

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
УКРАЇНИ**

Харківський державний університет харчування та торгівлі

ОСНОВИ БІОХІМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ ХАРЧУВАННЯ

ПРАКТИКУМ

для студентів факультету менеджменту із спеціальності 6.140100 «Готельно-ресторанна справа»

Харків
2013

Рекомендовано кафедрою
гігієни харчування
та мікробіології,
протокол засідання № 23
від 15.06.2011 р.

Схвалено методичною
комісією факультету
менеджменту
протокол засідання № __
від _____ 2013 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Правила техніки безпеки для студентів, які працюють у біохімічній лабораторії.....	4
Перша допомога при нещасних випадках у біохімічній лабораторії.....	5
План лабораторних занять	6

Основи біохімії

Заняття 1. Загальні властивості амінокислот і білків.....	8
Заняття 2. Властивості ферментів.....	12
Заняття 3. Фізико-хімічні властивості вуглеводів	18
Заняття 4. Фізико-хімічні властивості ліпідів	22
Заняття 5. Дослідження водорозчинних та жиророзчинних вітамінів....	27

Основи фізіології харчування

Практичне заняття 1. Розрахунок добових енерговитрат людини.....	37
Практичне заняття 2. Складання та розрахунок добового раціону для різних груп населення	43
Додаток.....	45
Література.....	49

ВСТУП

«Основи біохімії та фізіології харчування» – це наука, що вивчає хімічний склад живих організмів і перетворення, які відбуваються у процесі життєдіяльності, добову потребу людини у харчових речовинах у різних умовах його існування, а також вплив їжі та харчування на здоров'я людини. Саме тому, вивчення біологічної хімії та основ фізіології харчування є дуже важливим для спеціалістів, що працюють в харчових галузях виробництва, забезпечують виробництво, транспортування, зберігання, приготування та споживання продуктів харчування та страв. Практикум розраховано на студентів факультету менеджменту спеціальності 6.140100 «Готельно-ресторанна справа» вузів харчової промисловості, споживчої кооперації та економічних, які готують спеціалістів для галузі харчування, виробництва продуктів харчування, їх зберігання, переробки, контролю якості.

Практикум «Основи біохімії та фізіології харчування» підготовлений з метою надання допомоги студентам спеціальності «Готельно-ресторанна справа» у доскональному вивченні теоретичного матеріалу та набутті відповідних практичних навичок виконання біохімічних досліджень харчових продуктів.

Практикум покликаний допомогти студентам поєднати теоретичні знання і практичні навички в опануванні основних тем курсу. Він спрямований на формування у студентів здатності самостійно мислити, аналізувати отримані результати досліджень та розрахунків, на поглиблене опанування навчального матеріалу і засвоєння теоретичних знань. Виконання практичних занять дозволить отримати глибокі знання в галузі фізіології харчування та набутти стійкі практичні навички складання збалансованих раціонів харчування для різних верств населення, ознайомитись з нормативами та набутти навички користування ними.

Практикум складено у відповідності до програм курсу «Основи біохімії та фізіології харчування».

Правила техніки безпеки для студентів, які працюють у біохімічній лабораторії .

Під час роботи у лабораторії слід дотримуватися чистоти, гігієни й ладу. Ніякі речовини у лабораторії не можна куштувати. Категорично забороняється використовувати лабораторний посуд для їжі та пиття.

Досліди слід проводити лише у чистому посуді. Не дозволяється працювати у лабораторії ,якщо відсутні викладач або лаборант.

Забороняється залишати будь-які речовини в посуді без етикеток чи напису. Перед проведенням кожного дослідження необхідно уважно прочитати етикетку, старанно оглянути апаратуру і посуд, а також переконатися, що всі хімічні реактиви, матеріали і розчини відповідають зазначеним у даній роботі.

Склянки з речовинами чи розчинами слід брати однією рукою за шийку, а другою підтримувати дно.

Пробірки і колби, в яких нагрівають рідини і тверді тіла, слід тримати похило, отвором від себе і товаришів.

Для відбору концентрованих кислот і лугів необхідно використовувати піпетки з грушами.

Не можна виливати до раковини концентровані розчини кислот і лугів. У таких випадках слід користуватися посудом для зливу. Під час роботи з ефіром, ацетоном та іншими вибуховонебезпечними речовинами необхідно дотримуватися надзвичайної обережності.

Досліди з легкозаймистими органічними речовинами слід проводити під тягою. Категорично забороняється в цей час користуватися у лабораторії вогнем.

Забороняється відганяти ефір та інші легкозаймісті речовини на відкритому вогні. З цією метою слід використовувати колби-нагрівачі з закритою спіраллю або водяні бані. Під час роботи на центрифугі не слід відчиняти кришку, поки ротор не зупиниться.

У разі зіпсованості електричної, газової чи водопровідної мереж, каналізації, лабораторної апаратури, приладів, аналітичних терезів, тяги слід негайно повідомити викладача чи лаборанта.

Залишаючи лабораторію, необхідно перевірити, чи закриті газові, водопровідні крани, чи вимкнуті електроприлади і погашене світло.

У кожній лабораторії мають бути захисні окуляри, маски, респіратори і засоби протипожежного захисту: ящик із піском, асбестова ковдра, наповнені вогнегасники.

У випадку виникнення пожежі слід повідомити чергового пожежної охорони, вжити необхідних заходів, надати першу допомогу потерпілим. На доступному місці в лабораторії мають знаходитися медикаменти для надання першої медичної допомоги: спиртовий розчин таніну, водяні розчини перманганату калію, борної кислоти, гідрокарбонату натрію, йодний настій, вата, пластир, бинти, мазь від опіків.

Перша допомога при нещасних випадках у біохімічній лабораторії

При попаданні на шкіру концентрованого лугу вражену ділянку слід промити великою кількістю води, потім обробити 1 %-м розчином оцту і знову промити великою кількістю води.

При опіках шкіри концентрованим розчином кислоти вражену ділянку промити водою, обробити 3 %-м розчином гідрокарбонату натрію, а потім знову промити водою.

При попаданні кислоти або лугу в очі слід одразу промивати то одне око, то інше струменем води протягом 3...5 хвилин. Потім очі необхідно промити розчином гідрокарбонату натрію (при опіках кислотою) або розчином борної

кислоти (при опіках лугом). Після цього необхідно негайно звернутися до лікаря.

При термічних опіках першого ступеня обпечене місце слід присипати двовуглекислим натрієм (питна сода), рисовим, картопляним крохмалем чи тальком; або зробити примочки спиртовим розчином етилового спирту, таніну або свіжовиготовленим 2 %-м розчином NaHCO_3 чи 5 %-м KMnO_4 .

У випадку виникнення пожежі слід негайно виключити газ, вимкнути електроприлади, засипати піском або накрити асбестовою ковдрою. Сильне полум'я гасять за допомогою вогнегасників.

При займанні одягу потерпілого слід обливи водою або обернути простирадлом.

План лабораторних занять

Назва теми	Обсяг годин	№ заняття	Зміст лабораторного заняття	Форма поточного контролю
1	2	3	4	5
БІОХІМІЯ				
Фізико-хімічні властивості білків, амінокислот. Будова, властивості.	2	1	Визначення загальних властивостей АК (наявність аміногруп у АК, виявлення пептидного зв'язку між АК. Вивчення фізико-хімічних властивостей білків (вплив на розчин білка кислот та розчинників, іонів важких металів, сульфату амонію).	Опитування
Властивості ферментів.	2	2	Властивості ферментів: вплив температури, рН, активаторів та інгібіторів на активність ферментів.	Опитування
Фізико-хімічні властивості вуглеводів.	2	3	Дослідження вуглеводів: дослідження перетравлення сахарози, реакція Троммера, виявлення редукуючих вуглеводів (реакція Селіванова). Виявлення лактози в молоці.	Опитування
Фізико-хімічні властивості ліпідів.	2	4	Дослідження властивостей ліпідів: реакція з сірчаною кислотою, константи ліпідів, акролеїнова проба.	Опитування

1	2	3	4	5
Водорозчинні та жиророзчинні вітаміни.	2	5	Якісна реакція на вітаміни В ₁ та В ₆ . Виявлення наявності вітаміну Р. Якісна реакція на вітаміни А, Е, Д, К.	Опитування
ОСНОВИ ФІЗІОЛОГІЇ				
Розрахунок добових енерговитрат організму людини	2	6		Перевірка індивідуального завдання
Розрахунок добового раціону відповідно до індивідуального завдання	2	7		Перевірка індивідуального завдання
--<--	2	8		Перевірка індивідуального завдання
---<---	2	9		Перевірка індивідуального завдання

ЗАНЯТТЯ 1

ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ АМІНОКИСЛОТ І БІЛКІВ

Білки (протеїни) – це хімічний субстрат життя. Вони являють собою високомолекулярні сполуки різноманітної будови, що складаються із залишків амінокислот.

Всі прояви життєдіяльності – подразнення, травлення, рух, розмноження та інші – пов'язані з білками, вони є незамінними структурними компонентами організму людини, тварин, рослин, мікроорганізмів.

За джерело білків, що входять до складу клітин організму людини, правлять протеїни їжі. Вони перетравлюються в шлунково-кишковому тракті, перетворюючись на амінокислоти, з яких у тканинах утворюються власні білки з різними функціями: каталітичною (ферменти), захисною (імунні сполуки, антитіла та ін.), інформаційною, регуляторною (ряд гормонів), репродуктивною (разом з нуклеїновими кислотами), транспортною. Вони також беруть участь у багатьох інших життєво важливих процесах.

Незважаючи на свою різноманітність, білки мають приблизно однаковий хімічний склад. Азот – обов'язковий хімічний елемент у складі білка, його вміст близько 15...18 % від усієї маси білка. Тому за кількістю азоту, визначеною з кінцевих продуктів розпаду речовин, які виділились із організму, можна робити висновок щодо інтенсивності обміну білків.

Протеїни здатні на високу реакційну активність і можуть з'єднуватися з багатьма речовинами за рахунок електростатичних сил, ковалентних, водневих та інших зв'язків, тому що містять у своєму складі різноманітні полярні і неполярні групи. В залежності від просторового розташування та їх кількості, взаємовпливу сусідніх груп, вони виявляють підвищену або знижену активність порівняно з реакційною здатністю низькомолекулярних сполук.

Таким чином, у білках завдяки великому розміру їх молекул і складності конфігурації, унікальної для кожного протеїна, виникають нові якості, невластиві окремим компонентам, з яких складаються ці полімери.

До складу харчових білків входить більше 20-х різних амінокислот. Спільним в їх будові є наявність аміногруп в α -позиції (рідким винятком є β -амінокислоти).

У залежності від рН-середовища амінокислоти можуть бути у формі аніонів, катіонів, електронейтральних біполярних іонів або у вигляді суміші цих форм з домінуванням однієї з них. У сильноокислих розчинах амінокислоти присутні у вигляді позитивних іонів, а у лужних – у вигляді негативних іонів, тобто розчини амінокислот являють собою амфотерні електроліти.

Наявність в амінокислотах аміно- і карбоксигруп зумовлює їхні буферні властивості, тобто в залежності від складу розчину вони можуть утворювати різні солі, реагуючи як з кислотами, так і з лугами.

Амінокислоти, з'єднуючись між собою пептидними зв'язками утворюють молекули білків великої маси. Природа амінокислот, послідовність їх сполучення в поліпептидних ланцюгах визначають первинну структуру білків. При взаємодії активних груп амінокислот, що містяться в поліпептидному ланцюзі, з'являються вторинна, третинна, четвертинна структури білків.

У природних нативних білках багато реакційноздатних груп, які зв'язані і не проявляють активності. Після порушення нативності молекули білка, розриву зв'язків між поліпептидними ланцюгами, їх розгортання і внаслідок цього – безладної укладки в просторі – з'являються нові реакційноздатні групи. У результаті біологічна активність білків втрачається або змінюється її характер, хоча первинна структура не руйнується. Такий процес називається *денатурацією*. Таку зміну молекул білків викликають сильні кислоти, луги, солі важких металів, алкалоїдні реактиви, органічні розчинники, детергенти, промениста енергія, іонізуюча радіація, нагрівання розчинів білків до температури, вищої за 60° С. Прискорення теплового руху молекул білків викликає розрив водневих зв'язків між поліпептидними ланцюгами, в результаті чого змінюється конформація.

