

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійної роботи студентів
з дисципліни «Біохімія»
(статична і динамічна біохімія)
для бакалаврів напрямку підготовки 6.010203 «Здоров'я
людини» спеціальності «Фізична реабілітація»

2017

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з дисципліни «Біохімія» (статична і динамічна біохімія) для бакалаврів напрямку підготовки 6.010203 «Здоров'я людини» спеціальності «Фізична реабілітація» / Укладач О. А. Присяжнюк. — Запоріжжя : ЗНТУ, 2017. — 29 с.

Укладач: О. А. Присяжнюк, доц., канд.хім.наук,

Рецензент: Б.О. Прийменко, проф., докт.фарм.наук ЗДМУ

Затверджено на засіданні кафедри
«Спеціальної освіти та реабілітології»
Протокол № 1 від «28» серпня 2017 р.

Затверджено на засіданні НМК
факультету УФКС
Протокол № 1 від «29» серпня 2017 р.

ЗМІСТ

Загальні положення	4
Програма змістових модулів	5
Рекомендації до вивчення	8
Методи контролю	10
Методичні вказівки до виконання самостійної роботи за темами модулів	11
Індивідуальні завдання	26
Рекомендована література	28

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Біохімія це наука про хімічну основу будови організму людини. Біохімія є основою для подальшого вивчення фізіології людини, спортивної морфології, спортивної медицини і інших дисциплін пов'язаних з питаннями функціональних і патологічних змін в організмі і залежить від розвитку уявлення спеціаліста про молекулярний рівень будови організму і процесів, які в ньому відбуваються під дією різноманітних факторів

Творче використання спеціалістами фундаментальних біохімічних знань дозволяє значно підвищити якість підготовки реабілітологів і спортсменів, розвинути на високому рівні їхні функціональні можливості, а головне, зберегти їм здоров'я.

Мета вивчення дисципліни: формування у студентів поняття про цілісність живого організму у взаємодії з зовнішнім середовищем на субмолекулярному, молекулярному та клітинному рівні; розкриття, як під впливом фізичних вправ змінюється метаболізм в м'язових волокнах, як залежить стан м'язів від забезпечення їх енергетичними субстратами та киснем, обґрунтування біохімічних факторів процесів втомлення, відновлення, адаптації до фізичних навантажень, розвитку нових методів контролю за функціональним станом спортсменів, а також доцільність використання спеціальних засобів спрямованих на підвищення працездатності та прискорення процесів відновлення здоров'я.

Завдання:

- розкрити біохімію, як науку про життєдіяльність організму у взаємодії його з зовнішнім середовищем, що є важливою теоретичною та біологічною основою методологічних знань, які спрямовані на підтримку здоров'я людини та її активної соціальної діяльності, ефективності в підборі її рухомого режиму;

- навчити студента відрізняти хімічні речовини, які є складовою часткою організму, процеси їх перетворення і відновлення;

- розвинути аналітичне мислення для раціонального сприйняття живої природи та сформувати вміння та навички використання аналітичних методів для оцінки практичної діяльності;

- отримати безпосереднє підтвердження теоретичних положень про обмін речовин в умовах фізичної роботи;

- набути навичок у постановці та проведенні експериментальних

дослідів, що допоможе йому глибше осмислити закономірності функціонування основних ланцюгів метаболічних процесів в організмі спортсмена;

- навчитися аналізувати результати біохімічних показників біологічних рідин, інтерпретувати дані і робити висновки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- молекулярні основи процесів життєдіяльності;
- склад і будову живого організму;
- хімічні властивості речовин живого організму;
- динамічний обмін хімічних речовин;
- молекулярний механізм скорочення м'язів;
- особливості перетікання енергетичних процесів в м'язовій тканині;
- фактори процесів втомлення та відновлення;
- закономірності адаптації до фізичних навантажень;
- нові методи контролю за функціональним станом спортсменів,
- доцільність використання спеціальних засобів спрямованих на підвищення працездатності та прискорення процесів відновлення

вміти:

- орієнтуватися в біохімічних класифікаціях та властивостях більшості біоорганічних речовин;
- володіти найбільш поширеними методиками біохімічного обстеження організму людини;
- аналізувати результати здобутих знань і дослідів за визначеними критеріями;
- робити обґрунтовані висновки після проведеної роботи.

ПРОГРАМА ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ

Модуль 1. Статична біохімія

Змістовий модуль 1. Статична біохімія

Тема 1. Предмет та завдання біохімії, основні положення.

Значення вуглеводів для організму.

Біохімічна класифікація біоорганічних речовин.

Вуглеводи. Поширення в природі.

Роль вуглеводів в акумуляції космічної енергії та забезпеченні

життєдіяльності.

Номенклатура і будова моносахаридів.

Хімічні та фізичні властивості моносахаридів, роль в організмі.

Дисахариди. Фізико-хімічні властивості.

Полісахариди, їх складові. Глікозидний зв'язок. Фізико-хімічні властивості.

Тема 2. Характеристика ліпідів.

Загальна характеристика ліпідів. Будова і номенклатура ліпідів.

Види класифікацій ліпідів.

Основні класи ліпідів.

Прості ліпіди, будова і властивості. Основні представники.

Складні ліпіди. Будова та властивості. Основні представники.

Тема 3. Амінокислоти. Нуклеїнові кислоти.

Класифікація амінокислот.

Поняття про незамінні амінокислоти. Хімічні властивості амінокислот.

Біологічне значення незамінних амінокислот.

Нуклеїнові кислоти живих організмів, будова та функції.

Специфічні нуклеотиди.

Генетичний код.

Механізми еволюційної перебудови генному (мутації).

Тема 4. Білки.

Білки. Природне значення. Особливості будови.

Пептидний зв'язок. Поняття про рівні організації білкової молекули. Класифікація білків. Протеїни. Протеїди.

Будова та функції окремих хромопротеїдів.

Основні властивості білкових молекул.

Змістовий модуль 2. Біологічно активні речовини

Тема 5. Ферменти.

Загальна характеристика ферментів.

Поняття про біологічний каталіз та його роль в природі.

Будова і властивості ферментів. Активні центри ферментів.

Класифікація і номенклатура ферментів.

Основні фактори, які впливають на активність ферментів.

Тема 6. Вітаміни.

Вітаміни. Історія відкриття та значення для організму.

Класифікація і номенклатура вітамінів.

Жиророзчинні вітаміни. Структура і функції, гіпо- і авітамінози.

Водорозчинні вітаміни. Структура і функції.

Вітаміноподібні речовини.

