забезпечення тканин киснем і ефективність процесів аеробного ре синтезу АТФ.
7. Взаємозв'язок між аеробним і анаеробним процесами у м'язах.

Тема: Біохімічні зміни в організмі при втомі та в період відпочинку після м'язової роботи.

Програмні питання:

1. Біохімічні зміни в організмі спортсменів при втомі.
2. Спрямованість біохімічних перетворень в організмі в період після м'язової роботи.
3. Біохімічні процеси, які відбуваються при "оплаті" швидкого і повільного кисневого боргу. Співвідношення величини кисневого боргу з розмірами анаеробних перетворень при роботі.
4. Взаємозв'язок процесів розщеплення і ре синтезу.
5. Поняття про термінове і відкладене відновлення.
6. Гетерохронність відновлення різних речовин, використаних для роботи.
7. Використання продуктів "робочого" обміну ліпідів в якості джерел енергії для процесів відновлення.
8. Поняття про суперкомпенсацію. Особливості регуляції біохімічних процесів у фазі над відновлення.
9. Роль гормонів в регуляції метаболічних процесів в період відпочинку після роботи.

Тема: Особливості біохімічних змін в організмі при заняттях різними видами спорту.

Програмні питання:

1. Зміни біохімічних факторів у м'язах і нервових волокнах при тренуванні і використанні швидкісно-силових факторів.
2. Специфічність прояву витривалості у різних видах спортивної діяльності.
3. Біохімічні фактори, які визначають прояв алактатного, гліколітичного і аеробного компонентів витривалості. Біохімічне обґрунтування неперервних, повторних та інтервальних методів розвитку цих факторів.
4. Енергетичне забезпечення м'язової діяльності в залежності від характеру і тривалості.
5. Використання вуглеводів в якості джерела енергії для м'язової діяльності.
6. Мобілізація ліпідів при м'язовій діяльності.

7. Характер зміни концентрації цукру в крові в залежності від енергетичного забезпечення організму.
8. Спільність і відмінність циклічних і ациклічних видів спорту по біохімічній характеристиці.

Рекомендована література:

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум /За заг. редакцією Я.І. Гонського.- Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.-288с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. /За редакцією д.мед.н, професора О.Я. Складярова. – Київ, “Здоров’я”2004. –192с.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. – 502 с. 4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. –744с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.-Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 506с.
6. Манько В., Гальків М., Клевець М. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях. Навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – с.134
7. Осипенко Г.А. Основи біохімії м’язової діяльності. – Київ: Олімпійська література, 2007.-200с.
8. Практикум з біологічної хімії/ За ред.О.Я.Складярова.- Київ: Здоров’я, 2002.-298с.
9. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. Підручник.- Суми: Університетська книга, 2000.

ВІДПОВІДІ НА ТЕСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ**СТАТИЧНА БІОХІМІЯ****1. ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК З РІЗНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ГРУПАМИ. ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОЇ РЕАКЦІЇ ТА БУФЕРНОЇ СМНОСТІ РОЗЧИНІВ.**

1.(б,в), 2(б), 3(а), 4(в), 5(б), 6(в), 7(а,б,в,г,д,е), 8(б), 9(а,б,г,е,є), 10(а,б), 11(б), 12(б), 13(а,в,г,д,ж), 14(в), 15(а,б,в,г,є).

2. ВУГЛЕВОДИ.

1.(б), 2(в), 3(в), 4(в), 5(б), 6(а), 7(в), 8(г), 9(а), 10(б), 11(б), 12(г), 13(б), 14(а), 15(б), 16(г), 17(г), 18 (в), 19(а), 20(а).

3. ЛІПІДИ.

1.(б), 2(б), 3(б), 4(а), 5(б), 6(а), 7(б), 8(), 9(а), 10(), 11(), 12(б), 13(а), 14(а), 15(а), 16(б), 17(в), 18(г), 19(а).

4. БІЛКИ І НУКЛЕІНОВІ КИСЛОТИ.

1.(в), 2(б), 3(б), 4(д), 5(в), 6(б), 7(г), 8(б), 9(в), 10(б,г,д), 11(в), 12(б,д), 13(б,д), 14(д), 15(в), 16(а,б,в,г,д), 17(а,в,г), 18 (в), 19(а), 20(а).

5. ФЕРМЕНТИ.

1.(б), 2(г), 3(б), 4(г), 5(в), 6(б), 7(а), 8(д).