Денатуруючий ефект на білки чинять сильне струшування, перемішування. Зворотню коагуляцію білків зумовлюють солі лужних металів.

Великі молекули білків можна відділити від менших частинок методом діалізу, використовуючи мембрани з незначними порами, через які крупні молекули не проходять. Так відділяють білки від продуктів їх розщеплення і від інших речовин з невеликими молекулами.

Діаліз використовують при дослідженні перетравлення білків травними ферментами.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ АМІНОКІСЛОТ І БІЛКІВ

Мета заняття: вивчити загальні властивості амінокислот і білків.

План заняття

1. Визначити наявність α -аміногруп в амінокислотах (по нінгідрину).
2. Виявити пептидний зв'язок між амінокислотами.
3. Визначити вплив азотної кислоти на розчин білку.
4. Провести осадження білків органічними кислотами.
5. Осадити білки іонами важких металів.
6. Провести висолювання білків сірчанокислим амонієм.

1. Дослідження наявності α -аміногрупи в амінокислотах

Реакцією α -аміногрупи, що характерна та частіше всього застосовується, є нінгідринова реакція (для точного визначення зовсім незначних концентрацій амінокислот). Усі амінокислоти і пептиди, що містять α -аміногрупу, дають з нінгідрином синє забарвлення

Об'єкт дослідження: будь-яка амінокислота (5 %-й розчин) або гідролізат білка (10 %-й розчин).

Обладнання і посуд: 1. Нагрівальний прилад;
2. Штатив з пробірками;
3. Крапельниці.

Реактиви: нінгідрін, 0,2 % - й спиртовий розчин.

Техніка виконання роботи

У пробірку наливають 1 мл розчину, що досліджується, додають 1 мл нінгідрину. Суміш нагрівають до кипіння і дають остигнути. Спостерігають появу забарвлення.

2. Виявлення пептидного зв'язку між амінокислотами

В молекулах білків усі амінокислоти зв'язані пептидним зв'язком (первинна структура протеїнів). Пептидний зв'язок виявляється за допомогою біуретової реакції Піотровського по утворенню фіолетово-червоної сполуки груп - CO-OH - з міддю в сильно-лужному середовищі.

Об'єкт дослідження: 1. Яєчний білок, 1 % - й розчин;
2. Молоко;
3. Желатин, 1 %-й розчин;
4 Глікоколь, 1 %-й розчин.

Обладнання і посуд: 1. Штатив з пробірками;
2. Піпетка на 1 мл;
3. Крапельниці.

Реактиви: 1. Гідроксид натрію, 10 % - й розчин;
2. Мідь сірчаноокисла, 5 % - й розчин.

Техніка виконання роботи

В одну пробірку наливають 1 мл розчину яєчного білка, другу – стільки ж молока, у третю – желатину, у четверту – глікоколю. До кожної пробірки доливають рівний об'єм гідроксиду натрію, перемішують і додають по 1мл краплі розчину сірчаноокислої міді. Слід уникати надміру CuSO_4 , синій колір якого буде маскувати фіолетово-червоне забарвлення, яке свідчить про наявність пептидних зв'язків. Визначають зміну забарвлення в кожній пробірці.

3. Визначення впливу азотної кислоти на розчини білків.

Об'єкт дослідження: яєчний білок, 10 %-й розчин;

Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Піпетки на 1...2 мл;
3. Крапельниця.

Реактиви: Азотна кислота 30 %, приготовлена на насиченому розчині хлористого натрію.

Техніка виконання роботи

У пробірку наливають 1 мл азотної кислоти і під кутом 45° обережно по стініці приливають піпеткою розчин білка. На межі обох рідин з'являється біле кільце коагульованого білка.

4. Осадження білків органічними кислотами.

Об'єкт дослідження: яєчний білок, 10 %-й розчин.

Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Піпетки на 1...2 мл;
3. Крапельниця.

Реактиви: 1. Трихлороцтова кислота, 10 %-й розчин;
2. Сульфосаліцилова кислота, 10 %-й розчин.

Техніка виконання роботи

У дві пробірки вносять по 1 мл розчину яєчного білка. В першу додають 1 мл розчину трихлороцтової кислоти, в другу – 1 мл розчину сульфосаліцилової кислоти. В обох пробах спостерігають появу осаду білку.

5. Осадження білків іонами важких металів

Об'єкт дослідження: гідролізат білка.

Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Піпетки на 1... 2 мл;
3. Крапельниця.

Реактиви: 1. CuSO_4 , 5 %-й розчин;
2. Ацетат свинцю, 5 %-й розчин.

Техніка виконання роботи

В дві пробірки вносять по 1 мл розчину яєчного білка. В першу додають 1 мл розчину сірчаноокислої міді, в другу – 1 мл ацетату свинцю. Спостерігають утворення осаду: в першій пробірці – блакитного кольору, в

другій – білого кольору. При додаванні надлишку розчинів сульфату міді та ацетату свинцю спостерігають зникнення осаду внаслідок його розчинення.

б. Висолювання білків сірчанокислим амонієм.

При дії насиченого розчину сірчанокислового амонію відбувається дегідратація молекул білків і вони коагулюють, оскільки знижується захисна оболонка, яка складається з диполів води. Після розведення водою суміші білків і сірчанокислового амонію знову утворюється їх розчин. Осаджування різних білків починається при неоднаковій концентрації сірчанокислового амонію, а альбумінів – при повному насиченні ним. За допомогою висолювання можна розділити суміш різних білків.

Об'єкт дослідження: гідролізат білка.

Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Воронки;
3. Піпетка на 2 мл;
4. Фільтри.

Реактиви: 1. Сірчанокислий амоній, насичений розчин;
2. Сірчанокислий амоній кристалекий.

Техніка виконання роботи

У пробірку наливають 2 мл розчину яєчного білка, доливають рівний об'єм насиченого розчину сірчанокислового амонію і перемішують. Випадають в осад глобуліни, а альбуміни залишаються в розчині. Осад фільтрують через бумажний фільтр. Потім до фільтрату додають кристалекий сірчанокислий амоній до появи мутності. Енергійно струшують пробірку для розчинення солі (остання порція солі вже не розчиняється). Переконавшись в коагуляції альбумінів, додають воду і спостерігають, чи станеться розчинення осаду.

ЗАНЯТТЯ 2

ВЛАСТИВОСТІ ФЕРМЕНТІВ

Ферменти (ензими) – це білки, що мають каталітичні властивості завдяки особливостям будови їх молекул. Ферменти характеризуються унікальним розташуванням активних груп, що взаємодіють з речовинами, на які вони діють (субстрати).

На відміну від більшості каталізаторів у неживій природі ферменти проявляють активність у м'яких умовах – при температурі тіла і нижчій, в зоні рН, яка мало відрізняється від нейтральної, при нормальному атмосферному тиску і та ін.

Функція ферментів полягає в забезпеченні в клітинах необхідної швидкості і напрямку біохімічних процесів, а також їх упорядкуванні в просторі і часі.

Активність ферментів дуже висока, одна їх молекула може викликати перетворення багатьох сотень і навіть мільйонів молекул інших речовин. При цьому сам ензим наприкінці реакції залишається незмінним. У процесі каталізу відбувається утворення проміжних сполук ферменту з субстратом, який може змінювати конформацію активного центру ензиму.

Ферментам властива висока специфічність дії по відношенню до субстратів або типів хімічних зв'язків у них.

Механізм впливу ензимів пов'язаний зі зниженою енергією активації реакції, завдяки чому вони протікають при відносно низьких температурах. За таких умов без каталізаторів число активованих (збуджених) молекул субстратів невелике і реакція між ними протікає надто повільно. Нагрівання до більш високих температур хоча й прискорює хід реакцій, які каталізуються, але одночасно зумовлює денатурацію ферментів, що призводить до припинення їхньої дії. Аналогічно впливають на ферменти інші денатуруючі агенти (сильні кислоти, органічні розчинники, промениста енергія і т. ін.).

Оскільки структура білків пов'язана з наявністю і співвідношенням позитивно й негативно заряджених груп, активність ферментів залежить від значення рН, яке визначає ступінь дисоціації відповідних іоногенних ділянок.

На дії ферментів впливають і гідрофобні групи, тому фактори від яких залежить їх розташування в просторі (тобто на вторинну, третинну і четвертинну структури молекул ензимів) можуть викликати гальмування (інгібування) або підсилення каталітичної активності ензимів. До складу багатьох ферментів входять небілкові групи (простетичні групи, коферменти), у тому числі деякі вітаміни, метали.

Таким чином, характерними властивостями ферментів є такі:

1. Висока активність;
2. Специфічність каталітичної дії;
3. Тонка чутливість до рН середовища, до наявності активаторів або інгібіторів, які впливають на вищі рівні структури молекул ензиму;
4. Втрата каталітичної активності після нагрівання до високих температур або після дії інших денатуруючих агентів.

Швидкість реакцій, що каталізуються ферментами, може змінюватися в часі й залежить від їх кількості та концентрації субстрата.

Деякі ферменти знаходяться у клітинах і виділяються з них у неактивному стані (проферменти), вони потребують активування.

Одна й та сама реакція може каталізуватися кількома близькими за структурою ензимами, що різняться за умовами, в яких виявляється їх максимальна активність. Такі ферменти називають *ізоферментами* (ізоензимами).

Ферменти мають велике практичне значення через те, що виробництво хліба, молочно-кислих продуктів, пива, чаю, вина, соків ґрунтується на

використанні ферментативних процесів. Застосування ферментативних препаратів у процесі виробництва продуктів харчування розкриває великі можливості підвищення їх якості.

Класифікація ферментів. На цей час описано більш 4000 ферментів. У залежності від типу реакції каталізу їх розділяють на шість класів: оксидоредуктази, трансферази, гідролази, ліази, іомерази, лігази(синтетази).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ВЛАСТИВОСТІ ФЕРМЕНТІВ

Мета заняття: вивчити властивості ферментів.

План заняття

1. Вивчити вплив різних температур на активність амілази.
2. Визначити чутливість ферментів до рН середовища.
3. Вивчити вплив активаторів та інгібіторів на активність ферментів.
4. Визначити специфічність дії ферментів.

1. Визначення впливу різних температур на активність амілази

Фермент амілаза каталізує гідроліз крохмалю до декстринів і мальтози. Такий процес відбувається, наприклад, у ротовій порожнині при вживанні з їжею продуктів, що містять крохмаль: картоплі, хліба, макаронних виробів. Джерелом амілази є слина. Цей фермент знаходиться і в інших відділах травного тракту, а також у печінці та інших тканинах. Різні типи амілаз використовуються в харчовій промисловості, наприклад, у пивоварній, де їх джерелом є рослини (ячмінь).

Дію амілази розпізнають по зникненню синього забарвлення, яке утворюється при додаванні йоду.

Об'єкт дослідження: розчин панкреатину.

Обладнання і посуд: 1. Термостат, нагрітий до 37⁰С;

2. Холодильник;

3. Піпетки на 1...2 мл;

4. Крапельниці;

5. Нагрівальний прилад.

Реактиви: 1. Крохмаль картопляний, 1 %-й розчин;

2. Розчин йоду – 0,1 н, розбавлений безпосередньо перед визначенням до 0,004 н.

Техніка виконання роботи

У 3 пробірки наливають по 1 мл джерела амілази, одну з них кип'ятять протягом не менш, ніж 5 хв. і дають охолонути. Потім до всіх 3 пробірок приливають по 1 мл крохмалю. Першу пробірку залишають, другу ставлять у термостат на 10 хв. при температурі 37⁰С, третю – у холодильник на 10 хвилин. Через 10 хв. до усіх трьох пробірок приливають по 1...2 краплі розчину йоду. Якщо крохмаль не перетравився амілазою, то утворюється синє забарвлення. При наявності продуктів гідролізу колір з йодом стає фіолетовим, червоним або жовтим в залежності від розміру утворених молекул декстринів. Амілодекстрини забарвлюються йодом у фіолетовий колір, ерітродекстрини – у червоний, ахродекстрини – утворюють жовте забарвлення, як і мальтоза. По кольору визначають глибину розщеплення крохмалю.