Тема 7. Гормони як регулятори біохімічних процесів.

Гормони. Біохімічна будова та класифікація гормонів.

Регуляція синтезу гормонів.

Основні механізми дії гормонів.

Біологічне значення окремих класів гормонів.

Модуль 2. Динамічна біохімія

Тема 1. Обмін речовин та енергії. Обмін вуглеводів в організмі.

Живий організм як система. Обмін енергії.

Макроергічні фосфати та їх енергетична цінність.

Окислювальне фосфорилірування.

Травлення та транспорт вуглеводів.

Нервова та гуморальна регуляція рівню вуглеводів

Анаеробне окислення вуглеводів.

Послідовність реакцій гліколізу.

Послідовність реакцій глікогенолізу.

Аеробне окислення глюкози.

Послідовність реакцій циклу трикарбонових кислот.

Дихальний ланцюг, його будова і роль в енергозабезпеченні.

Пентозофосфатний шлях окислення глюкози. Біологічне значення.

Біосинтез вуглеводів. Поняття про фотосинтез.

Послідовність реакцій глюконеогенезу.

Тема 2. Шляхи обміну ліпідів.

Особливості травлення та транспорту тригліцеридів.

Особливості травлення та транспорту фосфоліпідів.

Особливості травлення та транспорту стеридів

Окислення гліцерину.

Окислення вищих жирних кислот.

Біосинтез ліпідів.

Тема 3. Шляхи обміну білків і нуклеїнових кислот.

Травлення білків в шлунково-кишковому тракті.

Гуморальна регуляція.

Біосинтез білків.

Будова рибосом.

Основні етапи біосинтезу білків.

Особливості обміну нуклеїнових кислот.

Будова ДНК і РНК, їх біологічне значення.

Перетворення пуринових і піримідинових основ.

Біосинтез нуклеотидів.

Біосинтез нуклеїнових кислот.

Тема 4. Обмін в організмі води та мінеральних речовин.

Водний обмін та його регуляція.

Обмін мінеральних речовин.

Значення окремих мінералів для організму.

Водно-сольовий обмін.

Механізми регуляції іонного складу організму.

Біохімічна роль і значення окремих макроелементів в організмі людини.

Біохімічна роль і значення окремих мікроелементів в організмі.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ

При вивченні біохімії студент повинен ознайомитися з навчальною програмою дисципліни, її структурою, формами і методами навчання, видами та методами контролю знань.

На кафедрі використовуються різноманітні форми навчальних занять: лекції, практичні заняття, семінари, самостійна робота студентів (СРС).

Основна мета лекцій – зацікавити студентів, пояснити основні і проблемні питання, закономірності, тенденції сучасної науки. Лекції є установкою для подальшої самостійної роботи студентів з літературою, довідниками. Слухання і конспектування лекцій – це активне і творче усвідомлення навчального матеріалу, яке мобілізує увагу, виробляє навички письмового викладу матеріалу, сприяє його

закріпленню. Найважливіші висновки, положення і визначення записуються дослівно, але в цілому зміст лекції необхідно викладати своїми словами. Записи слід вести в окремому зошиті, кожну лекцію починати з нової сторінки, зазначати номер лекції, тему, план, літературу. Таблиці, схеми, реакції, формули, які використовує викладач, необхідно перенести в зошит.

Готуючись до практичного заняття чи семінару, необхідно прочитати лекцію, відредагувати текст, виписати визначення, формули, вивчити матеріал. Активна робота на лекціях, хороший конспект полегшить розуміння та засвоєння матеріалу.

Однією з форм самостійної роботи є підготовка до семінарів і практичних занять, завдання яких полягає в тому, щоб закріпити і поглибити знання, навчити творчо працювати з літературою, виробити вміння аналізувати процеси і події, розвивати здатність до самостійних суджень, висловлювати і відстоювати свої погляди, навчити готувати реферати, повідомлення з окремих питань, виступати з ними на заняттях. Студенти в процесі роботи повинні перевіряти свої знання, з'ясувати, чи вірно вони розуміють матеріал, який вивчають. Практичні заняття сприяють рішенню пізнавальних завдань, розглядають результати виконання практичних вправ, пов'язаних зі змістом дисципліни. Якщо виявляються прогалини в знаннях, уміннях, слід ще раз звернутися до навчальної літератури, незрозумілі питання з'ясувати з викладачем.

СРС різноманітна – підготовка і написання рефератів, доповідей, інших письмових робіт на задані теми. Студенту надається право вибору теми; виконання індивідуальних домашніх завдань різноманітного характеру:

- рішення задач з підбору літературних джерел;
- розробка та складання різних схем і таблиць;
- виконання графічних робіт;
- проведення розрахунків біохімічних показників;

Різні види СРС дозволяють зробити процес навчання більш цікавим і підняти активність значної частини студентів в групі.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль знань студентів здійснюється під час проведення лекцій, практичних занять, самостійної роботи і включає перевірку знань теоретичного матеріалу теми та контроль оволодіння практичними навичками, передбаченими методичними розробками. Перевірка знань студентів здійснюється за допомогою усного і письмового опитування, тестових опитувань і вирішення ситуаційних задач.

Результативність самостійної роботи студентів визначається наявністю активних методів її контролю. Використовуються наступні види контролю:

- вхідний контроль знань і умінь студентів при початку вивчення чергового модулю дисципліни;
- поточний контроль, тобто регулярне відстеження рівня засвоєння матеріалу на лекціях і практичних заняттях;
- проміжний контроль після закінчення вивчення змістового модулю або модулю курсу;
- самоконтроль, здійснюваний студентом в процесі вивчення дисципліни при підготовці до контрольних заходів;
- підсумковий контроль з дисципліни у вигляді заліку або іспиту;
- контроль залишкових знань і умінь через певний час після завершення вивчення дисципліни.

За матеріалами модуля або розділу за бажанням студента видається індивідуальне завдання і на останньому практичному занятті модулю підводяться підсумки його вивчення (наприклад, проводиться контрольна робота в цілому по модулю), обговорюються оцінки кожного студента, видаються додаткові завдання тим студентам, які бажають підвищити оцінку. Результати виконання цих завдань підвищує оцінку в кінці семестру, на заліковому тижні, тобто рейтингова оцінка поточного контролю ставиться тільки по поточній роботі, а рейтингова оцінка на момент складання заліку враховує всі додаткові види робіт.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗА ТЕМАМИ МОДУЛІВ

Модуль 1. Статична біохімія

Тема 1. Предмет та завдання біохімії, основні положення.