ДИНАМІЧНА БІОХІМІЯ**1. ОБМІН ВУГЛЕВОЛІВ.**

1.(в), 2(г), 3(в), 4(в), 5(б), 6(б), 7(в), 8(б), 9(б), 10(б), 11(в), 12(в), 13(г), 14(в), 15(г), 16(г), 17(б), 18 (б), 19(в), 20(б).

2. ОБМІН ЛІПІДІВ.

1.(б), 2(а), 3(б), 4(б), 5(а), 6(а), 7(а), 8(в), 9(а), 10(в), 11(б), 12(а), 13(б), 14(в), 15(а), 16(б), 17(г), 18 (б), 19(б).

3. ОБМІН БІЛКІВ.

1.(в), 2(в), 3(в), 4(б), 5(б), 6(д), 7(б), 8(а), 9(а), 10(г), 11(а,б,в), 12(в).

4. ГОРМОНИ.

1.(в,г), 2(а,б,г), 3(в,д), 4(в), 5(а), 6(а), 7(а,д), 8(д), 9(б), 10(а,д).

5. ВІТАМІНИ.

1.(б,г), 2(в), 3(б,в), 4(в), 5(в), 6(а), 7(а), 8(в), 9(б), 10(а,б), 11(б).

БІОХІМІЯ СПОРТУ

1.(а), 2(а), 3(а,б), 4(в), 5(в), 6(а), 7(в), 8(б), 9(а), 10(в), 11(г), 12(г), 13(а), 14(б), 15(в), 16(г), 17(а), 18 (а), 19(в), 20(а), 21(б), 22(а), 23(в), 24(а), 25(а,б), 26(а), 27(а), 28(а).

СЛОВНИК БІОХІМІЧНИХ ТЕРМІНІВ ТА ПОНЯТЬ

Авітаміноз — порушення біохімічних та фізіологічних процесів у наслідок тривалої відсутності одного або декількох вітамінів в організмі, що веде до захворювання.

Аденілатциклаза — фермент, що каталізує реакцію утворення цАМФ із АТФ у клітинах організму.

Аденін — пуринова нітрогенна основа, що входить до складу нуклеїнових кислот та аденилових нуклеотидів.

Аденозин — сполука аденіну з рибозою або дезоксирибозою, входить до складу аденозинфосфорних кислот, нуклеїнових кислот та деяких ферментів, використовується для стимуляції серцевої діяльності.

Аденозиндифосфорна кислота (АДФ) — сполука аденозину з двома залишками фосфорної кислоти, містить один багатий енергією (макроергічний) хімічний зв'язок і є основним субстратом для синтезу АТФ.

Аденозинмонофосфат циклічний (цАМФ) — сполука аденіну, рибози та фосфорної кислоти, яка має з'єднання фосфатної групи з рибозою. цАМФ синтезується у клітинах організму з АТФ і виконує роль універсального передавача дії гормонів на внутрішньоклітинні процеси, наприклад адреналіну.

Аденозинмонофосфорна кислота (АМФ) — нуклеотид, що складається із аденіну та рибози, з'єднаних із залишком фосфорної кислоти. Відіграє важливу роль в обміні речовин та енергії, оскільки входить до складу коферменту дегідрогеназ (ФАД).

Аденозинтрифосфорна кислота (АТФ) — сполука аденозину з трьома залишками фосфорної кислоти, дві з яких присиднані макроергічними хімічними зв'язками. АТФ є основним акумулятором хімічної енергії в клітинах організму, яка використовується під час скорочення м'язів, у діяльності вищої нервової системи тощо. У медицині застосовується для лікування серцево-судинних захворювань.

Аденозинфосфорні кислоти — нуклеотиди, які складаються з аденозину та 1, 2 або 3 залишків фосфорної кислоти.

Адреналін — гормон, який синтезується наднирковими залозами з амінокислоти тирозину та фенілаланіну. Активує розпад глікогену в м'язах та печінці, а також розпад ліпідів. Підвищує силу серцевих скорочень. Як нейромедіатор симпатичного відділу нервової системи регулює тонус кровоносних судин. Відіграє важливу роль у запуску реакцій адаптації організму до стресу, фізичних навантажень.

Адренкортикотропний гормон (АКТГ) — гормон передньої частки гіпофіза, має білкову хімічну природу, регулює функцію кіркової речовини надниркових залоз.

Аеробне окиснення вуглеводів — розпад і окиснення глюкози у тканинах організму з участю кисню (аеробно) до кінцевих продуктів CO_2 і H_2O з вивільненням енергії, яка зосереджується в молекулах АТФ (38), забезпечує роботу на витривалість.