2. Визначення чутливості ферментів до рН середовища

Об'єкт дослідження: джерела амілази ті самі, що і в попередньому досліді.

Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками, закритими пробками;
2. Піпетки на 1...2 мл;

Реактиви: 1. Буферний розчин, рН якого дорівнює 5,0 (10,30 мл 0,2 М Na₂HPO₄ 2H₂O змішується з 9,70 0,1 М розчину лимонної кислоти);
2. Буферний розчин з рН 6,8 (15,45 мл 0,2 М Na₂HPO₄ змішується з 4,55 мл 0,1 М розчину лимонної кислоти);
3. Крохмаль, 1 %-й розчин;
4. Розчин йоду в йодистому калії 0,004 н, приготовлений шляхом розбавлення з 0,1н безпосередньо перед дослідженням. У такій концентрації, йод забарвлює крохмаль у синій колір і не припиняє дії амілази.

Техніка виконання роботи

У 2 пробірки наливають по 1 мл джерела амілази, в одну з них додають 1 мл буфера з рН 5,0; у другу – стільки ж із рН 6,8, в обидві пробірки приливають по 2 краплі йоду і по 1 мл крохмалю. Пробірки закривають пробками і залишають їх при кімнатній температурі, спостерігають за зникненням синього забарвлення в кожній пробі. Відзначають, при якому значенні рН швидше гідролізувався крохмаль.

ПРИМІТКА: якщо під дією двох крапель йоду крохмаль не посинів, додають ще однакову кількість розчину крохмалю в усі пробірки, доки не з'явиться синє забарвлення.

3. Визначення впливу активаторів та інгібіторів на активність ферментів

В організмі дія ферментів регулюється різноманітними механізмами: інтенсивністю синтезу каталітичних білків генетичним апаратом, їхнім руйнуванням продуктами реакції каталізу, гормонами і іншими факторами.

Важлива роль належить активаторам та інгібіторам ферментів, які впливають на різні їхні ділянки або беруть участь в утворенні тимчасових комплексів із субстратами.

Активатори та інгібітори дії ферментів використовуються для регуляції відповідних технологічних процесів, наприклад, заміс тіста, а також, в медичній практиці, для припинення життєдіяльності мікроорганізмів або заміщення недостатньої активності ензимів у тканинах, наприклад, у підшлунковому соку.

Об'єкт дослідження: джерела амілази ті самі, що і в попередньому досліді.

Обладнання і посуд: штатив із пробірками.

- Реактиви:
1. NaCl, 1 %-й розчин;
 2. Крохмаль, 1 %-й розчин;
 3. Сірчанокисла мідь, 5 %-й розчин;
 4. Розчин йоду у йодистому калії, 0,004 н свіжовиготовлений;
 5. Дистильована вода.

Техніка виконання роботи

Готують три пробірки. У першу приливають 2,5 мл води, у другу – 2 мл води та 0,5 мл розчину NaCl, у третю – 2 мл води та 0,5 мл розчину CuSO₄. В усі три пробірки вносять по 2,5 мл розчину амілази, перемішують і додають по 1 мл розчину крохмалю, потім знов перемішують і ставлять у термостат при температурі 37⁰ С. Через 5...10 хвилин додають по 1...3 краплі розчину йоду. Рідина у першій пробірці забарвлюється у фіолетовий або червоний колір, у другій – в червоний або жовтий, у третій – у синій.

Здобуті результати свідчать про те, що активатором амілази є NaCl (друга пробірка), а інгібітором CuSO₄ (третя пробірка).

4. Визначення специфічності дії ферментів

Ферментам притаманна специфічність дії, оскільки вони здатні каталізувати тільки певні хімічні реакції.

Специфічність дії ферментів буває абсолютна, відносна, групова і стереохімічна.

Ферменти специфічні відносно як типу реакцій, що каталізуються, так і субстратів, на які вони діють. Деяким ферментам притаманна *абсолютна специфічність*, що виявляється з дії тільки на один будь-який субстрат. Висока специфічність ферментів визначається тим, що тільки деякі строго

визначені функціональні групи, що входять до складу ферментів, можуть брати участь в утворенні фермент-субстратних комплексів.

Амілаза слини прискорює гідроліз тільки полісахаридів, не впливаючи на дисахариди. Мальтаза слини прискорює гідроліз дисахариду мальтози, що утворюється при гідролізі крохмалю, але зовсім не впливає на інший дисахарид – сахарозу. Сахароза не має вільної альдегідної групи, тому не дає реакції з реактивом Фелінга. Реакція може бути позитивною тільки в тому разі, якщо сахароза розщепиться на свої складові – глюкозу і фруктозу. Сахарозу розщеплює на глюкозу та фруктозу фермент *сахараза* і не розщеплює крохмаль.

Об'єкт дослідження: 1. Розчин амілази.

Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;

2. Термостат або водяна баня 38⁰ С;

3. Крапельниці;

4. Піпетки.

Реактиви: 1. Сахароза, 1 %-й розчин;

2. Крохмаль, 1 %-й розчин;

3. Їдкий натр, 10 %-й розчин;

4. Сульфат міді, 5 %-й розчин;

5. Реактив Фелінга I;

6. Реактив Фелінга II.

Техніка виконання роботи

У дві пробірки приливають по 1 мл розчину амілази. У першу пробірку додають 1 мл 1 %-го розчину крохмалю, у другу – 1 мл 1 %-го розчину сахарози. Обидві пробірки ставлять на 10 хв. у термостат або водяну баню при температурі 38⁰ С, після чого проводять реакцію Фелінга, тобто в обидві пробірки додають рівний об'єм реактиву Фелінга I і Фелінга II (по 0,5 мл) і нагрівають до кипіння.

Позитивна реакція Фелінга має місце в пробірці, де зустрічаються субстрат та відповідний фермент (наприклад, крохмаль та амілаза слини), результатом дії якого є гідроліз крохмалю. При цій реакції утворюються мальтоза, а потім глюкоза, яка має вільну альдегідну групу, що забезпечує появу червоного осаду закису міді.

Сахароза не має вільної альдегідної групи і відновлювальними властивостями не володіє, тому не дає відповідної реакції з реактивом Фелінга (червоного осаду). Реакція може бути позитивною тільки в тому разі, якщо сахарозу розщепить відповідний фермент *сахараза* на її складові – глюкозу і фруктозу.

ЗАНЯТТЯ 3

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕВОДІВ

В міру поглиблення наших знань про природу життєвих процесів нам відкривається багатогранна роль енергетичного резерву, головних структуруючих речовин (клітинні мембрани), еластиків (міжклітинна речовина), мастила (синовіальна рідина в суглобах) та багато інших.

За сучасною класифікацією вуглеводи поділяють на три основні групи в залежності від їхнього складу, структури та властивостей: моносахариди, олігосахариди та полісахариди.

Моносахариди – є похідними багатоатомних спиртів з загальною формулою $C_nH_{2n}O_n$, відрізняються будовою та різним розташуванням у просторі функціональних груп. За характером останніх вони поділяються на *альдозу* та *кетозу*, а за кількістю атомів вуглецю моносахариди поділяють на *біози*, *триози*, *тетрози*, *пентози* та *гексози*. Найбільше значення в організмі людини мають триози (гліцериновий альдегід та діоксіацетон), пентози (рибоза, дезоксирибоза, арабіноза та ксиліоза) та гексози (глюкоза, фруктоза, маноза та галактоза).

Олігосахариди – до їхнього складу входить від 2 до 10 залишків моносахаридів, що з'єднані глікозидними зв'язками. До цієї групи відносяться дисахариди (сахароза, мальтоза, лактоза та целобіоза), трисахариди (рафіноза), тетрасахариди (стахіоза) тощо.

Полісахариди – це високомолекулярні вуглеводи, що складаються з великої кількості моносахаридів. Полісахариди поділяють на *гомopolісахариди* – до їхнього складу входять моносахариди одного типу (крохмаль, глікоген, клітковина, целюлоза, пектин, інсулін тощо) та *гетерopolісахариди*, глюкозаміни та мукополісахариди, які складаються з моносахаридів різного виду та їх похідних, а також азотистих основ, органічних кислот тощо (гіалуронова кислота, хондроїтинсірчана кислота, гепарин, сіалові кислоти). Всі вони входять до складу тваринних, рослинних та бактеріальних клітин.

Але тваринні, рослинні і бактеріальні клітини мають значні відмінності насамперед у середовищі знаходження цих клітин. Так, клітини тваринного організму занурені у спеціальне рідке середовище – кров або лімфу. Тому тваринні клітини знаходяться в осмотичній рівновазі з середовищем, а їх мембрани не зазнають механічних навантажень через нерівномірну дифузію води у середину клітини або з неї.

Рослинні і бактеріальні клітини знаходяться в цілковито іншому становищі. Зовнішнім середовищем для них часто бувають розбавлені водяні розчини – майже чиста вода, тоді як сумарна полярність вмісту клітин дорівнює величині порядку кількох десятків. Вільна дифузія води у середину клітини, тобто за градієнтом концентрації, розвиває в ній надмірний тиск (до 20 атм), який тонка мембрана витримати не може. Тому такі клітини оточені

жорсткою клітинною стінкою, яка надає їм певної стійкої форми і захищає їх від зовнішніх механічних дій.

Молекулярну міцну механічну основу стінки рослинної клітини складає нерозгалуджений полісахарид, побудований із 1,4 – зв'язаних залишків β -Д-глюкози (целюлоза або клітковина). Лінійні макромолекули целюлози зв'язані у пучки за рахунок міжмолекулярних взаємодій, в яких домінують водневі зв'язки. Цементуючим матеріалом, що зв'язує клітини між собою, служать полісахариди інших класів – геміцелюлози (напівклітковини), пектинові речовини та інші.

Пектинові речовини являють собою високомолекулярні полісахариди, велика кількість яких міститься в ягодах і овочах. Як мономірні залишки вони містять Д-галактуронову кислоту.

Пектинові речовини неоднорідні, тому зустрічаються у вигляді протопектину, пектину і пектинової кислоти.

Пектинова кислота є полігалактуроною кислотою. Це лінійний полісахарид із залишків Д-галактуронової кислоти, з'єднаних 1,4 - зв'язками.

Пектин є похідним пектинової кислоти, в якій частина карбоксильних груп утворює ефіри з метиловим спиртом, тобто пектин – це складний ефір метилового спирту і пектинової кислоти. Метаксильована полігалактуронова кислота – розчинний пектин.

Пектин у чистому вигляді – це білий порошок без смаку і запаху, добре розчинний у воді. У рослинних тканинах $\frac{1}{4}$ частина пектинових речовин знаходиться у вигляді розчинного пектину, який входить до складу клітинного соку, а $\frac{3}{4}$ пектинових речовин – це нерозчинний у воді протопектин. Протопектин утворює міжклітинний прошарок у розчинній тканині та зумовлює її твердість.

Протопектин розглядають як гетерополімер зі складною розгалудженою структурою. Головний ланцюг протопектину складається з молекул пектину, з'єднаних моносахаридом рамнозою.

Характерною властивістю багатьох полісахаридів є їх здатність до утворення драглів у водних розчинах. Для утворення полісахаридного драглю потрібно, щоб лінійні молекули були організовані в дірчасту просторову сітку, в чарунках якої знаходиться вода. Природа вузлів цієї сітки дозволяє пов'язувати структуру полімеру з його здатністю до утворення драглів.

Пектинові речовини грають велику роль у харчуванні: сприяють нормальному травленню, виконуючи разом із клітковиною механічну роль у кишечнику; виводять із організму солі важких металів та радіонуклідів зв'язують надлишок холестерину, виконують роль протирадіаційних сполук.

Найбільше значення, як джерела енергії, для організму людини мають засвоювані вуглеводи (крохмаль, сахароза, глюкоза, фруктоза, які надходять із рослинною їжею, і в складі молока – лактоза).

ДОСЛІДЖЕННЯ ВУГЛЕВОДІВ

Мета заняття: провести дослідження властивостей вуглеводів та їхньої здатності до перетравлення ферментами.