Значення вуглеводів для організму (кількість годин на самостійну роботу за програмою - 7)

Мета роботи: Ознайомитися з основними властивостями вуглеводів та проаналізувати значення окремих вуглеводів для організму людини.

Вуглеводи (сахари) – група природних органічних сполук, які складаються з вуглецю, водню та кисню та відповідають загальній формулі – $C_n(H_2O)_n$. Вуглеводи грають важливу роль в життєдіяльності організму. Функції вуглеводів в організмі: енергетична, структурна, захисна, гемостатична, антизгортуюча, гомеостатична, опорна, механічна, групоспецифічні речовини еритроцитів крові, осморегуляторна, знешкоджуюча, антиліпідемічна.

Вуглеводи класифікуються за їхньою здатністю до гідролізу – на моносахариди, олігосахариди та полісахариди.

Моносахариди – вуглеводи, які не можуть бути гідролізовані до більш простих форм. Їх підрозділяють:

- за кількістю вуглецевих атомів на триози (C3), тетрози (C4), пентози (C5), гексози (C6), гептози (C7);

- по хімічній природі на альдозы та кетозы, які відповідно мають властивості альдегідів та кетонів.

Основними представниками є: D-Рібоза – компонент РНК, АТФ та коферментів нуклеотидної природи. D-Дезоксирибоза – компонент ДНК. D-Глюкоза міститься у фруктових соках, в плазмі крові людини та тварин, входить до складу целюлози та крохмалю. D-Фруктоза також міститься у фруктових соках, присутня у сахарозі і в рослинних полісахаридах.

Більш складними вуглеводами є дисахариди. Вони складаються з двох залишків моносахаридів. При їх утворенні дві молекули моносахаридів утрачають частку води та з'єднуються між собою через кисень. Фізіологічно важливими дисахаридами є мальтоза, сахароза, лактоза та трегалоза. До складу сахарози (міститься у цукровому буряку та цукровому троснику) входять залишки глюкози та

фруктози, до мальтози (міститься у солоді) – залишки двох молекул глюкози, до лактози (молочний цукор) – галактоза та глюкоза.

Полісахариди – найбільш складні високомолекулярні вуглеводи, побудовані з багатьох десятків і навіть сотень моносахаридних залишків, сполучених один з одним через кисень та утворюючих лінійні або вітвялі ланцюги. Полісахариди побудовані з залишків моносахаридів одного типу, називаються гомополісахариди (гомоглікани). До них відносяться глікоген печінки (запасється в організмі людини у печінці та м'язах), крохмаль (міститься у злаках, картоплі, бобових), целюлоза (головний компонент структурної основи рослин), які побудовані з залишків глюкози. Полісахариди побудовані з залишків моносахаридів різних типів, називаються гетерополісахаридами (гетерогліканами). До них відноситься гепарин, гіалуронова кислота, хондроїтинсульфат.

Для досягнення мети роботи необхідно виконати наступні завдання:

- надати характеристику основних функцій вуглеводів;
- на прикладі окремих представників визначити клас вуглеводів та їх значення для організму людини;
- скласти таблицю хімічних властивостей для наступних вуглеводів: глюкоза, фруктоза, сахароза, крохмаль. За допомогою якісних реакцій визначити наявність вуглеводів у біологічних рідинах організму.

Тема 2: Характеристика ліпідів (кількість годин на самостійну роботу за програмою -7)

Мета роботи: Ознайомитися з основними класами ліпідів та проаналізувати значення окремих ліпідів для організму людини. Вивчити властивості жирів і жироподібних речовин

Ліпіди – це гетерогенна група сполук, безпосередньо або опосередковано пов'язаних з жирними кислотами. Їх загальною властивістю є відносна нерозчинність у воді та розчинність в неполярних розчинниках – ефірі, хлороформі, бензолі. До ліпідів відносяться жири, масла, воски та спорідненні сполуки.

Ліпіди є важлива складова частина харчових продуктів. В ліпідах містяться жиророзчинні вітаміни і “незамінні” жирні кислоти.. Можна виділити такі важливі функції ліпідів: енергетична,

водозапаса, структурна, захисна, терморегулююча, вони є розчинники для жиророзчинних вітамінів: А, D, Е, К.

Класифікація ліпідів (за Блором).

Прості ліпіди це складні ефіри вищих жирних кислот з різними спиртами.

а) тригліцериди – складні ефіри вищих жирних кислот з трьохатомним спиртом гліцеролом.

б) воски – складні ефіри вищої жирної кислоти з вищими одноатомними спиртами. Приклади: бджолиний віск, віск на поверхні овочів та фруктів, у складі зовнішнього скелету комах (хітин).

Складні ліпіди – складні ефіри вищих жирних кислот зі спиртами, які додатково мають і інші групи.

а) фосфоліпіди – мають крім жирних кислот та спирту залишок фосфорної кислоти. Часто в їх склад входять азотисті основи. Фосфоліпіди є компоненти мембран клітин. Їх багато у серці, печінці, та у нервовій тканині людини та тварин, у насіннях рослин, яйцях птахів.

б) гліколіпіди – мають жирні кислоти, спирт сфінгозин та вуглеводний компонент. Вони являються компонентами мембран клітин, особливо їх багато в мієліновій оболонці нервових волокон, а також вони являються компонентами мембран хлоропластів. Їх багато в тканинах мозку, в клітинах крові.

в) стерили – складні ефіри високомолекулярних циклічних спиртів (холестеролу) і жирних кислот

На підставі теоретичного матеріалу студенти повинні

- надати характеристику основних функцій ліпідів;

- скласти порівняльну таблицю «Структурного і запасного жиру людини»;

- описати якісні реакції на холестерол, гліцерол, омилення жирів
Результати роботи представити у вигляді таблиці.

Тема 3: Амінокислоти (кількість годин на самостійну роботу за програмою - 8)

Мета роботи: Ознайомитися з властивостями амінокислот. Навчитися характеризувати амінокислоти виходячи з наданих теоретичних понять.

Амінокислоти - структурні елементи, з яких побудовані білки.

У складі природних білків зустрічається 19 амінокислот (АК) та одна імінокислота. Усі амінокислоти, які входять до складу білків, являються амінопохідними карбонових кислот, у яких один атом водню в радикалі у α -вуглецевого атому заміщений на аміногрупу.

Усі амінокислоти об'єднані загальною ознакою — наявністю вільної карбоксильної групи та вільної незаміщеної аміногрупи в α -вуглецевому атомі. Виняток - пролін, у якого аміногрупа є частина піролідинового кільця

Деякі амінокислоти не можуть синтезуватися в організмі людини та повинні поступати разом із їжею. Їх називають незамінними та до них відносяться: валін, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін, тирозин, цистеїн.

