



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДВНЗ «Прикарпатський національний університет**  
**імені Василя Стефаника»**

---

**Факультет природничих наук**

**Хацевич О.М.**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**ДО ПРАКТИЧНОЇ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**  
**З ДИСЦИПЛІНИ «ХАРЧОВА ХІМІЯ»**

Івано-Франківськ, 2016

*Рекомендовано Вченою радою Факультету природничих наук ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» (протокол № 4 від 14 грудня 2016 р.)*

### **Рецензенти:**

**Миронюк Іван Федорович** завідувач кафедри органічної та аналітичної хімії факультету природничих наук Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, доктор хімічних наук, професор.

**Федорченко Софія Володимирівна** доцент кафедри органічної та аналітичної хімії факультету природничих наук Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, кандидат технічних наук, доцент.

**Карпець Марія Василівна** доцент кафедри біологічної та медичної хімії, Івано-Франківського медичного університету, кандидат технічних наук.

**Методичні вказівки до практичної та самостійної роботи з дисципліни «Харчова хімія»:** [текст] / *Хацевич О.М.*/ Факультет природничих наук; ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника». – Івано-Франківськ, 2016. – 95 с.

Методичні вказівки призначені для студентів I курсу всіх форм навчання спеціальності «Готельно-ресторанна справа» та студентів спеціальності «Хімія». Ними можуть користуватися студенти очної форми навчання для виконання практичних та самостійних робіт із харчової хімії, а також студенти-заочники для виконання контрольних робіт з дисципліни «Харчова хімія» та при підготовці до іспиту.

Навчально-методичний посібник вказівки включають чотири розділів, що охоплюють значну теоретичну частину курсу харчової хімії та додатки, необхідні для вирішення завдань практичного спрямування. Практичні завдання подані у вигляді задач, тестів, перед виконанням яких треба засвоїти певний теоретичний матеріал. Необхідна для цього література подана наприкінці методичних вказівок. У другому розділі наведені інструкції для проведення лабораторних робіт, а також короткі відомості з теоретичних питань.

УДК 543 (061, 21, 24)

© Хацевич О.М. 2016

©Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2016

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
<b>Розділ 1. Термінологічний словник.....</b>	<b>6</b>
<b>Розділ 2. Лабораторний практикум з курсу «Харчова хімія»:</b>	
2.1. Лабораторна робота №1.	
“Вивчення властивостей простих і складних білків” .....	13
2.2. Лабораторна робота №2.	
“Вивчення властивостей вуглеводів та полісахаридів” .....	20
2.3. Лабораторна робота №3	
“Ліпіди. Будова, властивості, та використання в харчовій промисловості” .....	28
2.4. Лабораторна робота №4	
“Мінеральні речовини” .....	33
2.5. Лабораторна робота №5	
“Роль вітамінів у харчуванні людини” .....	38
2.6. Лабораторна робота №6	
“Харчові та біологічно активні добавки (БАД)” .....	43
2.7. Лабораторна робота №7	
“Безпека продуктів харчування” .....	49
2.8. Лабораторна робота №8	
“Визначення енерговитрат людини та необхідних харчових нутрієнтів” .....	52
<b>Розділ 3. Завдання для самостійної роботи студентів та методичні рекомендації що до їх виконання.</b>	
3.1. Питання для самоконтролю знань.....	56
3.2. Задачі професійного спрямування.....	58
3.3 Індивідуальні завдання.....	62
<b>Розділ 4. Тестові завдання для комплексної перевірки знань студентів з курсу.....</b>	<b>64</b>
4.1. Варіант 1.....	64
4.2. Варіант 2.....	69
4.3. Варіант 3.....	74
Література .....	79
Додатки.....	81

## ВСТУП

Дисципліна “Харчова хімія” вивчає основні харчові речовини, що містяться в продуктах та сучасні уявлення про харчування людини. Харчова хімія приділяє увагу методам виділення, фракціонування, та очищення харчових речовин (білків, вуглеводів, ліпідів), їх каталітичній модифікації. Невід’ємною частиною харчової хімії є розділи, присвячені харчовим і біологічно-активним добавкам, забруднювачам харчової сировини і продуктів, науковим основам раціонального харчування.

Дисципліна «Харчова хімія» вивчається не тільки студентами спеціальності «хімія», а також майбутніми фахівцями спеціальності «готельно-ресторанна справа». Високий рівень знань з цього предмету забезпечує майбутньому фахівцю можливість кращого засвоєння наступних дисциплін професійного спрямування та допоможе кваліфіковано вирішувати питання, пов’язані з швидким зростанням теоретичних досліджень, в галузі продуктів харчування та інших сполук, що призначені для покращення існування людства та викликані потребами новітніх технологій. Тобто допоможе бути конкурентоспроможним у науковому та технологічному просторі сучасного світу.