План заняття

1. Дослідити перетравлення сахарози ферментами дріжджів.
2. Визначити взаємодію вуглеводів із гідрооксидом міді за допомогою реакції Троммера.
3. Провести реакцію Селіванова на визначення кетоз.
4. Визначити редукуючий вуглевод лактозу у молоці.

1. Дослідження перетравлення сахарози ферментами дріжджів

Об'єкт дослідження: сахароза, 0,5 %-й розчин.

Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Нагрівальний прилад.

Реактиви: 1. Витяжка з дріжджів;
2. Мідь сірчаноокисла, 5 %-й розчин;
3. Гідроксид натрію, 10 %-й розчин.

Техніка виконання роботи

У дві пробірки наливають по 1 мл 0,5 %-го розчину сахарози. У першу додають 0,5 мл витяжки з дріжджів. Обидві проби ставлять у термостат на 15 хв. при температурі 37°C. Потім проводять пробу Троммера на наявність редукуючих вуглеводів.

2. Взаємодія вуглеводів із гідрооксидом міді (реакція Троммера)

Всі моносахариди, а також більш складні сахари, що мають вільну карбонільну (альдегідну або кетонну) групу, мають здатність відновлюватися у лужному середовищі.

Реакція Троммера полягає у відновленні окисної міді в закисну. При цій реакції сірчаноокисла мідь реагує з лугом, утворюючи блакитний гідрат окису міді. При його нагріванні колір змінюється на жовтий, а потім на червоний.

Об'єкт дослідження: набір сахарів.

Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Нагрівальний прилад.

Реактиви: 1. Глюкоза, 1 %-й розчин;
2. Мальтоза, 1 %-й розчин;

3. Фруктоза, 1 %-й розчин;
4. Лактоза, 1 %-й розчин;
5. Сахароза, 1 %-й розчин;
6. Крохмаль, 1 %-й розчин;
7. Гідроокис натрію, 10 %-й розчин;
8. Сульфат міді, 5 % розчин.

Техніка виконання роботи

У пробірки (за кількістю існуючих у лабораторії вуглеводів) наливають по 1 мл глюкози, лактози, мальтози, фруктози, сахарози, крохмалю, додають такий же об'єм гідроокису натрію і 0,5 мл сульфату міді до появи блакитного осаду гідроокису міді. Усі пробірки обережно нагрівають. Моносахариди і поновлені дисахариди (лактоза і мальтоза) відновлюють гідроокис міді до закисі міді – осад жовтого кольору, який при тривалому нагріванні перетворюється на оксид міді – осад цеглисто-червоного кольору. Сахароза і крохмаль (необновлені вуглеводи) не змінюють забарвлення гідроокису міді.

Роблять висновок щодо відповідності властивостей вуглеводів у залежності від хімічної будови.

3. Реакція Селіванова на визначення кетоз

Найважливішою кетозою є фруктоза. Вона зустрічається в природі як у вільному (у складі меду), так і в зв'язаному (у складі сахарози, деяких інших полісахаридів) стані. У живих організмах фруктоза перетворюється на глюкозу.

Характерною реакцією на фруктозу та інші кетози є реакція Селіванова. Суть реакції полягає в тому, що при нагріванні розчину кетози з концентрованою соляною кислотою утворюється оксиметилфурфурол, який із резорцином дає продукт конденсації червоного кольору. Ця реакція дає можливість визначити як вільні, так і зв'язані кетози.

Швидше реакція Селіванова відбувається з фруктозою.

Об'єкт дослідження : фруктоза, 1 %-й розчин.

Обладнання і посуд : 1. Штатив із пробірками;

2. Водяна баня;

Реактиви: 1. Реактив Селіванова.

Техніка виконання роботи

У пробірку наливають 0,5 мл розчину фруктози, додають 1 мл реактиву Селіванова і кілька хвилин нагрівають. Спостерігають червоне забарвлення розчину.

Роблять висновок щодо значення цієї реакції для визначення фруктози.

4. Виявлення редукуючого вуглеводу лактози в молоці

Об'єкт дослідження: молоко.

Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Фільтри паперові;
3. Нагрівальний прилад;
4. Мірний циліндр;
5. Мірні колби на 100 мл.

Реактиви: 1. Реактив Фелінга (Фелінг I+Фелінг II у рівних об'ємах);
2. КОН, 1 %-й розчин.

Техніка виконання роботи

В мірний циліндр на 50 мл виміряють 2,5 мл молока, додають 40 мл дистильованої води і 1 мл 1 % розчину КОН. Об'єм суміші доводять водою до 50 мл. Струшують вміст, фільтрують. Відмірюють в окрему пробірку 2-3 мл фільтрату і проводять реакцію Фелінга.

ЗАНЯТТЯ 4

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛІПІДІВ

Ліпіди (від грецької ліπος – жир) – клас різних речовин, нерозчинних у воді і добре розчинних в органічних розчинниках (бензин, спирт, ефір, хлороформ та ін.). Ця загальна властивість ліпідів зумовлена тим, що в їх молекулах переважають довгі аліфатичні вуглеводневі ланцюги або бензольні кільця, тобто неполярні, гідрофобні структури. Значення ліпідів, як продуктів харчування, полягає в тому, що вони є висококалорійними компонентами їжі. За своєю калорійністю вони в два рази перевершують вуглеводи і білки. Ліпіди виконують також інші важливі фізіологічні функції в організмі.

Ліпіди поділяють на декілька основних груп:

1. *Прості ліпіди* – це ефіри жирних кислот, до них належать жири і воски. Воски – це ефіри жирних кислот і будь-яких спиртів, крім гліцерину.

2. *Стероїди* – це сполуки, що містять циклічні ядра циклопентанпергідро-фенантрону. До стероїдів належить ряд важливих для організму речовин (статеві і кортикоїдні гормони, вітамін Д, жовчні кислоти). Стероїди, що містять вільну ОН-групу, називають стеролами або стеринами. Ефіри стеринів з високомолекулярними жирними кислотами називають стерідами. Одним із найважливіших стеринів є холестерин.

3. *Складні ліпіди* – це сполуки, при гідролізі яких утворюються крім спирту та кислот й інші сполуки. До них належать фосфати (фосфоліпіди), які являють собою складні ефіри гліцерину, жирних кислот і фосфорної кислоти, яка часто буває з'єднана з азотистою основою (холіном, етаноламіном,

серином). Фосфатидами є лецитини, кефаліни, ацетилфосфати та ін. До складних ліпідів належать також ліпіди, зв'язані з іншими класами речовин: білками (ліпопротеїни), вуглеводами (глікозидоліпіди).

Природні жири – складна суміш гліцеридів, вільних жирних кислот, вітамінів, пігментів, білків, вуглеводів, восків. Одні супутні гліцеридам речовини, наприклад, вітаміни, підвищують харчову цінність жиру, інші – погіршують (вільні жирні кислоти, воски).

Відомо більше 40 жирних кислот, чим і пояснюється різноманітність і специфічність натуральних жирів.

Жирні кислоти можуть бути насиченими і ненасиченими, тобто такими, що містять один або кілька подвійних зв'язків. Консистенція жирів залежить від природи жирних кислот, що входять до їх складу. В рослинних жирах або маслах переважають гліцериди ненасичених жирних кислот; при звичайній температурі більшість із них – рідкі. Тваринні жири (сало) за нормальних умов – тверді, тому що містять багато гліцеридів насичених жирних кислот. У процесі гідрогенізації ненасичені жирні кислоти перетворюються на насичені, що використовується при виробництві маргарину.

При дослідженні хімічної природи і якості жиру визначають його фізичні (температура плавлення, застигання, в'язкість) і хімічні (кислотне, йодне, перекисне числа, число омилення) константи.

Кислотне число характеризується вмістом у жирі вільних жирних кислот. Його визначають кількістю міліграмів гідроксиду калію, які потрібні для нейтралізації вільних жирних кислот в 1 г жиру. Кислотне число – важливий показник якості жирів, тому що при зберіганні жирів або багатих жиром продуктів, при їх термічній обробці воно збільшується в результаті гідролізу гліцеридів.

Йодне число – показник кількості подвійних зв'язків у молекулах жирних кислот. Його визначають кількістю грамів йоду, які ідуть на титрування 100 г жиру. Чим більше жир має ненасичених жирних кислот і чим більше в цих кислотах подвійних зв'язків, тим вище значення йодного числа. Чим вище йодне число, тим легше жир окислюється. Отже, при окисненні жирів у процесах зберігання і термічній обробки йодне число зменшується.

Число омилення характеризує вміст в 1 г жиру вільних і зв'язаних із гліцерином жирних кислот. Його виражають в міліграмах гідроксиду калію, необхідних для нейтралізації всіх жирних кислот 1 г жиру

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІПІДІВ ТА ЛІПОЇДІВ

Мета заняття: вивчити якість простих та складних ліпідів.

План заняття

1. Визначити реакції стеринів з сірчаною кислотою.
2. Визначити якість ліпідів по константам жирів.
3. Визначити якість жирів по акролеїновій пробі.

1. Реакція стеридів з сірчаною кислотою

Водовідбираючі речовини перетворюють стерини на ненасичені вуглеводи, які утворюють забарвлені комплекси з сірчаною кислотою.

Об'єкт дослідження: 1. Холестерин, 0,3 %-й розчин в хлороформі;
2. Лецитин, 0,3 %-й розчин в хлороформі;
3. Соняшникова олія, 0,3 %-й розчин в хлороформі.

Обладнання та посуд: 1. Штатив з пробірками;
2. Піпетки.

Реактиви: концентрована сірчана кислота.

Техніка виконання роботи

У сухі пробірки наливають по 1 мл хлороформних розчинів, що будуть досліджуватися, і в кожен додають по стінці пробірки 1 мл концентрованої сірчаної кислоти. Вміст пробірок обережно перемішують. У присутності стеринів верхній шар рідини забарвлюється в темно-червоний колір, нижній – у жовто-червоний з зеленою флуоресценцією.

2. Визначення якості ліпідів.

При зберіганні або тепловій обробці жирів відбуваються різні хімічні перетворення (гідроліз, окислення жирних кислот), які викликають зміни фізико-хімічних і органолептичних характеристик жирів. Накопичення в продукті вільних жирних кислот, перекисів, альдегідів і кетонів призводить до погіршення харчових властивостей жирів. На практиці при оцінюванні якості жирів використовуються такі хімічні показники, як кислотне і йодне числа.

Для одержання добрих результатів необхідно акуратно проводити титрування: об'єм розчинів у бюретці відраховувати від нуля, розчини додають краплями при постійному перемішуванні суміші в колбі. Титрування зупиняють при появі забарвлення, яке не зникає після струшування протягом 30 секунд.

A. Визначення кислотного числа

Об'єкт дослідження: олія соняшкорова після зберігання
Обладнання і посуд: 1. Колби конічні на 50...100 мл з пробками;
2. Бюретки;
3. Піпетки.

- Реактиви: 1. Нейтралізована спиртово-ефірна суміш;
2. Гідроокис калію, 0,1 н. розчин ;
3. Фенолфталеїн, 0,1 % розчин.

Техніка виконання роботи

В колбу вносять наважку (близько 1 г) досліджуваного матеріалу (за різницею маси колби до і після внесення масла), приливають 10 мл нейтралізованої суміші спирту і ефіру, вміст колби перемішують до розчинення жиру. Додають у колбу 2...3 краплі розчину фенолфталеїну і титрують суміш 0,1 н розчином КОН до появи рожевого забарвлення.

Кислотне число визначають по формулі:

$$КЧ = \frac{v \cdot k \cdot 5,61}{n} ,$$

- де v – кількість 0,1 н спиртового розчину гідроокису калію (мл), витраченого на титрування наважки жиру;
 k – поправочний коефіцієнт до титру 0,1 н розчину КОН;
5,61 – титр точно 0,1 н розчину КОН;
 n – наважка жиру (г).

Б. Визначення перекисного числа

Ненасичені жирні кислоти легко піддаються окисленню під впливом кисню, вологи, світла. Цей процес каталізує фермент ліпооксигеназа.

Кількісне вимірювання перекисей олії, що утворилися, засновано на реакції виділення йоду з йодистого калію в кислому середовищі. Йод потім титрують розчином гіпосульфїту.

Перекисне число – ПЧ – це кількість г йоду, виділене перекисами, що містяться у 100 г олії.