Інші амінокислоти в організмі синтезуються та їх називають заміінними: аланін, аспарагін, аспартат, гідроксилізін, гідроксипролін, гліцин, глутамат, глутамін, пролін, серін. До наполовину заміінних відносяться: аргінін, гістидин.

Амінокислоти мають амфотерні властивості та можуть виступати у ролі як кислот, так і основ.

Повний (сумарний) заряд (алгебраїчна сума всіх позитивних та негативних зарядів) амінокислоти залежить від рН, тобто, від концентрації протонів в оточуючому розчині. Значення рН, при якому сумарний заряд амінокислоти дорівнює нулю і тому вона не переміщується у постійному електричному полі, називається її ізоелектричною точкою.

Для досягнення мети самостійної роботи студенти мають

- скласти таблицю незамінних амінокислот, в якій повинна бути назва, хімічна формула, хімічні властивості і фізіологічне значення амінокислот.

Тема 4: Білки (кількість годин на самостійну роботу за програмою - 7)

Мета роботи: Розглянути та виявити основні особливості будови, властивостей і біологічних функцій класу білків.

Білками є високомолекулярні, азотвмісні органічні речовини полімерної природи, що мають складну структурну організацію і що складаються з амінокислот, з'єднані між собою за допомогою пептидного зв'язку (-CO-NH-).

Найважливішими біологічними функціями білків є структурна (пластична), скорочувальна, – м'язові білки актин і міозин забезпечують процеси скорочення, гормональна, опорно-механічна, транспортна, колоїдна, осмотична, буферна, захисна, генно-регуляторна, енергетична.

Амінокислотна послідовність в білках визначає їх просторову структуру (конформацію). Кожен білок унікальний по своїй структурній організації, від якої залежать його біологічні функції. Прояв біологічної активності залежить не лише від будови їх молекул, але і від хімічних властивостей.

Всі білки класифікують за формою білкової молекули: бувають глобулярні, а також фіблярні: за будовою: прості або протейни – складаються тільки з білка; і складні або протейди – складаються з білкової і небілкової частки. До останніх відносять: фосфопротейди, нуклеопротейди, ліпопротейди, глікопротейди, хромопротейди.

Для досягнення мети самостійної роботи необхідно виконати наступні завдання:

- надати характеристику основних функцій білків;
- скласти таблицю структурних конформацій білкових молекул;
- описати класи складних білків і навести приклади з зазначенням біологічних функцій.

Біологічно активні речовини

Тема 5. Ферменти (кількість годин на самостійну роботу за програмою - 7)

Мета роботи: Розглянути властивості ферментів як біологічно активних речовин і біологічних каталізаторів.

Ферменти (ензими) — високоспеціалізовані білкові сполуки, які являють собою біокаталізатори біохімічних процесів, тобто прискорюють та здійснюють хід хімічних реакцій в живих організмах. Вони синтезуються клітинами організму. Деякі клітини можуть містити до 1000 різних ферментів.

Значення ферментів для життєдіяльності організму велике. Без них хімічні реакції йшли б повільно, а це не сумісно з тим рівнем обміну речовин, який властивий живій матерії. Ферменти, завдяки наявності різноманітних функціональних груп білків та ко-факторів, здатні здійснювати хімічні реакції на значно пониженому енергетичному рівні у порівнянні з іншими небіологічними

каталізаторами. Завдяки ферментам хімічні реакції в організмі йдуть не хаотично, а взаємопов'язано та взаємообумовлено.

Відзначні ознаки біологічних каталізаторів від неорганічних:

- швидкість біокаталізу вище. Це пов'язано з зниженням ферментами енергії активації (E_a) між ферментом та субстратом. В результаті 1 фермент може впливати на 1 млн. субстратів (розщеплюючи чи сполучаючи їх);

- ферменти володіють високою специфічністю. Кожний фермент специфічний тільки до одного субстрату;

- ферменти каталізують у звичайних умовах ($t=360\text{ C}$, $\text{pH}=7$);

- ферменти – каталізатори з регулюючою активністю.

- швидкість ферментативної реакції прямо пропорційна кількості ферменту.

Властивості ферментів:

- всі ферменти білкової природи (прості та складні).

- всі ферменти термолабільні, тобто оптимум дії 00-450С.

- ферменти специфічні; відрізняють абсолютну та відносну специфічність.

- ферменти для своєї дії потребують суворо визначного значення рН середовища.

- ферменти мають високу каталітичну активність.

Ферменти за відміною від небіологічних каталізаторів мають високу специфічність, тому як здатні каталізувати тільки певні хімічні реакції. Специфічність — одна з визначних властивостей ферментів, яка забезпечує можливість координації внутрішньоклітинних процесів. Але ступінь специфічності різних ферментів неоднакова, що дозволяє клітинам живих організмів пристосовуватися до змін середовища. Специфічність дії ферментів буває абсолютна, відносна, групова та стереохімічна. Деякі ферменти мають абсолютну специфічність - вони каталізують перетворення тільки одного якогось субстрату. α -Амілаза слини прискорює гідроліз тільки полісахаридів та не діє на дисахариди. Мальтаза прискорює гідроліз дисахариду мальтози, який утворюється при гідролізі крохмалю, але не діє на інший дисахарид - сахарозу.

Для досягнення мети роботи необхідно виконати наступні завдання:

- зробити порівняльну характеристику біологічного та небіологічного каталізу за наступними показниками: швидкість

каталіз, властивості каталізаторів, умови протікання реакцій, залежність швидкості каталізу від концентрації каталізаторів.

- побудувати графік залежності швидкості ферментативних реакцій від температури і пояснити таку залежність;

- визначити класи ферментів за реакціями, які вони каталізують.

Тема 6. Вітаміни (кількість годин на самостійну роботу за програмою - 7)

Мета роботи: Навчитися характеризувати вітаміни, знати джерела вітамінів та їх роль в обміні речовин, визначати ознаки авітамінозу.

Вітаміни – життєво важливі органічні сполуки, необхідні для людини та тварин в дуже малих кількостях, але вони мають велике значення для нормального росту, розвитку та самого життя. Вітаміни не є пластичний матеріал і не витрачаються в якості джерел енергії. Вітаміни за звичасм надходять з рослинною їжею або з продуктами тваринного походження, оскільки вони не синтезуються в організмі людини та тварин. Більшість вітамінів є попередники коферментів (входять до складу ферментів), а деякі сполуки виконують сигнальні функції. Таким чином вітаміни грають важливу роль в процесах обміну речовин. Так, вітамін В₁ (тіамін) є простетичною групою ферментів карбоксилаз, які каталізують окислювальне фосфорилування різних кетокислот (наприклад, піровиноградної). Вітамін В₂ (рибофлавін) є простетичною групою флавопротеїнів – ферментів, які беруть участь у переносі водню у ціпку біологічного окислення.