Азотисті основи — включають пуринові (похідні пурину — аденін, гуанін) та піримідинові основи (похідні піримідину — цитозин, урацил, тимін), входять до складу нуклеотидів та нуклеїнових кислот.

Активна реакція середовища — кисла, лужна чи нейтральна, характеризується співвідношенням концентрації іонів гідрогена (H^+); та гідроксильних іонів (OH^-) у розчині або біологічній рідині, визначається водневим показником (рН).

Актин — скоротливий білок м'язової тканини, що знаходиться в тонких нитках міофібрил і взаємодіє з міозином з утворенням актоміозину, який скорочується.

Акцептори атомів гідрогена — речовини, що приєднують протони (H^+) і електрони (e^-). Акцепторами можуть бути ферменти, кисень та інші речовини.

Алкалоз — залуження внутрішнього середовища організму.

Аміак (NH_3) — сполука нітрогену з киснем, утворюється в організмі під час розпаду білків і дезамінуванні амінокислот, особливо у м'язах під час тривалих напружених фізичних навантажень. Токсичний, знешкоджується та виводиться з організму у вигляді сечовини, що синтезується у печінці.

Амінокислоти — органічні кислоти, які містять одну або кілька аміногруп ($-NH_2$) і карбоксильну групу ($-COOH$), є структурним компонентом білків.

Амінокислоти замінні — ті, що можуть синтезуватися в організмі людини.

Амінокислоти незамінні — ті, що не синтезуються у тканинах організму. До них належать: валін, гістидин, лейцин, ізолейцин, лізин, метіонін, треонін, фенілаланін.

Анаболіки — речовини різної хімічної природи, частіше гормональної (стероїди та нестероїди), стимулюють синтез білка у тканинах організму, збільшують масу м'язів. Анаболічну дію виявляють чоловічий статевий гормон (тестостерон), гонадотропний та соматотропний гормони гіпофізу тощо.

Анаеробне окиснення вуглеводів (гліколіз або глікогеноліз) — складний ферментативний процес розщеплення глюкози у тканинах організму до молекул молочної кислоти та енергії у вигляді тепла і АТФ. Відбувається без участі кисню (анаеробно): $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 \text{ молекули молочної кислоти} + 2 \text{ АТФ}$. Якщо процес окиснення починається з розпаду глікогену, то він має назву глікогеноліз. Це основний механізм енергозабезпечення інтенсивної фізичної роботи тривалістю від 30 с до 1—3 хв.

Андрогени — група стероїдних гормонів, які синтезуються у чоловічих статевих залозах, найактивніший представник — тестостерон. Він впливає на нормальний ріст та розвиток чоловічих статевих органів і вторинних статевих ознак — андрогенна дія, а також стимулює біосинтез білка та обмін кальцію, сприяє нарощуванню м'язів — анаболічна дія.

Антиоксиданти — речовини, які гальмують реакції пероксидного окиснення ліпідів мембран, чи зв'язують пероксидні сполуки. Використовуються в практиці спорту та клініці для запобігання накопичення пероксидних сполук, що є токсичними і можуть пошкоджувати клітини. До них належать, наприклад, вітаміни Е, А, С та мінерали, Zn, Se, ін.

Асиміляція (анаболізм) — засвоєння необхідних для організму речовин та синтез специфічних для нього складних речовин. Відбувається з поглинанням великої кількості енергії.

Аскорбінова кислота (вітамін С) — за будовою подібна до моносахаридів (гексоз), розчинна в воді, термостійка, має велике значення у процесах біологічного окиснення поживних речовин, підвищує фізичну працездатність, стійкість організму до інфекцій. Відсутність її у їжі веде до захворювання *цингою*.

АТФаза (аденозинтрифосфатаза) — фермент, що розщеплює молекули АТФ до АДФ і H_3PO_4 . Від її активності у м'язах залежать швидкісні та силові якості людини.

Ацетил-Кофермент А (ацетил-КоА) — активна форма оцтової кислоти, сполука її з коферментом ацетилювання (КоА-SH) через сульфгідрильну групу коферменту ($CH_3-CO-S-CoA$). Утворюється в клітинах під час розщеплення вуглеводів, жирів та білків.

Ацетилхолін — складний естер холіну й оцтової кислоти, синтезується у нервовій тканині під дією ферменту холінацетилази. Він є хімічним передавачем парасимпатичної нервової системи, забезпечує збудження скелетних м'язів.

Ацетилхолінестераза — фермент, що каталізує розщеплення ацетилхоліну у синапсах та усуває його фізіологічну дію.