Об'єкт дослідження: рослинна олія.

- Обладнання і посуд: 1. Колби конічні на 200 мл з притертими корками;
2. Бюретки;
3. Піпетки.

- Реактиви: 1. Суміш льодяної оцтової кислоти і хлороформу (2:1);
2. Йодистий калій, насичений розчин;
3. Дистильована вода;
4. Гіпосульфїт натрію, 0,002 н розчин;
5. Крохмаль, 1 % розчин.

Техніка виконання роботи

У конічну колбу або склянку з притертою коркою вміщують 2 г рослинної олії, суміш льодяної оцтової кислоти і хлороформу – 20 мл. Додають 5 мл насиченого розчину йодистого калію. Колбу укупорюють і ставлять у темне місце на 10 хв. Потім доливають 50 мл дистильованої води, титрують йод, що виділяється, 0,002 н розчином гіпосульфїту (індикатор – крохмаль, додають у колбу 1...2 краплини).

Паралельно проводять контрольну пробу з водою.

Перекисне число розраховують за формулою:

$$\text{ПЧ} = \frac{(\text{O}-\text{C}) \cdot 0,0002538 \cdot 100}{\text{H}},$$

де O – кількість 0,002 н розчину гіпосульфїту натрію (мл), що була витрачена на титрування дослідного зразка;

C – кількість 0,002 н розчину гіпосульфїту натрію (мл), що була витрачена на контрольне вимірювання;

0,0002538 – титр 0,002 н розчину гіпосульфїту натрію по йоду;

H – наважка олії.

В. Визначення йодного числа

Об'єкт дослідження: хлороформні розчини масел.

Обладнання і посуд: 1. Колби конічні на 50...100 мл з пробками;

2. Бюретки;

3. Піпетки.

Реактиви: 1. Хлороформ;

2. Йод, 0,1 н спиртовий розчин;

3. Крохмаль, 1 % розчин;

4. Гіпосульфїт натрію, 0,1 н розчин.

Техніка виконання роботи

В колбу з пробкою вносять близько 5 мл досліджуваного масла. До другої колби (контрольної) вносять рівний об'єм дистильованої води. В обидві додають по 5 мл хлороформу. Колби закривають пробками і струшують. У колби (точно) піпеткою приливають по 10 мл 0,1 н розчину йоду, закривають пробками, струшують і ставлять у темне місце на 5 хвилин. Потім проби титрують 0,1 н розчином гіпосульфїту натрію до світло-жовтого кольору, після чого додають 1 мл розчину крохмалю і продовжують титрувати до зникнення синього забарвлення.

Йодне число (ЙЧ, г) визначають за формулою:

$$\text{ЙЧ} = \frac{(A - B) \cdot K \cdot 0,01269 \cdot 100}{C},$$

де (A-B) – різниця об'ємів 0,1 н гіпосульфїту натрію, що витрачається для титрування в контрольній і дослідній пробах;

K – поправочний коефіцієнт на титр емпіричного 0,1 н розчину гіпосульфїту натрію;

0,01269 – коефіцієнт перерахунку витраченого розчину гіпосульфїту натрію (1 мл 0,1 н розчину гіпосульфїту натрію еквівалентний 0,01269 г йоду);

C – наважка жиру, г;

100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г жиру.

3. Проба на гліцерин (акролеїнова проба)

Якісною реакцією на якість жиру є акролеїнова проба. При нагріванні гліцерин втрачає воду і утворює ненасичений альдегід – акролеїн, який легко виявляється завдяки специфічному подразливому запаху.

Акролеїнову пробу здійснюють нагріваючи жир у присутності бісульфату Na або K, NaHSO_4 або KHSO_4 (як водовіднімаючий засіб).

Об'єкт дослідження: гліцерин або рослинна олія.

Обладнання і посуд: 1. Штатив із сухими пробірками;

2. Скляна паличка.

Реактиви: 1. NaCl, суха;

2. Сірчана кислота, концентрована.

Техніка виконання роботи

В суху пробірку сиплюють 1 г сухої солі NaCl, капають дві краплі концентрованої H_2SO_4 , накапують 1...2 краплі жиру і нагрівають. Різкий подразний запах свідчить про наявність акролеїну. Ця реакція протікає ступенево.

ЗАНЯТТЯ 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДОРОЧИННИХ ТА ЖИРОРОЗЧИННИХ ВІТАМІНІВ

Вітаміни – низькомолекулярні органічні сполуки різноманітної хімічної природи. Більшість вітамінів не синтезується в організмі людини, тому вони є *незамінними факторами* харчування. До основних джерел вітамінів для

людини належать рослинні та тваринні продукти. Деякі вітаміни (К, В₂) синтезуються мікрофлорою кишечника. Від найважливіших органічних компонентів їжі – білків, жирів, вуглеводів – вітаміни відрізняються тим, що необхідні організму в дуже малих кількостях. При відсутності вітамінів в їжі або при порушеннях засвоєння їх розвиваються тяжкі захворювання – *авітамінози*, а при недостатньому вмісті вітамінів в їжі – *гіповітамінози*. Завдяки раціональному харчуванню зменшується кількість захворювань, пов'язаних з недостатнім вживанням вітамінів.

Вперше на вміст у харчових продуктах речовин, що оберігають організм від деяких захворювань, звернув увагу російський лікар М.І. Лунін. Він виявив, що крім білків, жирів і вуглеводів, солей і води необхідна ще невелика кількість якихось невідомих речовин. Першою такою речовиною, яку було виділено польським вченим К. Функом з оболонки рису, що вилікувала голубів від поліневриту, була органічна сполука, яка містила аміногрупу. К. Функ запропонував називати такі речовини *вітамінами*, тобто *амінами* життя (від лат. віта – життя). Цей термін використовується до цього часу без огляду на те, що багато з вітамінів не мають у своєму складі аміногрупи.

Таким чином, вітаміни – харчові фактори, без яких неможливе протікання нормального обміну речовин в організмі. Важливі функції вітамінів для організму пов'язані з тим, що багато вітамінів є складовою частиною ферментів. Доведено, що водорозчинні вітаміни і ряд вітаміноподібних речовин – це коферменти більш ніж 100 відповідних ферментів, де вони виконують головну роль у прискоренні протікання процесу даної хімічної реакції. В зв'язку з цим, ряд захворювань організму, зумовлених недостатністю вітамінів, розглядають як наслідок зменшення активності ферментів, у побудові яких беруть участь вітаміни. Припускають, що водорозчинні вітаміни беруть участь в окислювально-відновних реакціях завдяки наявності подвійних зв'язків в їх молекулах. Проте конкретний механізм дії цієї групи вітамінів поки не з'ясований. Класифікація найбільш важливих і добре вивчених вітамінів, їх хімічна природа, властивості, біологічна роль і джерела надходження наведено в таблиці. Необхідність повніше задовольняти потреби людини у вітамінах примушує виробляти продукти підвищеної біологічної цінності з додаванням вітамінів, наприклад, здійснюється вітамінізація борошна (В₁, А₂, РР), молока і фруктових соків (С), масла і маргарину (А, Д). У процесі приготування їжі руйнується частина вітамінів. Наприклад, зберігання у воді нарізаної картоплі протягом 30 хв. призводить до зниження вмісту вітаміну С на 40 %; квашена капуста при віджиманні росолу і промиванні втрачає 60 % вітаміну С; при тепловій обробці м'яса знижується вміст вітаміну В₁ до 60 %, В₂ – до 30 %, РР – до 35 %. Отже, при складанні щоденних раціонів слід ширше використовувати багаті вітамінами продукти.

Вітаміни С і Е використовуються як антиоксиданти для стабілізації продуктів харчування. Вони зв'язують кисень, самі при цьому руйнуються, але запобігають окисленню продуктів. З цією метою вітамін С

використовують при виробництві пива, вина, фруктових соків, а вітамін Е – жирів і масел.

Недостатнє надходження вітамінів викликає в організмі людини серйозні порушення обміну речовин.

Вітамін А. Гіповітаміноз А супроводжується зупинкою росту, ороговінням епітеліальних клітин, ксерофтальмією (сухість очей), частковою втратою зору. Вітамін А – це ненасичений циклічний спирт.

В організмі людини вітамін А легко піддається окислювально-відновним перетворенням і знаходиться у вигляді спирту та альдегіду.

Вітамін А міститься тільки у продуктах тваринного походження. Найбільш багаті ним вершкове масло, молоко, сир, яєчний жовток, ікра риб і риб'ячий жир, печінка. В рослинних продуктах вітамін А міститься у формі пігментних речовин – каротинів або провітамінів А. Потрапляючи в печінку, каротини під дією ферментів розщеплюються, утворюючи вітамін А. Найбільш багаті каротинами морква, червоний перець, абрикоси, горобина, листя петрушки, гарбузи.

Вітамін D. Основна фізіологічна роль вітаміну D – регуляція фосфорно-кальцієвого обміну в організмі. При нестачі вітаміну D у дітей порушуються процеси кісткоутворення, що призводить до захворювання рахітом.

Вітаміни групи D відносяться до похідних стеринів, зокрема ергостерину і 7-дегідрохолестерину. Відомо 5 вітамінів цієї групи, але найбільшу активність і практичне значення мають вітаміни D₂ і D₃.

Вітаміни групи D стійкі до лужного середовища і до високих температур, але руйнуються під дією світла, мінеральних кислот і окислювачів. Вони містяться у тих самих продуктах, що і вітамін А.

Таблиця 1 – Класифікація та властивості вітамінів

Назва вітамінів	Біологічна роль	Добова потреба, мг	Джерела надходження	Властивості вітамінів
1	2	3	4	5
I. Водорозчинні вітаміни				
B ₁ (тіамін)	Антиневритний. Авітаміноз B ₁ призводить до розладнання нервової, серцево-судинної та травної систем. B ₁ входить до складу деяких ферментів (декарбоксилази), регулюючих обмін вуглеводів, жирів, білків і води.	1,3...1,9	Хліб, крупи, соя, горіхи, овочі, фрукти, свинина, печінка, мозок, яловичина, яйця, жовток, молоко.	Віт. B ₁ розчинний у воді, стійкий до кислого середовища навіть при температурі 100...120° С, у лужному середовищі при нагріванні руйнується під час випікання борошняних виробів із додаванням соди

В ₂ (рибофла- він)	Авітаміноз В ₂ призводить до зупинки росту, ураження нервової системи, шкіряних покровів. Вітамін В ₂ у формі ФМН і ФАД входить до складу флавінових ферментів, що каталізують багато окиснювально-відновних реакцій.	2,0...4,0	Дріжджі, жовток яйця, мед, чай, молоко, печінка, нирки, м'ясо, риба, серце, овочі, хліб, крупи, горох.	В ₂ розчинний у воді, стійкий при нагрівання (до 100 ⁰ С), кислого середовища, але чутливий до світла та лужного середовища при нагріванні. Заморожування та розморожування продуктів призводить до втрати вітаміну В ₂ .
В ₆ (піридок- син)	Антидерматичний. Нестача В ₆ веде до ураження шкіряних покровів. Входить до складу ферментів, що регулюють азотистий обмін.	2,0...3,0	Хліб, горох, квасоля, картопля, м'ясо, нирки, сир, печінка, оселедці, яйця, дріжджі, овочі.	Розчинний у воді та спирті, стійкий до кислот, лугів і нагрівання, але чутливий до світла. Руйнується під впливом світла при рН 6,8.
В ₅ , РР (ніацин, нікотино- ва кислота)	Антипелагричний, запобігає захворюванню пеллагрою (шершава шкіра). РР у формі НАД і НАДФ входить до складу ферментів дегідрогеназ, що каталізують окиснювально-відновні реакції.	15,0... 25,0	Рис, хліб, гречана і вівсяна крупи, картопля, яйця, молоко, дріжджі, м'ясо, печінка, нирки, овочі, фрукти, гриби.	Малорозчинний у воді, добре розчинний у лужних розчинах. Серед усіх вітамінів найбільш стійкий при зберіганні, консервуванні, звичайній кулінарній обробці.
В ₁₂ (ціанкобал- амін, ко- ринаїди)	Антианемічний, запобігає виникненню злякисної анемії. В ₁₂ бере участь у багатьох метаболічних реакціях організму – синтезі метильних груп, відновленні дисульфідних груп в сульфгідрильні, синтезі білків і нуклеїнових кислот, в реакціях ізомеризації та ін.; забезпечення нормального гемопоезу активацією дозрівання еритроцитів.	10,0... 15,0	Продукти тваринного походження: печінка, нирки, м'язи, молоко, яйця.	Голчасті кристали рубіново-червоного кольору, без запаху і смаку. Добре розчинний у воді і спирті, не розчинний в жирових розчинниках – бензолі, ефірі, хлороформі. В сухому виді стійкий до дії зовнішніх факторів. Витримує автоклавування при 120 ⁰ С. Добре зберігається в темному сухому місці. На світлі швидко втрачає біологічну активність.
С (аскорбі- нова кис- лота)	Антицинготний, запобігає захворюванню цингою. Нестача С призводить до зниження опору організму різним інфекційним захворюванням. С бере участь в окиснювально-відновних процесах, синтезі стероїдних гормонів надниркових залоз.	75,0... 100,0	Плоди, ягоди, лимони, овочі, чорна смородина, обліпиха, шипшина, помідори, капуста, картопля, перець, цибуля, хрін, кріп, чай.	Вітамін С розчинний у воді, стійкий у кислих середовищах і витримує кип'ятіння при відсутності кисню, легко руйнується при нагріванні в лужному середовищі і при доступі кисню повітря, на сонці.