Вітаміни підрозділяються на дві групи: водорозчинні (вітаміни групи В, С, Р та ін.) та жиророзчинні (А, D, Е, К).

Добове споживання у вітамінах залежить від типу речовини, а також від віку, полу і фізіологічного стану організму (фізичні навантаження, стан угодваності, період вагітності).

Недостатнє або неповне харчування, або порушення процесів засвоєння та використання вітамінів можуть бути причинами різних форм вітамінної недостатності – гіпо- та авітамінозу. Так, відсутність вітаміну С призводить до розвитку цинги, вітаміну В₁ – до розвитку авітамінозного поліневриту бері-бері, вітаміну РР – до розвитку пелагри, вітаміну D у дітей – рахіту. Відсутність вітаміну А приводить до важкого ураження очей – ксерофтальмії. Важлива роль в

забезпеченні організму рядом вітамінів (К, В₁₂, Н) належить мікрофлорі травного тракту. Тому дефіцит вітамінів може виникати внаслідок медикаментозного лікування з використанням антибіотиків. Вітамінна недостатність лікується шляхом повноцінного харчування або за допомогою вітамінних препаратів.

Такі вітаміни, як А, Д, Е, В₁₂ можуть накопичуватися в організмі.

Явище гіпервітамінозу стосується лише вітамінів А та Д. Надлишкова кількість більшості інших вітамінів швидко виводиться з організму з сечею.

Вітаміну С (аскорбінова кислота) багато у овочах та фруктах, В₁ – у хлібі, дріжджах, важливе джерело вітаміну В₂ – молоко. Вітамін А міститься у молоці, вершковому маслі, риб'ячому жирі, а його провітамін – каротин (з якого в організмі утворюється вітамін А) – у моркві, абрикосах. Вітаміну D багато у риб'ячому жирі, вітамін Е міститься у рослинних маслах.

Для засвоєння теми студенти повинні самостійно скласти схему для окремих вітамінів, яка повинна містити: назви вітамінів (хімічну, фізіологічну), визначену будову, добову норму для людини, основні природні джерела вітамінів, а також біологічне значення для попередження захворювання

Тема 7. Гормони як регулятори біохімічних процесів
(кількість годин на самостійну роботу за програмою - 7)

Мета роботи: Дослідити механізми дії та інтегративні функції гормонів.

Гормони – це органічні речовини, що виділяються залозами внутрішньої секреції безпосередньо в кров і регулюючі обмін речовин, функцію органів і тканин. На відміну від ферментів вони не володіють каталітичною активністю, а на відміну від вітамінів – не входять до складу складних ферментів як ко-фактори.

Гормони проявляють свою активність в дуже низьких концентраціях. Концентрація окремих гормонів в крові в стані спокою від 0,2 до 500 мкг, а при стресі їх рівень збільшується у декілька разів. Транспорт гормонів здійснюється в зв'язаному вигляді із специфічними білками крові – глобулінами. Гормони повинні постійно синтезуватися залозою, оскільки швидко руйнуються – тривалість життя окремих гормонів декілька десятків хвилин.

В даний час виділено і вивчено близько 100 гормонів і нейромедіаторів, які розрізняють по місцю синтезу, хімічній структурі і механізмам регуляторної дії.

Регуляція внутрішньоклітинного метаболізму і функцій клітин гормонами відбувається різними шляхами. Деякі з них –регулюють швидкості синтезу білків (стероїдні і тиреоїдні гормони); інші регулюють активність внутрішньоклітинних ферментів опосередковано через вторинні передавачі, якими можуть виступати циклічні нуклеотиди (цАМФ, цГМФ); окремі гормони і нейромедіатори змінюють проникність мембран клітин для цілої низки речовин (наприклад, інсулін).

При вивченні даної теми необхідно скласти характеристику окремих гормонів центральних та периферичних залоз, в якій повинні бути наведені назва гормону, хімічна будова, залози або клітини які їх продукують; механізм регулюючої дії; біологічне значення для обміну речовин, наслідки гіпо- або гіперсекреції гормону.

Модуль 2. Динамічна біохімія

Тема 1. Обмін речовин та енергії. Обмін вуглеводів в організмі (кількість годин на самостійну роботу за програмою - 11)

Мета роботи: Сформулювати основні поняття та процеси пов'язані з темою, ознайомитися з макроенергетичними сполуками, які забезпечують функціональну активність організму людини.

Вільна енергія в клітинах не може використовуватися безпосередньо в процесах життєдіяльності. Вона більшою мірою акумулюється в хімічних зв'язках високоенергетичних речовин, в основному в молекулах АТФ. Тільки енергія макроергічних речовин може використовуватися клітинами для забезпечення багатьох функцій. Ця енергія здатна перетворюватися в інші форми енергії. Тобто, акумуляторами і носіями вільної енергії в клітинах організму є високоенергетичні сполуки. Це в основному АТФ, АДФ і інші фосфатвмісні органічні сполуки.

Кількість АТФ в тканинах організму людини відносно невелике, оскільки вона не запасється в тканинах. Тривалість життя однієї молекули АТФ менш 1 хв. Протягом доби одна молекула АТФ проходить в середньому 2000-3000 циклів ресинтезу (людський організм синтезує близько 40 кг АТФ в день), тобто запасу АТФ в організмі практично не створюється, і для нормальної життєдіяльності

необхідно постійно синтезувати нові молекули АТФ. Це забезпечується збалансованістю процесів утворення (ресинтезу) і використання (утилізації) АТФ. При збільшенні швидкості використання АТФ автоматично активується механізм її утворення. Особливо це важливо при інтенсивній фізичній роботі, так як при цьому швидкість обміну АТФ може досягати 0,5 кг / хв.