Ацидоз — стан закиснення організму, що пов'язаний із накопиченням у тканинах кислих продуктів обміну речовин, і ацидоз *компенсаторний*, коли рН крові залишається в межах 7,3—7,4, зменшуються лише лужні резерви, а також *некомпенсаторний*, коли значення рН внутрішнього середовища знижується. Виникає при напруженій м'язовій діяльності та викликає стомлення.

Бікарбонатна буферна система — складається зі слабкої вугільної кислоти (H_2CO_3) та її натрієвої солі від сильної основи (NaHCO_3) у співвідношенні 1:20. Є одною з основних буферних систем крові, що перешкоджає змінам рН внутрішнього середовища.

Білки — високомолекулярні органічні сполуки, які складаються з амінокислот, з'єднаних між собою пептидними зв'язками. Білки є найважливішою складовою усіх живих організмів.

Білки повноцінні — білки їжі, що містять усі незамінні амінокислоти, в основному, це білки тваринного походження.

Біологічна хімія — розділ біології, що вивчає хімічний склад організмів, властивості і хімічні перетворення речовин у тканинах і час їх життєдіяльності.

Біологічне окиснення — процес ферментативного відщеплення і перенесення електронів і протонів гідрогена від окиснюваної речовини (донора), до речовини, що відновлюється (акцептора), за рахунок чого вивільнюється потенційна енергія окиснюваних речовин

Біосинтез білка — процес утворення нових молекул білка, що відбувається на рибосомах з участю нуклеїнових кислот у два основні етапи: *транскрипція* — синтез у ядрі клітини інформаційної РНК і ДНК як матриці; *трансляція* — зчитування інформації, що закодована на молекулах іРНК, і переведення її у певну послідовність амінокислотних залишків у молекулі білка (синтез білка на рибосомах)

Буферні системи — розчини, здатні підтримувати постійність активної реакції середовища (рН) при додаванні сильної кислоти або сильного луку, а також при розведенні водою. Основні буферні системи організму: бікарбонатна, фосфатна, білкова.

Вазопресин — гормон задньої частки гіпофіза, який підтримує сталість водно-сольового обміну (затримує воду — антидіуретичний), підсилює процес скорочення гладких м'язів, судин, підвищує кров'яний тиск.

Вітаміни — органічні сполуки, які в організмі, в основному, не синтезуються і мають надходити із продуктами харчування, оскільки є регуляторами обміну речовини. Поділяються на водорозчинні (група В, С, Р, РР та ін.) та жиророзчинні (А, D, Е, К). За відсутності в організмі окремих вітамінів (авітамінозі) можуть виникати певні захворювання.

Водневий показник (рН) — від'ємний десятковий логарифм концентрації іонів гідрогена, що позначається у грам-іонах на 1 л. Показник активної реакції рідкого середовища. Змінюється від 0 до 14. Водні розчини, в яких величина рН дорівнює 7 — нейтральні, понад 7 — лужні, менше 7 — кислі.

Вуглеводи — великий клас органічних речовин, побудованих з атомів карбону, гідрогена та кисню з загальною формулою $C_nH_{2n}O_n$. В організмі людини виконують головну енергетичну роль, забезпечуючи понад 50 % енерговитрат. Основні представники простих вуглеводів організму — глюкоза, фруктоза, рибоза і дезоксирибоза, складних — глікоген.

Гама-аміномасляна кислота (ГАМК) — утворюється під час декарбокислювання глутамінової кислоти, є фактором гальмування діяльності ЦНС, підсилює окиснення глюкози, покращує енергоутворення в мозку.

Гексози — прості вуглеводи, у молекулах яких містяться шість атомів карбону. Гексози становлять найпоширенішу групу моносахаридів. В організмі людини — це глюкоза і фруктоза.

Гемоглобін (НЬ) — складний білок крові, який складається із небілкової частини — гему та білкової частини — глобіну. До складу гему входять атоми заліза. НЬ знаходиться в еритроцитах і транспортує O_2 від легень до тканин та CO_2 від тканин до легень, тобто забезпечує дихальну функцію тканин. Киснева ємність крові залежить від вмісту гемоглобіну.

Гідроліз — реакція розщеплення речовин під дією молекул води. Гідроліз відіграє важливу роль у процесах травлення та внутрішньоклітинного обміну енергії.

Гіпервітаміноз — захворювання, що викликаються надлишковим надходженням в організм окремих вітамінів. Характерний для жиророзчинних вітамінів.