Р (рутин, катехіни, біофлавоноїди)	Антигеморагійний, запобігає порушенням проникності капілярів, розвитку геморагій.	50,0... 60,0	Поширений в рослинних продуктах, особливо в смородині, шипшині, цитрусових, зеленому чаї.	Жовті кристалічні речовини без запаху і смаку, погано розчинні в холодній воді (краще в киплячій воді або в спирті). Не розчинні в жирових розчинниках. Стійкі до дії кислот і лугів.
II Жиророзчинні вітаміни				
Група А (ретинол)	Антиксерофтальмічний, запобігає захворюванню ксерофтальмією – сухістю очей. Вітамін А бере участь у процесах росту організму і регулює світловідчуття в складі зорового пігменту – родопсину.	1,0...2,5	Печінка, молоко, вершкове і рослинне масло, сир, яйця, фрукти, овочі.	Вітамін А розчинний в жирах і жиророзчинниках, стійкий до теплової обробки, але чутливий до світла; руйнується при окисленні і згіркненні жирів. Втрати вітаміну А при кулінарній обробці досягають 40 %.
Група D (кальцифероли)	Антирахітичний, запобігає порушенню фосфорно-кальцієвого обміну, регулює всмоктування кальцію та фосфору в кишечнику та відкладання фосфату кальцію в кістковій тканині.	0,012... 0,025	Жир, печінка, риба, яєчний жовток, вершкове масло, сир, дріжджі, молоко, олії.	Розчинний у жирах і жиророзчинниках. Утворюється в організмі під дією УФ-променів. Стійкий до кулінарної обробки та консервування. Руйнується тільки при тривалому смаженні у фритюрі.
Група E (токоферолі)	Антистерильний. Нестача викликає безпліддя, порушує діяльність залоз внутрішньої секреції. Вітамін E, зв'язаний з диханням організму і окисненням ліпідів, регулює синтез коензиму Q.	20,0... 30,0	Олії, салат, капуста, злаки, горох, м'ясо, вершкове масло, жовток яйця, молоко.	Розчинний у жирах і жиророзчинниках. Стійкий до нагрівання і кислот. Чутливий до УФ-променів. Кулінарна обробка значно знижує вміст вітаміну E в оліях.
Група K (філохінони)	Антигеморагічний. Нестача вітаміну K призводить до крововиливів, тому що знижується здатність крові до згортання. Віт. K приймає участь у синтезі білку – протромбіну, що приймає участь у згортанні крові.	0,2...0,3	Листові овочі, цвітна та білокачанна капуста, томати, картопля, печінка, яйця	Не розчинний у воді. Дуже чутливий до нагрівання у лужному середовищі та дії світла.
F (ненасичені жирні кислоти)	Антидерматичний. Нестача ненасичених жирних кислот призводить до припинення росту, дерматитам, екземам, сухості шкіри, випадінню волосся, крихкості і розшаруванню кісток, ураженню нирок. Підвищує еластичність і стійкість кровоносних судин, а також резистентність організму.	2,0... 10,0	Рослинні олії, сало	Оліїсті рідини, добре розчинні в жирових розчинниках і не розчинні у воді. Легко окислюються киснем повітря.

III Вітаміноподібні речовини				
Вітамін U	Противиразковий фактор шлунка і дванадцятипалої кишки.	Не встановлено	Сирі овочі, молоко, печінка, сік капусти, зелень петрушки, зелений чай, фрукти.	Розчинний у воді, стійкий до кислого середовища, але руйнується за 100° С, особливо в нейтральному і лужному середовищі.
Ліпоева кислота	Регулює обмін ліпідів і вуглеводів у складі ферментних комплексів. Бере участь в окисненні і переносі ацильних груп.	500,0	Печінка, нирки, серце, м'ясо, молоко, капуста, рис.	

Вітамін Е. До групи вітамінів Е належить кілька сполук, в основі будови яких лежить біциклічне ядро хроману, зв'язане із залишком спирту фітолу. Вітаміни групи Е – речовини достатньо стійкі до дії високої температури і кисню, але легко окислюються азотною кислотою та іншими енергійними окислювачами. Руйнуються також під дією світла, мінеральних кислот і окислювачів. Вони містяться у тих самих продуктах, що і вітамін А.

Вітамін К. Вітаміни цієї групи називають факторами згортання крові. Вони синтезуються в хлоропластах зелених рослин. Велика кількість вітаміну К міститься в білокачанній капусті, помідорах, шпинаті, гарбузах, шипшині, листях кропиви. Вітамін К знайдено також у тваринних продуктах – телятині, свинині, нирках, печінці.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДОРОЗЧИННИХ ТА ЖИРОРОЗЧИННИХ ВІТАМІНІВ

Мета заняття: визначити наявність водорозчинних вітамінів.

План заняття

1. Провести якісну реакцію на аскорбінову кислоту.
2. Виявити наявність вітаміну Р.
3. Провести якісну реакцію на вітамін В₁.
4. Вивчити якісну реакцію на вітамін В₆.
5. Провести дослідження якісної реакції на вітамін А.
6. Провести дослідження якісної реакції на вітамін Д.
7. Провести дослідження якісної реакції на вітамін К.

Дослідження водорозчинних вітамінів

1. Якісна реакція на аскорбінову кислоту

Аскорбінова кислота – вітамін С – широко розповсюджена в рослинних продуктах. Особливо багаті на вміст цього вітаміну свіжі овочі і ягоди, цитрусові, чорна смородина, гілки хвої, болгарський перець та ін.

Відсутність вітаміну С призводить до тяжкого захворювання – *цинги* або *скорбуту*.

Виявлення аскорбінової кислоти відбувається за допомогою розчину 2,6-діхлорфеноліндофенолята натрію синього кольору (краска Тільманса). Ця сполука є слабким окислювачем, який швидко реагує з сильними відновлювачами, до яких відносять вітамін С. В кислому середовищі краска стає червоною, а при відновленні – втрачає забарвлення.

Об'єкт дослідження: 1. Сік картоплі;
2. Сік моркви;
3. Сік капусти.

Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Крапельниці;
3. Піпетки;
4. Колби мірні, вогнетривкі;
5. Нагрівальний прилад.

Реактиви: 1. H_2O_2 , 3 %-й розчин;
2. HCl , 10 %-й розчин;
3. Діхлорфеноліндофенолят натрію (краска Тільманса), 0,001 н розчин.

Техніка виконання роботи

Виявляють вітамін С в соках, які вироблено з картоплі, моркви або капусти. Для одержання соку матеріал, який досліджують, пропускають через тертушку і одержану масу віджимають через полотно. Потім сік повторно фільтрують крізь марлю. В дві пробірки наливають по 2 мл розчину, який досліджують. До однієї з них додають кілька крапель 3 %-го розчину перекису водню, вміст пробірки нагрівають. За цих умов вітамін С руйнується.

Далі в обидві пробірки додають по 2 краплі 10 %-го розчину HCl та по одній краплі натрієвої солі 2,6-діхлорфеноліндофенолята. У кислому середовищі барвник набуває рожевого кольору, але в присутності аскорбінової кислоти розчин знебарвлюється внаслідок відновлення барвника. У тій пробірці, де вітамін С був зруйнований, рожеве забарвлення зберігається.

2. Виявлення наявності вітаміну Р

Наявність речовин з Р-вітамінною дією визначають по реакції цих речовин з хлорним залізом. При цьому утворюється комплексна сполука, що має зелене забарвлення.

- Об'єкт дослідження: 1. Чай чорний;
2. Чай зелений.
- Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Мірні циліндри.
- Реактиви: 1. Етиловий спирт;
2. Трихлористе залізо, 10 %-й розчин.

Техніка виконання роботи

В першу пробірку насипають 1 г зеленого чаю, в другу – 1 г чорного чаю. В обидві додають по 10 мл етилового спирту, енергійно перемішують. Через 15 хвилин суміш фільтрують. Від фільтратів відбирають у дві пробірки по 10 краплин розчину, в кожен додають по 1 мл трихлористого заліза. Спостерігають появу зеленого забарвлення у пробірці з зеленим чаєм.

3. Якісна реакція на вітамін B_1 .

Вітамін B_1 виявляють по утворенню в лужному середовищі з діазореактивом (суміш сульфанілової кислоти з розчином нітрату натрію) складної комплексної сполуки червоного або оранжевого кольору.

- Об'єкт дослідження: тіамін (вітамін B_1).
- Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Флюориметр.
- Реактиви: 1. Сульфанілова кислота, 1 %-й розчин;
2. Нітрат натрію, 5 %-й розчин;
3. Їдкий натр, 10 %-й розчин;
4. Na_2CO_3 , 5 %-й розчин.

Техніка виконання роботи

Спочатку готують *карбонатно-лужний розчин*: змішують 1 мл 10 %-го розчину $NaOH$ та 1 мл 5 %-го розчину Na_2CO_3

У другій пробірці готують *діазореактив*: змішують 1 мл розчину 1 %-ої сульфанілової кислоти та 1 мл 5 %-го розчину нітрату натрію.

Потім до карбонатно-лужного розчину доливають 1 мл діазореактиву і по стінці пробірки обережно приливають 1 мл тіаміну. Відзначають появу кільця червоного або оранжевого забарвлення.

4. Якісна реакція на вітамін B_6

Наявність вітаміну B_6 можливо виявити по утворенню комплексної сполуки червоного кольору з трихлористим залізом.

Об'єкт дослідження: піридоксин (вітамін В₆).
Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Піпетки або крапельниці.
Реактиви: трихлористе залізо, 10 %-й розчин.

Техніка виконання роботи

У пробірку наливають 1 мл піридоксину і 1 краплю трихлорного заліза. Перемішують і спостерігають появу червоного забарвлення.

Дослідження жиророзчинних вітамінів

5. Якісна реакція на вітамін А

Об'єкт дослідження: ретінол (вітамін А).
Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Піпетки або крапельниці.
Реактиви: 1. Хлороформ;
2. Концентрована сірчана кислота.

Техніка виконання роботи

В пробірку наливають 1 мл вітаміну А і 1 мл хлороформу. Перемішують і додають 1 мл концентрованої сірчаної кислоти. Спостерігають появу синього забарвлення.

6. Якісна реакція на вітамін D

Об'єкт дослідження: кальциферол (вітамін D).
Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;
2. Піпетки або крапельниці.
Реактиви: 1. Хлороформ;
2. Аніліновий реактив.

Техніка виконання роботи

У пробірку наливають 1...2 краплі розчину вітаміну D, додають 5 крапель хлороформу і перемішують. Потім додають 1 краплю анілінового реактиву. Спостерігають появу забарвлення.

7. Якісна реакція на вітамін К

Об'єкт дослідження: філлохінон (вітамін К) або вікасол (водорозчинний аналог вітаміну К).
Обладнання і посуд: 1. Штатив із пробірками;

2. Піпетки або крапельниці.