Катаболізм вуглеводів в організмі людини включає декілька метаболічних шляхів і забезпечує вивільнення енергії у формі АТФ, а також утворення сполук, необхідних для синтезу інших біологічно важливих речовин. Центральним шляхом катаболізму глюкози є гліколіз, в ході якого шестивуглецева молекула глюкози розпадається до кислот (піровиноградної чи молочної), що мають по 3 атоми вуглецю в молекулі. Процес може здійснюватися в анаеробних і аеробних умовах. В організмі людини анаеробний гліколіз з утворенням молочної кислоти (лактату) забезпечує енергією скелетні м'язи при інтенсивній роботі, коли обмежене надходження кисню до мітохондрій. У клітинах, що не мають мітохондрій (зрілі еритроцити) чи із зниженою окиснювальною здатністю (сітківка ока, сім'яники, мозкова частина нирок, злоякісні пухлини), також відбувається гліколітичне розщеплення глюкози до молочної кислоти. Але в більшості тканин організму людини має місце повне аеробне розщеплення глюкози до вуглекислого газу і води.

Основними завданнями при вивченні даної теми є:

- записати хімічну будову макроергічних сполук (АТФ), реакції гідролізу АТФ, а також значення для окремих процесів в організмі;
- розглянути будову мітохондрій, їх функції і значення в енергозабезпеченні;
- провести розрахунки власного енергетичного обміну, використовуючи таблично-хронометражний метод;
- скласти схему анаеробного гліколізу та розрахувати енергетичний вихід;
- скласти схему аеробного окислення глюкози та записати сумарну реакцію процесу.

Тема 2. Шляхи обміну ліпідів (кількість годин на самостійну роботу за програмою - 10)

Мета роботи: Вивчити основні процеси обміну та окислення нейтральних жирів,

Обмін ліпідів складає з етапів травлення в шлунково-кишковому тракці, внутрішньоклітинному обміні, а також біосинтезі ліпідів.

Обмін ліпідів у тканинах є біологічно найбільш важливим етапом їхнього перетворення. На цій фазі відбувається асиміляція ліпідів у виді пластичного матеріалу і розщеплення їх з вивільненням енергії. Головним ендogenous джерелом ліпідів, що грають роль метаболічного палива, служить резервний жир, що міститься в протоплазмі клітин у виді крапельок. Для цієї мети використовуються також фосfolіпіди мембран. У «жирових депо» при участі тканинних ліпаз відбувається гідроліз простих жирів на глицерол і вільні жирні кислоти. Глицерол фосфорилується за рахунок АТФ, через ряд проміжних реакцій перетворюється у фосфоглицероловий альдегід, що потім окислюється в процесі гліколізу до фосфоглицеролової і піровиноградної кислот. Остання, піддаючись окисному декарбоксілюванню, перетворюється в ацетил-КоА, що у циклі трикарбонових кислот окислюється до CO_2 і H_2O .

У виді комплексу з альбумінами вільні жирні кислоти зі струмом крові попадають в органи і тканини, де комплекс розпадається, а жирні кислоти або піддаються β -окисненню, або використовуються в синтезі триацилглицеролів, холестеролу, фосfolіпідів, сфінголіпідів і т.д. Теорія окиснення вищих жирних кислот була висунута А. Кнопом у 1904 р. Він висловив припущення, що окиснювання молекул жирної кислоти в тканинах організму відбувається в β -положенні шляхом послідовного відщиплення від молекули жирної кислоти з боку карбоксильної групи двох карбогенових фрагментів. У зв'язку з цим процес окиснення жирних кислот називають β -окисненням. β -окиснення вищих жирних кислот відбувається в мітохондріях клітин при участі мультиферментного комплексу. Процес β -окиснення вищих жирних кислот активніше протікає в печінці, жировій тканині, серцевому і кістяковому м'язах, слабкіше – у нирках, підшлунковій залозі та інших органах.

Обмін ліпідів в організмі залежить від впливу ряду факторів внутрішнього і зовнішнього середовища. Істотну роль грають також вік, стать, характер харчування, вид трудової діяльності, режим дня, форми відпочинку, клімато-географічні умови проживання і т.д. Активує процеси синтезу ліпідів і призводить до надлишкового їх накопичення в «жирових депо», а надалі до порушення обміну і виникненню захворювань, такий фактор, як нерегулярне харчування,

особливо якщо велика калорійність раціону приходить на другу половину дня і вечірні години. Неприятливо впливає на обмін жирів різка перевага в раціоні засвоєваних вуглеводів, моносахаридів, що утворюються з них, при малорухомому способі життя повною мірою не використовуються, а перетворюються в жири.

При самостійній роботі студенти повинні:

- скласти схему β -окислення жирних кислот із зазначенням продуктів реакцій і основних ферментів реакцій, показати енергетичний вихід при окисленні нейтральних жирів.

- зробити розрахунок виходу АТФ при окисленні окремих жирних кислот, або молекул тригліцеридів.

Тема 3. Шляхи обміну білків і нуклеїнових кислот. (кількість годин на самостійну роботу за програмою - 10)

Мета роботи: Дослідити особливості обміну білків та нуклеїнових кислот, основні реакції перетворення амінокислот, знати механізми зв'язування аміаку в організмі, розглянути основні етапи синтезу білкових молекул.

Протягом всього життя в організмі відбуваються одночасні руйнування і біосинтез клітин і тканин. Отже, в організм повинні постійно надходити речовини, необхідні для побудови нових кліток. Головна роль у цьому належить білкам, тому що ні вуглеводи, ні жири не можуть їх замінити в утворенні основних структурних елементів органів і тканин. Серед різноманітних перетворень, властивих живій матерії, основне місце займає білковий обмін.

У зв'язку з тим, що білки є азотвмісними речовинами, одним з методів, що характеризують стан білкового обміну в організмі, може бути визначення балансу азоту. У здорової людини при нормальному харчуванні відзначається стан білкової рівноваги, коли надходження азоту компенсує його витрати. При негативному азотистому балансі кількість виведеного азоту перевищує його кількість, що надходить. Такий стан може спостерігатися при порушенні діяльності травної системи, білковому голодуванні і т.п.

Позитивний азотистий баланс буває в тих випадках, коли кількість виведеного азоту менше того, що надходить у складі білків. Це характерно для зростаючого організму, при вагітності, при підвищенні активності процесів біосинтезу білка (наприклад, при фізичних навантаженнях). Для синтезу білків в організмі необхідні

різні амінокислоти. Деякі з них, що утворюються в самому організмі, називаються заміnnими. Амінокислоти, що не синтезуються в організмі людини, називаються незамінними. Вони повинні регулярно надходити з їжею. Білки, до складу яких входять заміnnі і незамінні амінокислоти в співвідношеннях, що наближаються до таких в організмі, називають повноцінними. Серед харчових продуктів практично немає білків, що цілком відповідають цим вимогам. Більш близькі до повноцінного білки материнського молока, курячого яйця. Отже, для повного забезпечення здорового організму повноцінними білками в добовий раціон повинні бути включені різні харчові продукти як тваринного, так і рослинного походження.