Кращому засвоєнню матеріалу з дисципліни «Харчова хімія» сприяє не тільки систематичне вивчення лекційного матеріалу, але й виконання лабораторного практикуму, індивідуальних та самостійних завдань, уміння користуватись науковою літературою, застосування тестової системи контролю знань студентів.

Тому актуальним завданням є створення методичного посібника з харчової хімії, який містив би теоретичні відомості про основні макро- та мікронутрієнти, короткий огляд їх біологічної ролі та хімічних перетворень, а також практичну частину (інструкції до лабораторних занять), використовуючи сучасні дослідження в даній галузі хімії, новітні розробки та сучасну номенклатуру.

Матеріал навчально-методичного посібника рекомендується студентам I курсу спеціальності “готельно-ресторанна справа”, факультету туризму ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», для вивчення та ефективного засвоєння дисципліни «Харчова хімія», а також студентам тих спеціальностей, які вивчають, або цікавляться харчовою хімією. У другому розділі посібника описані інструкції до дослідів, що відповідають тематиці лабораторних робіт для виконання студентами спеціальності «готельно-ресторанна справа» в хімічній лабораторії під час вивчення дисципліни «Харчова хімія». В навчально-методичному посібнику також подані варіанти тестових завдань для перевірки знань студентів.

## Розділ 1

### ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

*Харчова хімія* – наука про хімічний склад харчових систем, його зміни в ході технологічного потоку під впливом різних факторів (фізичних, хімічних, біохімічних і т.д.), що включає взаємодії нутрієнтів та загальні закономірності цих перетворень.

*Білки* – нітрогенвмісні високомолекулярні органічні сполуки (полімери), які складаються із  $\alpha$ -амінокислот (мономери), що послідовно сполучені між собою пептидними зв'язками.

*Амінокислоти* – похідні карбонових кислот, у яких один із атомів Гідрогену карбонового ланцюга заміщений на аміногрупу ( $-NH_2$ ).

*Замінні амінокислоти* – можуть синтезуватися в організмі людини із інших нітрогенвмісних сполук, наприклад: гліцин, аланін, серин, пролін, тирозин, аспарагінова і глутамінова кислоти, цистин, цистеїн та ін.

*Незамінні амінокислоти* – не можуть синтезуватися в організмі людини, наприклад: валін, лізин, лейцин, ізолейцин, треонін, метіонін, триптофан, фенілаланін.

*Повноцінний білок* – містить у своєму складі усі незамінні амінокислоти.

*Неповноцінний білок* – містить у своєму складі не усі незамінні амінокислоти.

*Амфотерність білкових молекул* – здатність проявляти кислий або основний характер.

*Ізoeлектрична точка білка (IET)* – значення рН середовища, при якому білок не несе сумарного заряду, тобто число негативних зарядів дорівнює числу позитивних зарядів.

*Розчинність білків* – велика спорідненість з водою (гідрофільність). Це пов'язано з гідратацією білкової молекули у результаті взаємодії диполів

води з йонними ( $-\text{NH}_2$  і  $-\text{COOH}$ ) і полярними ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}$ ,  $-\text{CO}$ ) групами в білковій молекулі.

*Висолювання* – процес осадження білка нейтральними солями. Відбувається руйнування гідратної оболонки і нейтралізація заряду білкової молекули. Такі білки зберігають свої природні властивості і функції після видалення солі.

*Емульгуючі властивості білка* – утворення білком на поверхні крапель жиру (за рахунок гідрофобної взаємодії) тонкої плівки, яка притягує воду (за рахунок полярних груп) і протидіє злипанню жирових часток.

*Денатурація* – під дією різних фізичних і хімічних факторів порушується природна просторова структура білкової молекули: руйнуються четвертинна, третинна і вторинна структури (первинна не змінюється). Це призводить до зменшення або повної втрати розчинності, специфічної біологічної активності, зміни оптичних властивостей, в'язкості та ін. При денатурації розриваються йонні, водневі і дисульфідні зв'язки, поліпептидний ланцюг розкручується і знаходиться або в розгорнутому стані, або у вигляді хаотичного клубка.

*Каталітичні (ферментативні) білки* – ферменти, під дією яких прискорюються і регулюються усі хімічні перетворення в живих організмах, є простими або складними білками.

*Структурні (опорні) білки* – беруть участь у побудові мембран усіх клітин, входять до складу сполучних і кісткових тканин (колаген), волосся, нігтів, шкіри (кератин).