Гіперглікемія — підвищений вміст глюкози в крові, вище верхньої межі норми — 6 ммоль-л^{-1} (120 мг в 100 мл). Спостерігається у здорових людей і спортсменів за підвищеної м'язової діяльності, емоційному напруженні, сильних болях, а також після прийняття їжі, що містить багато глюкози. Стійка гіперглікемія спостерігається при захворюванні на цукровий діабет.

Гіповітаміноз — комплекс патологічних симптомів, які виникають в організмі у разі недостатнього надходження протягом тривалого часу одного або декількох вітамінів. Це може бути пов'язано або з недостатністю вітамінів в їжі, або із не засвоєнням їх організмом.

Глікоген (тваринний крохмаль) — полісахарид, що складається з великої кількості молекул глюкози ($C_6H_{10}O_5$)_n. Відкладається (депонується) у печінці та скелетних м'язах. Є основним енергетичним резервом вуглеводів в організмі. У разі потреби енергії він розщеплюється до молекул глюкози (мобілізуються вуглеводи), яка далі окиснюється.

Глікогеноліз та гліколіз — див. анаеробне окиснення вуглеводів.

Гліцерин — трьохатомний спирт ($CH_2OH-CHOH-CH_2OH$), один із основних структурних компонентів нейтральних жирів і фосфоліпідів. У тканинах організму окиснюється з виділенням енергії шляхом аеробного окиснення вуглеводу.

Глутамінова кислота — моноамінодикарбонова амінокислота структурний компонент багатьох білків, відіграє важливу роль у функції нервової системи, у зв'язуванні (знешкодженні) та перенесенні аміаку з тканин до печінки.

Глюкагон — гормон, який синтезується у клітинах підшлункової залози, підвищує концентрацію глюкози в крові, впливаючи на швидкість розпаду глікогену в печінці.

Глюкоза — основний простий вуглевод їжі та організму людини, мо-носахарид, використовується в організмі, в основному, як джерело енергії. Входить до складу складних вуглеводів: сахарози, крохмалю, глікогену.

Глюкокортикоїди — гормони стероїдної природи, синтезуються в кірковій речовині надниркових залоз, регулюють утворення глюкози з речовин неуглеводної природи (процес глікогонеогенезу), підвищують кількість глюкози у крові та глікогену у печінці під час тривалої м'язової роботи — адаптогенна дія.

Глікогонеогенез — процес утворення вуглеводів (глюкози) в тканинах організму з неуглеводних речовин (лактату, пірувату, гліцерину, амінокислот), є найважливішим шляхом відновлення глюкози і полісахаридів, особливо під час м'язової діяльності.

Гормони — біологічно активні речовини різної хімічної природи, які синтезуються в залозах внутрішньої секреції або тканинах і регулюють обмін речовин, а також функції організму.

Дегідрогенази — ферменти, які каталізують реакції біологічного окиснення різних речовин їх дія полягає в тому, що вони відщеплюють гідроген від речовини, яка окиснюється, і передають його на речовину, яка відновлюється. Кофактором цих ферментів часто є НАД і ФАД.

Дегідрогенізація — реакція відщеплення гідрогена від молекул хімічних сполук.

Дезамінування — реакція, в результаті якої речовина втрачає аміногрупу (-NH₂).

Дезоксирибоза — моносахарид, продукт відновлення рибози. Входить до складу ДНК, надає молекулі нуклеїнової кислоти стійкості та консервативності структури.

Дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) — тип нуклеїнових кислот, до складу якої входять дезоксирибонуклеотиди. ДНК зосереджена, переважно, в ядрі і є носієм спадкової (генетичної) інформації.

Декарбоксілювання — реакція відщеплення CO₂ від карбоксильної групи органічних кислот, що веде до утворення нових сполук у тканинах.

Депонування вуглеводів — відкладання молекул глюкози у печінці та скелетних м'язах у вигляді глікогену, що синтезується, який є основним вуглеводним енергетичним запасом в організмі.

Дисахариди — вуглеводи, що складаються з двох молекул моносахаридів, в основному гексоз. Основні представники: сахароза (буряковий цукор), лактоза (цукор молока) та мальтоза (солодовий цукор).

Дисиміляція (катаболізм) — розпад органічних речовин у тканинах до кінцевих продуктів і виведення їх із організму. Реакції розпаду відбуваються з виділенням вільної енергії, частина якої акумулюється в молекули АТФ.

Дисоціація — розпад простих молекул на іони під дією молекул води чи електричного струму. Мірою дисоціації є відношення кількості дисоційованих молекул до їх загальної кількості.