Гідроліз білків на амінокислоти, що позбавлені видової і тканинної специфічності, відбувається в шлунково-кишковому тракті під дією цілого ряду протеолітичних ферментів.

В основі різних шляхів обміну амінокислот лежить три типи реакцій: за амінною і карбоксильною групами і за бічним ланцюгом. Реакції за амінною групою включають процеси дезамінування, переамінування, амінування, за карбоксильною групою – декарбоксилування. Безазотиста частина карбогенного кістяка амінокислот піддається різним перетворенням з утворенням сполук, що потім можуть включатися в цикл Кребса для подальшого окиснювання та вивільнення енергії.

У процесі перетворення амінокислот у тканинах утворюються їхні кінцеві продукти обміну – оксид карбогену, вода й аміак. Вода використовується організмом для забезпечення біохімічних процесів. Оксид карбогену частково виводиться з організму з видихуванням повітрям, інша його частина утилізується в процесах синтезу (наприклад, при синтезі жирних кислот, пуринових основ і т.д.). Аміак, що утворюється в результаті дезамінування амінокислот, є токсичною речовиною, збільшення його концентрації в крові й інших тканинах робить несприятливу дію, особливо на нервову систему. Токсичність аміаку обумовлена тим, що він сприяє відбудовному амінуванню α -кетоглутарової кислоти в мітохондріях. Це приводить до видалення її з циклу Кребса і, як наслідок, до падіння тканинного дихання і надлишкового утворення кетонів з ацетил-КоА. В процесі еволюції живі організми виробили різні ефективні механізми зі знешкодження токсичної дії аміаку, основними з яких є: утворення

амінів глутаміну або аспарагіну, відбудовне амінування, нейтралізація кислот, синтез сечовини.

Нуклеїнові кислоти входять до складу клітин у виді складних білків – нуклеопротейдів, що надходять в організм із продуктами харчування. У шлунку під дією хлоридної кислоти і пепсину вони розщеплюються на прості білки і нуклеїнові кислоти. У тонкому кишечнику під дією ферментів білки розщеплюються до амінокислот, які всмоктуються слизовою оболонкою і надходять у кров. Нуклеїнові кислоти під впливом ферментів підшлункової залози і тонкого кишечнику – нуклеаз – розпадаються до мононуклеотидів. Останні під дією ферментів кишкового соку втрачають фосфорну кислоту і перетворюються в нуклеозиди. Далі нуклеозиди під дією нуклеозидаз розпадаються на складові частини – азотисті основи і пентози. Однак нуклеозидази тонкого кишечнику недостатньо активні і не можуть забезпечити розщеплення всієї маси нуклеотидів. У зв'язку з цим у кров всмоктуються в основному мононуклеотиди і нуклеозиди, що піддаються специфічним перетворенням у тканинах.

Тканинні нуклеїнові кислоти під дією нуклеаз розщеплюються до мононуклеотидів, а потім до азотистих основ, пентоз і фосфорної кислоти. Фосфорна кислота бере участь у фосфорилуванні, а також у буферних системах, синтезі фосфоліпідів, фосфопротейнів, АТФ і інших сполук. З організму виводиться переважно у виді кислих солей натрію разом із сечею. Пентози можуть окислятися до CO_2 і H_2O або використовуватися для синтезу глюкози, нуклеотидів.

При самостійному вивченні теми студенти повинні виконати наступні завдання:

- скласти схему утворення сечовини;
- вміти добудувати і записати послідовність нуклеотидного тексту протилежної ланцюга ДНК, відповідно до принципу компліментарності;
- використовуючи таблицю кодів білкового синтезу скласти фрагмент білкової ланцюга, що має певний генетичний код (індивідуальне завдання).

Тема 4. Обмін в організмі води та мінеральних речовин.
(кількість годин на самостійну роботу за програмою - 10)

Мета роботи: Вивчити основні особливості водного та мінерального обмінів, а також механізми регуляції.

Вода – найпоширеніша сполука в живих організмах. Вона становить близько 75 % біомаси Землі. В організмі людини вміст води залежить від віку. Вода як розчинник забезпечує транспорт речовин в організмі, дисоціацію і активацію ряду біомолекул, є середовищем для перебігу більшості ферментативних реакцій. Крім того, вода безпосередньо служить субстратом в реакціях гідролізу і гідратації, утворюється в процесі тканинного дихання при окисненні вуглеводів, жирів чи амінокислот.

Вода і солі надходять в організм із їжею і напоями. Незважаючи на значні щоденні коливання надходження, в нормі об'єм рідини і концентрація електролітів (Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+}) утримуються у сталих межах. Підтримка водно-сольового гомеостазу залежить від рівноваги між надходженням і виділенням. Порушення водного обміну викликають зміни якісного і кількісного співвідношення внутрішньоклітинного і позаклітинного водного середовища організму. Зміни обміну води тісно пов'язані з порушеннями електролітного обміну, зокрема натрію і хлору. У випадку затримки води в організмі або переважання надходження її над виведенням має місце позитивний водний баланс. Він супроводжується гідратацією тканин. Підвищення виділення води з організму (негативний водний баланс) викликає дегідратацію тканин, зневоднення організму. Як гіпергідратація, так і дегідратація можуть бути позаклітинні, внутрішньоклітинні й змішані.

Мінеральні речовини складають 5-6 % маси тіла. Частина мінеральних речовин знаходиться в розчинному стані у біологічних рідинах і відповідає за підтримку гомеостазу. Інші утворюють сполуки з макромолекулярними та низькомолекулярними речовинами і в їх складі беруть участь у здійсненні різноманітних функцій клітин і тканин.

В організмі людини і тварин відкрито понад 75 хімічних елементів. Шість із них – вуглець, водень, азот, кисень, фосфор і сірка – входять до складу вуглеводів, ліпідів, білків, нуклеїнових кислот. Ці елементи називають органогенними. Серед неорганічних елементів близько 20 є життєво необхідними для людини, оскільки при їх дефіциті внаслідок неадекватності харчування чи надмірних втрат розвиваються захворювання. Неорганічні елементи поділяють на 2 групи: макроелементи і мікроелементи. Щоденна потреба в макроелементах перевищує 100 мг/добу, а для мікроелементів складає

декілька міліграмів або мікрограмів. До макроелементів належать: натрій, калій, кальцій, магній, хлор. Основна маса їх в організмі знаходиться в тканинах у формі іонів та мінеральних солей. Вміст макроелементів в організмі вищий ніж 0,01 % від маси тіла.