Реактиви: 1. Аніліновий реактив;

2. Хлороформ.

Техніка виконання роботи

В пробірку вливають 1 мл розчину філлохінону або вікасолу. Додають 2 краплі анілінового реактиву та 1 мл хлороформу і перемішують. Відзначають появу забарвлення.

ОСНОВИ ФІЗІОЛОГІЇ ХАРЧУВАННЯ

Їжа є джерелом пластичних, енергетичних і захисних речовин для організму. Потреба в них залежить від стану здоров'я, віку, статі, характеру трудової діяльності, умов побуту, клімату, сезону року.

Харчування забезпечує найважливішу функцію організму, поставляючи йому енергію для покриття енерговитрат на процеси життєдіяльності. Оновлення клітин і тканин також відбувається завдяки надходженню в організм з їжею пластичних речовин – білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин. Крім того, їжа є джерелом для утворення ферментів, гормонів та інших біологічно активних речовин, що забезпечують регуляцію обміну речовин в організмі.

Правильне складання раціонів харчування з урахуванням умов життя, праці і побуту забезпечує стабільність внутрішнього середовища організму людини, злагожену діяльність різних органів і систем, що є обов'язковою умовою міцного здоров'я, гармонійного розвитку, високої працездатності.

Неправильне харчування значно знижує захисні сили організму і працездатність, порушує обмін речовин, призводить до передчасного старіння, може сприяти виникненню захворювань. Наприклад, надмірне або недостатнє харчування, особливо в поєднанні з нервовими перевантаженнями, малорухливим способом життя, вживанням алкогольних напоїв та курінням, може привести до виникнення багатьох порушень у стані здоров'я. Знижується імунітет та працездатність, породжується розвиток низки захворювань. При цьому у дітей сповільнюється зростання і розумовий розвиток, порушується процес утворення кісток, виникають зміни в печінці і підшлунковій залозі.

Раціональне харчування, яке побудоване з урахуванням основних принципів збалансованого харчування, є найбільш досконалим.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

РОЗРАХУНОК ДОБОВИХ ЕНЕРГОВИТРАТ ЛЮДИНИ

Завдання 1. Визначення добових енерговитрат хронометражно-табличним методом:

Добові енерговитрати людини включають:

- основний обмін;
- витрати енергії на специфічну динамічну дію їжі;
- витрати енергії на виконання різних видів робіт на виробництві і в побуті.

Енерговитрати можуть бути визначені наступними методами:

- прямої калориметрії;
- посередньої (непрямої) калориметрії;
- хронометражно-табличним.

Пряма калориметрія встановлює енерговитрати за кількістю теплоти, що виділяється людиною, оскільки всі види енергії в організмі перетворюються на теплову. Однак, для цього методу потрібні громіздкі теплоізоляційні камери, в яких важко створити умови для визначення енерговитрат.

Посередня калориметрія заснована на вимірюванні кількості основних продуктів окислення органічних речовин (CO₂, азотистих продуктів розпаду) і розрахунку енергетичної цінності вихідних сполук із використанням відповідних термічних коефіцієнтів.

Хронометражно-табличний метод заснований на використанні хронограми дня та даних про витрати енергії на окремі види діяльності, що здійснюється протягом доби. Енергетичні витрати на основний обмін можливо приблизно вважати рівними 1 ккал на 1 кг маси тіла за годину.

Завдання 2. Визначення величини основного обміну

2.1. Обчислити величину власного основного обміну (ВОО) за добу, користуючись даними табл. 2.

Таблиця 2 – Добові енерговитрати дорослого населення без фізичної активності (основний обмін)

Маса тіла, кілограмів	Вік			
	18...29 років	30...39 років	40...59 років	60...74 роки
Чоловіки (основний обмін)				
1	2	3	4	5
50	1450	1370	1280	1180
55	1520	1430	1350	1240
60	1590	1500	1410	1300
65	1670	1570	1480	1360
70	1750	1650	1550	1430
75	1830	1720	1620	1500
80	1920	1810	1700	1570
85	2010	1900	1780	1640
90	2110	1990	1870	1720
Жінки (основний обмін)				
40	1080	1050	1020	960
45	1150	1120	1030	1030
50	1230	1190	1160	1100
55	1300	1260	1220	1160
60	1380	1340	1300	1230
65	1450	1410	1370	1290
70	1530	1490	1440	1360
75	1600	1550	1510	1430
80	1680	1630	1580	1580

Примітка: Для обчислення добових енерговитрат фізично активного дорослого населення необхідно величину основного обміну помножити на коефіцієнт фізичної активності для відповідної групи (дивись додаток).

2.2. Обчислити основний обмін за час або за хвилину:

$$ВОО_{ч} = ВОО : 24 (1440)$$

Завдання 3. Визначення витрат енергії на специфічно-динамічну дію їжі

Обчислити витрати енергії на травлення (специфічно динамічна дія їжі – СДД)

СДД складає 10 % від величини основного обміну:

$$СДД = ВОО * 10 / 100$$

Завдання 4. Визначення добових енерговитрат методом хронометражу.

Витрати енергії на виконання різних видів роботи на виробництві і в побуті можна визначити хронометражно-табличним методом. Для цього спочатку складають орієнтовну хронограму робочого дня і відпочинку. Потім визначають коефіцієнти фізичної активності на кожний вид діяльності (по табл. 3), а також витрати енергії на кожний вид занять.

Приклад хронограми робочого дня студента:

7.00	підйом
7.00 – 7.15	зарядка
7.15 – 7.30	ранковий туалет
7.30 – 7.45	сніданок
7.45 – 8.00	ходьба в ВНЗ
8.00 – 11.30	заняття
11.30 – 12.00	перерва, II сніданок
12.00 – 15.30	заняття в ВНЗ
15.30 – 16.00	ходьба із ВНЗ
16.00 – 16.30	обід
16.30 – 17.00	миття посуду
17.30 – 18.00	прання
18.30 – 19.00	ходьба до спорткомплексу
19.00 – 20.00	плавання
20.00 – 20.30	ходьба із спорткомплексу
20.30 – 21.00	вечеря
21.00 – 23.00	відпочинок, перегляд телепрограм
23.00 – 7.00	сон

Таблиця 3 – Коефіцієнти фізичної активності при різноманітній фізичній нарузці

Вид діяльності	Показник КФА	
	У чоловіків	У жінок
2	3	4
Навчальна діяльність		
Практичні заняття:		
- лабораторні	2,7	2,6
- семінарські	1,9	1,8
- семінарсько-лабораторні	2,4	2,3
- на практичних об'єктах	2,8	2,7
Навчально-дослідна робота, хімічні аналізи	2,6	2,5
Прибирання робочих місць	2,2	2,0
Робота на комп'ютері сидячи	1,7	1,6
Робота на комп'ютері стоячи	2,7	2,6
Лекції, доповіді	2,0	1,9
Підготовка до занять:		
- читання навчальної літератури	1,6	1,6
- перегляд наукової літератури	1,8	1,7
-реферування наукової літератури	2,0	1,9
Особиста гігієна, самообслуговування		
Умивання	1,6	1,5
Душ	1,8	1,7
Одягання, роздягання, взування	1,9	1,8
Приймання їжі сидячи	1,5	1,3
Приймання їжі стоячи	1,7	1,6
Ведення домашнього господарства		
Легке прибирання	2,7	2,7
Прибирання з помірним навантаженням	3,3	3,7
Підмітання будинку	3,5	3,5
Підмітання подвір'я	3,1	3,0
Прання одягу, білизни	2,5	3,3-4,4
Миття посуду	1,6	1,5
Догляд за дітьми	2,2	2,7
Приготування їжі	1,8	2,2
Рубання дров	4,1*	–
Придбання продуктів, товарів	3,5	4,0-4,6
Миття підлоги, стін, вікон	3,3	3,7
Переміщення		
Ходіння по дому	2,5	2,4
Прогулянка повільно	2,8	3,0
Прогулянка у звичайному темпі	3,2	3,4
Прогулянка з тягарем у 10 кг	3,5	4,6
Прогулянка вгору повільно	4,7*	–
Прогулянка вгору в звичайному темпі	5,7	4,6
Прогулянка вгору швидка	7,5	6,6
Ходіння під гору повільно	2,8	2,3
Ходіння під гору в звичайному темпі	3,1	3,0
Ходіння під гору швидко	3,6	3,4

Продовження таблиці 3

2	3	4
Ходіння по сходах	6,2	6,1
Їзда в транспорті	1,7	1,5
Ведення підсобного господарства		
Робота лопатою	5,7	4,6
Садження дерев	4,1	4,3
Обрізання гілок дерев	7,3*	-
Робота сапою, прополювання	2,5-5,0	2,9
Садження коренеплодів	3,7	3,9
Будівельна робота		
Тяжка робота	5,2*	-
Укладання цегли	3,3*	-
Теслярська робота	3,2*	-
Обробна робота: малярна, обклеювання шпалерами	2,8	3,0
Рукоділья		
Шиття	1,5-3,0	1,9-3,0
Вишивання	1,5	1,5
В'язання	1,9	2,0
Заняття спортом		
Гра в шашки, шахи	2,2	2,1
Гра в більярд, кеглі, гольф	2,2-4,4*	-
Аеробні танці низької інтенсивності	3,1	3,2
Аеробіка високої інтенсивності	7,3	7,2
Бадмінтон у помірному темпі	3,7	3,7
Баскетбол на площадці стандартних розмірів	5,5	5,6
Волейбол	3,6	3,8
Ранкова гімнастика	2,3	2,2
Легка гімнастика	3,5	3,5
Напружена гімнастика	7,0	6,6
Біг (11,2 км/год)	7,0	7,1
Біг (16 км/год)	11,0	11,0
Верхова їзда	4,5	4,6
Гребля (два весла, 4 км/год)	3,0	3,1
Гребля (одиначка з максимальною швидкістю)	10,2	10,5
Плавання (0,4 км/год)	2,9	3,0
Плавання (2,4 км/год)	6,6	6,6
Настільний теніс	3,0-4,0	3,0-3,9
Хокей на траві	7,2	7,2
Фехтування	3,1	3,1
Футбол	6,8	6,6
Туризм пішки (вага ноші 9 кг, швидкість – 3,2 км/год)	2,2	2,2
Альпінізм	6,8	6,6
Катання на ковзанах	3,5	3,7
Швидкий біг на ковзанах	11,0	10,3
Катання на лижах	3,9	4,0
Швидкий спуск на лижах	3,8	3,9
Водне поло	8,8	8,8
Водні лижі	3,3	3,3
Заняття силовим тренуванням на тренажерах	8,0	7,6

Продовження таблиці 3

2	3	4
Важка атлетика	6,0-10,0	6,0-8,8
Відпочинок		
Спокійно сидячи	1,2	1,4
Перегляд телепередач	1,2	1,4
Танці в ритмі диско	6,0	5,8
Сучасні танці	3,7	3,5
Спів	1,6	1,6
Читання художньої літератури	1,7	1,7
Сон	1,0	1,0

* – за статтю не диференціюється

Після складання хронограми робочого дня однотипні витрати енергії, наприклад, приймання їжі, ходьба з роботи і на роботу, виконання роботи по спеціальності тощо, зводять до таблиці 4.

Таблиця 4 – Розрахунок витрат енергії на виконання різних видів роботи

Вид діяльності	Тривалість різних видів діяльності (хв.)	ВОО в хвилину (ккал/хв.)	КФА	Витрата енергії за добу (ккал)
1	2	3	4	5
Сон	480	1,01	1	1,01·480·1
Туалет	30	1,01	1,8	1,01·1,8·30
І т. д.				
Всього	1440			Σ

Перемноживши тривалість витрат енергії (у хвилинах) на витрати енергії за одну хвилину, з урахуванням виду діяльності, отримують витрату енергії на даний вид діяльності за день. А підсумувавши останню колонку таблиці, отримують витрати енергії за день на різноманітні види діяльності. До них додають СДД та одержують добові енерговитрати.

Після визначення сумарних енерговитрат рекомендується звірити їх з табличними даними, рекомендованими для даної групи населення (дивись додаток).