Дифузія — довільне переміщення молекул речовини з місць підвищеної у місця зниженої їх концентрації — пасивний транспорт речовин в організмі. Впливає на швидкість хімічних реакцій, багато інших процесів в організмі. Особливим видом дифузії є осмос рух молекул води.

Дихальний ланцюг — чітко впорядкована система окиснювально-відновних ферментів і передавачів протонів (H⁺) та електронів (e⁻), що знаходяться у внутрішніх мембранах мітохондрій, на яких закінчується процес біологічного окиснення речовин

з участю кисню. Енергія, яка виділяється під час окиснення речовин, акумулюється у молекули АТФ або розсіюється у вигляді тепла.

Жири нейтральні — клас ліпідів, які складаються із трьохатомного спирту гліцерину та трьох залишків вищих жирних кислот (тригліцериди). Містяться в жировій тканині організму, являють собою і резервний жир і використовуються як енергетичне джерело.

Жирні кислоти — існують декілька десятків, які відрізняються кількістю атомів карбону (від 10 до 24) та вмістом атомів гідрогена, входять до складу ліпідів рослин та тварин. До складу ліпідів організму людини входять вищі жирні кислоти, які містять 16—18 атомів карбону. Бувають насичені: пальмітинова кислота $C_{15}H_{31}COOH$, стеаринова — $C_{17}H_{35}COOH$ та ін. Вони знаходяться в твердих жирах. Ненасичені жирні кислоти (олеїнова — $C_{17}H_{33}COOH$, ліолева — $C_{17}H_{31}COOH$ та ін.) зосереджені в рідких жирах. Солі жирних кислот називають милами. Вищі жирні кислоти в організмі людини відіграють суттєву енергетичну роль.

Жовчні кислоти — утворюються у печінці з холестерину, виділяються у кишечник із жовчю, необхідні для перетравлювання ліпідів їжі. Основні: холева (переважає в жовчі людини), дезоксихолева, літохолева, глікохолева, таурохолева. Жовчні кислоти сприяють емульгуванню жирів, активують фермент ліпазу, беруть участь у процесі всмоктування продуктів гідролізу жирів через стінку кишечника.

Інактивація (інгібування) ферментів, процесу — зниження активності ферментів або швидкості процесу під дією речовин, називають інгібіторами. Часто це метаболіти або субстрати реакції.

Інозит — циклічний шестиатомний спирт циклогексану, вітаміноподібна речовина, входить до складу фосфоліпідів, особливо в тканинах нервової системи, регулює ліпідний і вуглеводний обмін. У медичній практиці використовується у фосфорильованому вигляді як фітін.

Інсулін — гормон, який синтезується у (бета-клітинах підшлункової залози. За хімічною природою білок. Регулює вуглеводний обмін шляхом впливу на швидкість проникнення глюкози у тканини, що веде до зниження її концентрації в крові. За недостатнього синтезу інсуліну розвивається захворювання на цукровий діабет.

Інтерферон — видоспецифічний білок, що синтезується у лейкоцитах крові і виконує захисну функцію. Препарат цього білка використовується для профілактики та лікування гострих респіраторно-вірусних інфекцій.

Карбоангідраза — фермент, який каталізує зворотний розпад вугільної кислоти. Знаходиться в легенях та капілярах тканин, бере участь в реакціях зв'язування CO_2 та видалення його з легень.

Карбоксильна група — функціональна група органічних карбонових кислот ($-COOH$).

Катаболізм — див. *дисиміляція*.

Каталаза — фермент, що каталізує реакцію розкладу пероксиду гідрогена (H_2O_2) у тканинах організму, який утворюється в процесі пероксидного окиснення органічних речовин. H_2O_2 — шкідлива речовина. Дія каталази спрямована на знешкодження його у тканинах.

Каталізатори — речовини, які впливають на швидкість хімічних реакцій. Біологічні каталізатори називають ферментами.

Катехоламіни — група біологічно активних речовин (гормони і ней-ромедіатори), до яких належать адреналін і норадреналін, попередники їх синтезу — ДОФА і ДОФАмін.

Кетонові тіла (ацетонові тіла) — продукти інтенсивного розпаду та окиснення ліпідів, жирних кислот. До них належать ацетон, ацетооцтова кислота, бета-гідроксималяна кислота. Утворюються в печінці з ацетил-КоА, поступають в кров (кетоз), частково відбираються тканинами, де окиснюються з виділенням енергії. Частина кетонових тіл виводиться із сечею (кетонурія), особливо багато під час тривалих фізичних навантажень та захворюванні на цукровий діабет.