В ході самостійної роботи надати характеристику макро- і мікроелементам із зазначенням біологічних функцій окремих іонів.

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

За рахунок часу, відведеного на індивідуальну і самостійну роботу студенти також можуть виконувати *індивідуальне завдання*.

Виконання індивідуальних завдань, спрямоване на розвиток у студентів самостійності і ініціативи. Індивідуальне завдання може отримувати як кожен студент, так і декілька студентів групи; Індивідуальні завдання можна виконувати як частину курсових робіт, або для підготовки до участі в науково-теоретичних конференціях, олімпіадах та ін.

Щоб розвинути позитивне ставлення студентів до неаудиторної СРС, на кожному її етапі роз'яснюється мета роботи, контролюється розуміння цілей студентами, формуються вміння самостійної постановки задач і вибору мети. Аудиторні самостійна робота реалізується при проведенні практичних занять, семінарів, а також під час читання лекцій.

Для виконання індивідуального завдання студент повинен узгодити номер теми з викладачем. Результати виконання індивідуального завдання оцінюється за такими критеріями:

- повнота розкриття питання;
- опрацювання сучасних наукових інформаційних джерел;
- цілісність, систематичність, логічна послідовність викладу;
- уміння формулювати власне відношення до проблеми, робити аргументовані висновки;
- акуратність оформлення письмової роботи;
- захист виконаного індивідуального завдання.

За виконання індивідуального завдання студент отримує додаткові рейтингові бали, які враховані в критеріях оцінювання програми вивчення дисципліни.

Виконання індивідуального завдання можливе у вигляді реферату, проблемної доповіді та інших форм, на практичному занятті. Орієнтовна тематика індивідуальних завдань за даним модулем представлена в наступному списку.

1. Поняття про розчини. Класифікація та фізико-хімічні властивості рідких дисперсних систем.
2. Органічні кислоти. Класифікації. Фізичні та хімічні властивості. Значення для організму людини.
3. Класифікація та номенклатура органічних сполук.
4. Роль води в організмі людини.
5. Регуляція водного обміну.
6. Біохімічна роль і значення окремих макроелементів в організмі людини.
7. Біохімічна роль і значення окремих мікроелементів в організмі.
8. Вітаміни. Історичні аспекти відкриття вітамінів. Види класифікацій та номенклатура.
9. Водорозчинні вітаміни. Структура і функції.
10. Жиророзчинні вітаміни. Структура і функції, гіпо- і авітамінози.
11. Гормони. Класифікація та механізми дії на організм людини.
12. Основні гормони передньої долі гіпофізу, їх біологічна роль.
13. Основні гормони задньої долі гіпофізу, їх біологічна роль.
14. Гормони щитоподібної залози і їх біологічна роль.
15. Гормони підшлункової залози і їх значення для організму.
16. Функції гормонів надниркових залоз.
17. Функції гормонів статевих залоз.
18. Нуклеїнові кислоти. Будова та функції нуклеотидів. ДНК і її значення для організму.
19. Нуклеїнові кислоти. Будова та функції нуклеотидів. РНК. Значення для організму.
20. Пентозо-фосфатний шлях окислення глюкози. Біологічне значення.
21. Складні ліпіди. Значення для організму. Сучасні методи дослідження ліпопротеїдів в біологічному матеріалі.
22. Будова протеїдів. Найбільш важливі представники хромопротеїдів.
23. Етапи біосинтезу білків.
24. Вуглеводи. Поширення в природі. Роль в акумуляції космічної енергії та забезпеченні життєдіяльності.
25. Шляхи біосинтезу вуглеводів в організмі.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Волков М.І. Біохімія м'язової діяльності / М. І Волков, Е. М. Несен, Г. А. Осипенко, С. М. Корсун. – К.: Олімпійська література. – 2000. – 503 с.
2. Мохан Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Р. Мохан, М. Глессон, П. Л. Гринхафф. – К.: Олимпийская литература, 2001. – 295 с.
3. Михайлов С. С. Спортивная биохимия / С. С. Михайлов. – 7-е изд., стереопит. – М.: Советский спорт. – 2013. – 348 с.
4. Осипенко, Г. А. Основи біохімії м'язової діяльності : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. фіз. вих. і спорту / Г. А. Осипенко. – К.: Олімпійська література, 2007. – 200 с.

Додаткова література:

5. Ленинджер А. Основы биохимии: / А. Ленинджер. – В 3 т. [Пер. с англ.]. – М: Мир, – 1985.
6. Платонов В. Н. Адаптация в спорте / В. Н. Платонов. – К.: Здоров'я, 1988. – 214 с.
7. Рогозкин В. А. Биохимическая диагностика в спорте / В. А. Рогозкин. – Л.: Наука, 1988. – 50 с.
8. Иванов К. П. Основы энергетики организма / К. П. Иванов. – Л.: Наука, 1990. – 307 с.
9. Фармакологическая коррекция утомления / Ю. Г. Бабков, В. М. Виноградов, В. Ф. Катков [и др.]. – М.: Медицина, 1984. – 205 с.
10. Яковлев Н. Н. Биохимия спорта / Н. Н. Яковлев. – М.: Физкультура и спорт, 1974. – 285 с.
11. Хочачка П. Биохимическая адаптация / П. Хочачка, Дж. Семеро. – М.: Мир, 1988. – 568 с.
12. Яковлев Н. Н. Химия движения: Молекулярные основы мышечной деятельности / Н. Н. Яковлев. – Л.: Наука, 1983. – 192 с.
13. Виру А. А. Гормональные механизмы адаптации и тренировки /

- А. А. Виру. – Л.: Наука, 1981. – 156 с.
14. Меерсон Ф. З. Основные механизмы индивидуальной адаптации / Ф. З. Меерсон // Физиологическая адаптация процессов. – М.: Наука, 1986. – С. 10-86.
 15. Метаболизм в процессе физической деятельности / Под ред. М. Харгривса. – К.: Олимпийская литература, 1998. – 288 с.
 16. Биохимия: учебник для институтов физической культуры / Под ред. Н.Н. Яковлева – М.: Физкультура и спорт, 1974. – 333 с.

Інформаційні ресурси

1. Биохимия для студента [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://biokhimija.ru/lekcii-po-biohimii/13-belki.html>
2. Лекции по биохимии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://gendocs.ru/v9459/лекции_по_биохимии
3. Метаболическая регуляция мышечного сокращения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.xumuk.ru/biochem/330.html>
4. Биохимия мышечного сокращения. Список терминов. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://old.kpfu.ru/temnikov/docs/bs_2.pdf/