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

СКЛАДАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ДОБОВОГО РАЦІОНУ ДЛЯ РІЗНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ

Режим харчування – один з основних елементів раціонального харчування. Він включає в себе кратність прийняття їжі, інтервали між ними, час прийняття їжі та розподіл калорійності за прийомами їжі. Оптимальна кратність прийняття їжі для здорової людини – 4 разове харчування, але враховуючи різні умови праці та навчання, дозволяється і 3-разове харчування. При порушенні режиму харчування та кратності прийняття їжі, виникають різні захворювання обміну речовин та шлунково-кишкові захворювання. Перерви між прийняттям їжі повинні дорівнювати 4 годинам і не перевищувати 6 годин.

При 4-разовому харчуванні меню сніданку повинно забезпечити близько 25 % добової енергетичної цінності раціону. Другий сніданок або підвечірок повинен забезпечувати 10 % енергетичної цінності раціону. Обід повинен забезпечити 40 % добової потреби в енергії, а вечеря – близько 25 % добової енергії.

Завдання 1. Розподілити співвідношення основних харчових речовин та енергії добового раціону за прийомами їжі згідно з індивідуальним завданням

Розрахунок представляють у вигляді табл. 5, враховуючи що енергетична цінність добового раціону згідно з індивідуальним завданням (приклад) становить 2550 ккал.

Таблиця 5 – Розподіл основних харчових речовин та енергетичної цінності добового раціону за прийомами їжі

Найменування прийомів їжі	Відсоткове співвідношення добової потреби в енергії	Маса, г			Енергетична цінність їжі, ккал
		білків	жирів	вуглеводів	
Сніданок	25 %				
Другий сніданок	10 %				
Обід	40 %				
Вечеря	25 %				
Усього	100 %	70	71	408	2550

Завдання 2. Скласти меню та розрахувати його харчову та енергетичну цінність з використанням таблиць хімічного складу.

При складанні меню кожного прийому їжі слід додержуватися певного порядку запису страв. У перший сніданок бажано включати салат або закуску (маса до 100 г), гарячу другу страву – м'ясну, рибну або з субпродуктів (маса згідно з рецептурою) з гарніром (маса 150 г), бутерброд з вершковим маслом або сиром та тонізуючий напій (маса 200 г).

У другий сніданок слід вводити свіжі фрукти, плоди, ягоди, соки, бутерброд, тонізуючі напої.

В меню обіду включають салат або закуску, гарячу першу страву (500 г для чоловіків, 1/2 порції для жінок), другу страву з гарніром (маса різноманітних гарнірів може коливатися від 100 до 250 г), солодку страву або свіжі фрукти, ягоди, плоди.

У полуденок слід включати молоко та молочні продукти, хлібобулочні вироби, кондитерські вироби, свіжі плоди, ягоди, фрукти та соки.

До вечері не слід включати продукти та страви, які потребують багато часу для перетравлення (жирне та смажене м'ясо, м'ясні консерви) та страви і напої, що тонізують центральну нервову систему. В меню вечері вводять рибні, сирні, овочеві страви.

У кожен прийом їжі вводиться певна кількість хліба (1 шматок важить у середньому 30 г) в залежності від енерговитрат людини.

Повний хімічний склад та калорійність раціону зводять у табл. 6. При складанні раціонів харчування необхідно враховувати не тільки основні принципи раціонального харчування, але і особливості той чи іншої групи населення.

Таблиця 6 – Розрахунок харчової цінності раціону

Назва страви	Вихід, г	Білки, г	Жири, г	Вуглевод и, г	Енергетична цінність, ккал
сніданок					
разом					
норма					
відхилення					
другий сніданок					
обід					
вечеря					
Всього за день					

Примітка. Якщо після складання добового раціону харчування та виконання розрахунків його хімічного складу за білками, жирами та вуглеводами отримані результати відхиляються від нормативних більш, ніж на 5 %, то слід ще раз переглянути страви, що були включені до меню.

ДОДАТОК

Таблиця 1 – Групи працездатного населення в залежності від фізичної активності

Групи фізичної активності	Коефіцієнт фізичної активності	Орієнтовний перелік спеціальностей
1	2	3
1 Робітники переважно розумової праці, дуже легка фізична активність.	1,4	Науковці, педагоги, студенти гуманітарного фаху, керівники підприємств, інженерно-технічні робітники; медичні робітники (крім хірургів, медсестер, санітарок); вихователі (крім спортивних); робітники науки, літератури, культпросвітробітники, робітники планування та обліку, секретарі, робітники пультів управління, диспетчери.
2 Робітники, зайняті легкою працею, легка фізична активність.	1,6	Інженери, фізична праця, яких зв'язана з деякими фізичними усиллями; робітники, які зайняті на автоматизованих процесах; робітники радіоелектроніки, швейники, агрономи, зоотехніки, ветробітники, медсестри, санітарки; продавці промтоварних магазинів, робітники сфери обслуговування, часової промисловості, зв'язку та телеграфу, вчителі та інструктори фізкультури, тренери, водії трамваїв та троллейбусів.
3 Робітники праці середньої важкості, середня фізична активність.	1,9	Верстатники (металообробка), слюсарі, наладчики, лікарі-хірурги, хіміки, текстильники, взуттєвики, водії автотранспорту, робітники харчової промисловості, підприємств харчування (кухарі, кондитери), продавці продовольчих магазинів, бригадири тракторних бригад, залізничники, водники, машиністи під'ємно-транспортних механізмів, поліграфісти.
4 Робітники важкої і особливо важкої фізичної праці, висока і дуже висока активність.	2,3 (чоловіки) 2,2 (жінки)	Гірники, шахтарі, робітники видобутку нафти та газу, робітники целюлозно-паперової та деревообробної промисловості, будівники, теслярі, робітники промисловості будівельних матеріалів, каменю, гірники на підземних роботах, сталевари, бетонники, вантажники, праця яких не механізована, робітники сільськогосподарства.

Таблиця 2 – Добова потреба дорослого населення в білках, жирах, вуглеводах та енергії (чоловіки)

Групи інтенсивності праці	Коефіцієнт фізичної активності	Вік, років	Енергія, ккал	Білки, г		Жири, г	Вуглеводи, г
				усього	тваринні		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,4	18-29	2450	67	37	68	392
		30-39	2300	63	35	64	368
		40-59	2100	58	32	58	336
2	1,6	18-29	2800	77	42	78	448
		30-39	2650	73	40	74	424
		40-59	2500	69	38	69	400
3	1,9	18-29	3300	91	50	92	528
		30-39	3150	87	48	88	504
		40-59	2950	81	45	82	472
4	2,3	18-29	3900	107	59	107	624
		30-39	3700	102	56	102	592
		40-59	3500	96	53	97	560

Таблиця 3 – Добова потреба дорослого населення у мінеральних речовинах (чоловіки)

Групи інтенсивності праці	Коефіцієнт фізичної активності	Мінеральні речовини							
		Ca, мг	P, мг	Mg, мг	Fe, мг	F, мг	Zn, мг	J, мг	Se, мкг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,4	1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70
		1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70
		1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70
2	1,6	1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70
		1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70
		1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70
3	1,9	1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70
		1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70
		1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70
4	2,3	1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70
		1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70
		1200	1200	400	15	0,75	15	0,15	70

Таблиця 4 – Добова потреба дорослого населення у вітамінах (чоловіки)

Групи інтенсивності праці	Коефіцієнт фізичної активності	Вітаміни									
		Е, мг	D, мкг	A, мкг	B ₁ , мг	B ₂ , мг	B ₆ , мг	PP, мг	Фолат, мкг	B ₁₂ , мкг	C, мг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,4	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
2	1,6	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
3	1,9	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
4	2,3	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80

Таблиця 5 – Добова потреба дорослого населення в білках, жирах, вуглеводах та енергії (жінки)

Групи інтенсивності праці	Коефіцієнт фізичної активності	Вік, років	Енергія, ккал	Білки, г		Жири, г	Вуглеводи, г
				усього	тваринні		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,4	18-29	2000	55	30	56	320
		30-39	1900	52	29	53	304
		40-59	1800	50	28	51	288
2	1,6	18-29	2200	61	34	62	352
		30-39	2150	59	32	60	344
		40-59	2100	58	32	59	336
3	1,9	18-29	2600	72	40	73	416
		30-39	2550	70	39	71	408
		40-59	2500	69	38	70	400
4	2,2	18-29	3050	84	46	85	488
		30-39	2950	81	45	82	472
		40-59	2850	78	43	79	456

Таблиця 6 – Добова потреба дорослого населення у мінеральних речовинах (жінки)

Групи інтенсивності праці	Коефіцієнт фізичної активності	Вік, років	Мінеральні речовини							
			Ca, мг	P, мг	Mg, мг	Fe, мг	F, мг	Zn, мг	J, мг	Se, мкг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,4	18-29	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50
		30-39	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50
		40-59	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50
2	1,6	18-29	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50
		30-39	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50
		40-59	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50
3	1,9	18-29	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50
		30-39	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50
		40-59	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50
4	2,2	18-29	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50
		30-39	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50
		40-59	1100	1200	350	17	0,75	12	0,15	50

Таблиця 7 – Добова потреба дорослого населення у вітамінах (жінки)

Групи інтенсивності праці	Коефіцієнт фізичної активності	Вік, років	Вітаміни									
			E, мг	D, мкг	A, мкг	B ₁ , мг	B ₂ , мг	B ₆ , мг	PP, мг	Фолат, мкг	B ₁₂ , мкг	C, мг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,4	18-29	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		30-39	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		40-59	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
2	1,6	18-29	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		30-39	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		40-59	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
3	1,9	18-29	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		30-39	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		40-59	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
4	2,2	18-29	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		30-39	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		40-59	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70

Рекомендована література

з біохімії

1. Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Цихановська І.В. [і ін.]. Біологічна хімія. – Суми: Університетська книга. – 2011. – 510 с.
2. Губський В.В. Біологічна хімія. – К.: КНУХТ. – 2000. – 349 с.
3. Орлова Н.Я. Фізіологія та біохімія харчування. – К.: Держ. торг.-екон. ун-т. – 2001. – 248 с.
4. Гонський Я.І., Максимчук Т.П. Біохімія людини. – Тернопіль: Укрмедкнига. – 2001. – 735 с.
5. Практикум з біологічної хімії / За ред. проф. О.Я. Солярова. – К.: Здоров'я. – 2002. – 298 с.
6. Дуденко Н.В., Павлоцька Л.Ф. [і ін.]. – Х.: УПА. – 2007. – 287 с.
7. Боечко Ф.Ф., Боечко Л.О. Основні біологічні поняття, визначення і терміни. – К.: Вища школа. – 1993. – 527 с.

з фізіології харчування

1. Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Цихановська І.В. [і ін.]. Фізіологія харчування. – Суми: Університетська книга. – 2011. – 473 с.
2. Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Цихановська І.В. [і ін.]. Біологічна хімія. – Суми: Університетська книга. – 2011. – 510 с.
3. Гігієна харчування з основами нутріціології. / За ред. В. І. Ціпріяна. – К. – 1999. – 400 с.
4. Ванханен В.В., Ванханен В.Д. Учение о питании. – Донецк. – 2000. – 342 с.
5. Химический состав блюд и кулинарных изделий: справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности блюд и кулинарных изделий: в 2-х т. / Под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина и академика РАМН М. Н. Волгарёва. – М.: журн. агенство «Гласность». – 1994. – 978 с.
6. Орлова Н.Я. Фізіологія та біохімія харчування. – К.: Держ. торг.- екон. ун-т – 2001. – 248 с.

Навчальне видання

Укладачі:

ГОРБАНЬ Віктор Григорович

СЕРІК Максим Леонідович

ЦИБАНЬ Лілія Степанівна

ОСНОВИ БІОХІМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ ХАРЧУВАННЯ

ПРАКТИКУМ

для студентів факультету менеджменту за спеціальністю
6.140100 «Готельно-ресторанна справа»

Підп. до друку 2013 р. Формат 60x84.1/16 Папір офсет. Друк офсет.
Умов. друк. арк. Тираж екз. Зам. №

Видавець та виготовлювач
Харківський державний університет харчування та торгівлі
61051 Харків, вул. Клочківська, 333
Свідоцтво видавничої справи
ДК № 2319 від 19.10.2005 р.