Прогестерон — гормон жіночих статевих залоз, впливає на проникність мембран клітин, процеси окиснювального фосфорилування, утворення матричної РНК.

Простагландини — група "тканинних гормонів", які утворюються із вищих ненасичених жирних кислот та мають широкий спектр дії в організмі людини. Вони використовуються в медицині для розширення судин, запобігання тромбоутворенню, розслаблення м'язів бронхів.

Протеїди — складні білки, що містять білкову та небілкову частини, які можуть бути вуглеводами, ліпідами, нуклеїновими кислотами та ін.

Протеїни — прості білки, які складаються тільки з амінокислот.

Рекогниція — етап біосинтезу білків, який полягає в "упізнанні" своїх амінокислот та приєднанні їх до транспортних РНК. Кожні тРНК переносить до місць синтезу білка тільки окрему амінокислоту та визначає її місце в білку, що синтезується.

Ретинол (вітамін А) — жиророзчинний вітамін, похідне каротиноїдів. В організмі людини регулює процеси зору, росту, засвоєння білків їжі, його обмін, а також обмін ліпідів та інших речовин.

Рибонуклеїнові кислоти (РНК) — тип нуклеїнових кислот, до складу яких входять рибонуклеотиди. РНК забезпечують процеси біосинтезу білків. У клітині є три види РНК, які відрізняються за нуклеотидним складом, молекулярною масою, функціями: інформаційна РНК, рибосомальна РНК і транспортна РНК.

Рибосоми — внутрішньоклітинні органели, на яких з участю РНК відбувається біосинтез білка.

Рибофлавін (вітамін В₂) — речовина складної структури, яскраво- жовтого кольору, стійка до температури. У клітинах організму регулює процеси окиснення поживних речовин та енергоутворення, входячи до складу коферментів ФАД і ФМН — ферментів біологічного окиснення. В спорті використовується для підвищення стійкості до гіпоксії, гостроти зору.

Роз'єднання процесів окиснення і фосфорилування — стан, коли процес окиснення речовин у мітохондріях відбувається, а вивільнювана енергія окиснення не акумулюється в молекули АТФ тобто АТФ не синтезується. Роз'єднання можливе під дією деяких речовин (ненасичених жирних кислот, гормону щитовидної залози — тироксину, динітрофенолу тощо), а також у разі порушення структури внутрішніх мембран мітохондрій, наприклад, під час інтенсивної м'язової розминки, дії радіації, високих температур.

Сарколема — поверхнева оболонка м'язового волокна, що являє собою двошарову ліпопротеїдну мембрану, вкриту колагеновими волокнами.

Саркомер — ділянка на міофібрилі між двома Z-мембранами. Вважається скоротливим елементом міофібрили; від їх кількості та довжини залежать швидкісно-

силові властивості м'язів людини, але саркомер під впливом тренування не змінюється.

Саркоплазматичний ретикулум (СР) — внутрішньоклітинна система мембран у м'язах, які оточують міофібрили. СР бере участь у передачі нервового імпульсу від сарколеми до міофібрил, в обміні речовин являє собою депо іонів Ca^{2+} , володіє АТФ-залежним механізмом викиду та поглинання кальцію, тобто регулює концентрацію вільного Ca^{2+} у саркоплазмі, який запускає процес скорочення м'язів.

Сахароза ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) — дисахарид, що складається із залишку глюкози та фруктози. Це найпоширеніший вуглевод у рослинах, особливо багато його у цукровому буряку, стеблах цукрової тростини, з якої і отримують сахарозу (харчовий цукор).

Сечова кислота — продукт розпаду нуклеїнових кислот та азотних основ. Виділяється з організму з сечею (близько 0,6 г за добу). У разі порушення обміну вона відкладається у вигляді солей у хрящах та інших тканинах, у результаті чого розвивається захворювання подагра.

Сечовина — речовина, що містить нітроген і утворюється у печінці у процесі зв'язування та знешкодження аміаку у печінці. Сечовина нетоксична речовина, виводиться з сечею. Кількість її в сечі відображає інтенсивність розпаду білків у тканинах, в нормі становить близько 30 г за добу. За нормалізацією її рівня в крові спортсменів у період відпочинку визначають стан відновлення організму.

Стероїди — клас ліпідів, похідних стеранового циклу. У клітинах організмів більшою мірою представлені стерини — циклічні спирти (представник — холестерин), попередники для синтезу жовчних кислот, стероїдних гормонів, вітамінів групи D.

Субстрати — речовини, на які діють ферменти.

Тестостерон — основний представник чоловічих статевих гормонів (андрогенів). Синтезується у чоловічих статевих залозах із стероїдів — холестерину, впливає на розвиток вторинних статевих ознак, підвищує біосинтез білка у м'язах (анаболічна дія). Використовується у спортивній практиці для підсилення біосинтетичних процесів, нарощування м'язової маси, хоча належить до заборонених анаболічних стероїдів (допінг).

Тироксин — гормон щитовидної залози, похідне амінокислоти тирозину, містить атоми йоду, регулює основний обмін речовин.

Тіамін (вітамін B₁) — входить до складу коферментів декарбоксилаз та інших ферментів у вигляді тіамініпрофосфату. Бере участь у регулюванні обміну вуглеводів, окиснювально-відновних процесів.

Токоферолі — група вітамінів E, які розчиняються у жирах, впливають на багато процесів в організмі: дітородна функція, запобігають накопичуванню перекисів у тканинах (антиоксидант), підсилюють тканинне дихання, впливають на біосинтез у м'язах (анаболічна дія).

Транскрипція — етап синтезу білка, який полягає у синтезі інформаційної РНК (ІРНК) на ділянці молекули ДНК, у ході якого зчитується генетична інформація про амінокислотну послідовність у білку у вигляді послідовності нуклеотидів у кодонах ІРНК.

Трансляція — етап синтезу білка, який полягає в утворенні поліпептидного ланцюга білкової молекули на рибосомах з участю рибонуклеїнових кислот.

Тропонін — Ca^{2+} -зв'язуючий регуляторний білок м'язів, який знаходиться на актинових нитках і блокує місце контакту його з міозином, при зв'язуванні із Ca^{2+} відкриває їх.

Убіхінон (кофермент U) — небілковий компонент дихального ланцюга, який бере участь у передачі електронів та протонів на цитохроми, забезпечує утворення АТФ.

Ферменти (ензими) — білки-каталізатори, здатні специфічно змінювати швидкість хімічних реакцій у живому організмі, регулятори обміну речовин.

Флавінаденідинуклеотид (ФАД) — небілкова частина флавіна-лежних дегідрогеназ, яка міцно зв'язана з білковою частиною ферменту та містить вітамін B_2 . Флавінові ферменти беруть участь в окиснювально-відновних реакціях, забезпечуючи процеси енергоутворення.

Фосфоліпіди (фосфатиди) — клас ліпідів, молекули яких складаються з гліцерину або іншого спирту, жирних кислот, фосфорної кислоти та нітрогенвмісних речовин (холіну, серину та ін.). Є важливим компонентом мембран клітин, поліпшують, особливо, лецитин, обмін жирів.

Фосфорилування — присднання залишку фосфорної кислоти до будь-якої органічної чи неорганічної сполуки.

Фосфороліз — розщеплення глікогену чи крохмалю під дією ферменту фосфорилази до глюкозо-1-фосфату без використання АТФ.

Фруктоза ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) — моносахарид, за хімічною будовою є кето-спиртом, багато її міститься у фруктах, плодах, меду. Вона є складовою частиною сахарози; використовується в харчуванні спортсменів для прискорення відновлення енергетичних вуглеводних запасів, хворих на цукровий діабет та при серцевих захворюваннях.

Цикл лимонної кислоти (цикл Кребса чи трикарбонових кислот — ЦТК) — замкнутий складний шлях окиснення молекули ацетил-КоА, протягом якого вона окиснюється до CO_2 та H_2O з виділенням енергії — 12 молекул АТФ і тепла.

Цитохроми — білкові компоненти дихального ланцюга, які закінчують процес транспорту електронів та передають їх на кисень (процес біологічного окиснення), забезпечують енергоутворення в мітохондріях клітин. Препарати цитохромів активують тканинне дихання та енергоутворення.

Навчальне видання

**Лабораторний практикум
з біохімії
для студентів вищих навчальних
закладів фізкультурного профілю**

Здано до набору 08.09.2008. Підписано до друку 10.09.2008.

Гарнітура Times. Папір офсетний. Формат 60×84 1/16.
Ум друк. арк. 8,4. Зам. № ??.

Друк НВФ «УКРАЇНСЬКІ ТЕХНОЛОГІ»
м. Львів, вул. І.Франка, 4. Тел./факс: (032) 272-15-52
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
та книгорозповсюджувачів видавничої продукції
ДК – № 789 від 29.01.2002 р.