*Скорочувальні білки* – будь-які форми руху (робота м'язів, рух протоплазми в клітині та ін.) здійснюються білковими комплексами. Так, у процесі м'язового скорочення і розслаблення важливу роль відіграють специфічні білки м'язової тканини актин і міозин. Молекули цих білків здатні змінювати свою структуру, використовуючи хімічну енергію.

*Енергетична цінність білка* – при окисненні 1 г білка утворюється приблизно 4,0 ккал енергії (16,8 кДж).

*Регуляторні білки* – входять до складу різних біологічно активних речовин: гормонів; медіаторів, які виділяються в області нервових закінчень, та ін.

*Рецепторні білки* – здатні вибірково приєднувати речовини. Рецептори клітинної мембрани, які містять білковий компонент, після зв'язування певних сполук передають інформацію в середину клітини та іншим клітинам. На такому принципі базується органолептика.

*Транспортні білки* – переносять багато речовин через клітинні мембрани. Такі білки містяться у рідкій частині крові. Так, наприклад, альбуміни транспортують ліпіди, вітаміни, йони металів, гормони. Гемоглобін переносить кисень по крові від легень до тканин і органів, а вуглекислий газ – від органів і тканин до легень.

*Захисні білки* – захищають організм від впливу шкідливих для життєдіяльності факторів. Основну захисту функцію виконує імунна система, яка забезпечує синтез специфічних білків – антитіл у відповідь на бактерії, токсини та інші чужорідні речовини (антигени). При цьому утворюється комплекс „антиген-антитіло”. Зсідання крові, яке запобігає кровотечам, базується на перетворенні білків крові фіброгену і тромбіну. Внутрішні стінки стравоходу і шлунку вистелені захисним шаром слизистих білків муцинів.

*Вуглеводи* – біохімічні сполуки, які утворюються в рослинах як первинні продукти фотосинтезу та є важливою складовою частиною живих організмів. До основних функцій вуглеводів належать такі:

- Енергетична функція – вуглеводи забезпечують організм на 60 % енергією. При окисненні 1г вуглеводів виділяється 4 ккал (16,7 кДж) енергії.

- Регуляторна функція – регулюють діяльність шлунково-кишкового тракту (харчові волокна).

- Специфічна функція – виконують в організмі особливі функції, наприклад, беруть участь у проведенні нервових імпульсів, утворенні



антитіл, забезпечують специфічність груп крові, нормальну діяльність центральної нервової системи.

- Запасна функція – відкладаються в організмі у вигляді запасного вуглеводу глікогену.

- Захисна функція – в'язучі секрети, які виділяються різними залозами і багаті на мукополісахариди, захищають стінки деяких порожнистих органів від механічних пошкоджень і від проникнення патогенних бактерій та вірусів.

*Моносахариди* – сполуки, що містять одночасно гідроксильні і карбонільні групи. Залежно від характеру карбонільної групи діляться на альдози (оксиальдегіди) і кетози (оксикетони).

*Олігосахариди* утворюються з виділенням води з двох або декількох молекул моносахаридів при взаємодії або спиртового гідроксилу однієї молекули і глікозидного гідроксилу іншої, або при взаємодії двох глікозидних гідроксилів. Містять від 2 до 10 залишків моносахаридів.

*Полісахариди* – високомолекулярні вуглеводи, які складаються із великої кількості моносахаридів. Побудовані за тим же принципом, що і олігосахариди, але тільки з великого числа молекул моносахаридів. Вони не мають солодкого смаку, мають високу молекулярну масу, нерозчинні у воді або утворюють колоїдні розчини.

*Харчові волокна* – складні вуглеводи, які містяться в їжі рослинного походження та не перетравлюються кишечником людини. Фізіологічна роль: стимулюють моторну функцію кишечника; запобігають всмоктуванню холестерину; позитивно впливають на нормалізацію складу мікрофлори кишечника, уповільнюють гnilisні процеси; впливають на ліпідний обмін, порушення якого призводить до ожиріння; адсорбують жовчні кислоти; сприяють зниженню вмісту та видаленню токсичних речовин, важких металів, радіонуклідів, канцерогенів; зв'язують воду.

*Ліпіди* – група різноманітних за складом нерозчинних у воді органічних речовин, які відрізняються розчинністю в органічних розчинниках. Вони є похідними вищих жирних кислот та спиртів.

*Прості ліпіди* – речовини, молекули яких складаються із залишків жирних кислот і спиртів.

*Складні ліпіди* – речовини, молекули яких крім залишків жирних кислот і спиртів містять також похідні ортофосфатної кислоти (фосфоліпіди), залишки цукрів (гліколіпіди), нітрогенвмісні сполуки, холін, коламін, серин.

- Енергетична функція – ліпіди є джерелом енергії.
- Регуляторна функція – ліпіди є важливими факторами регулювання обміну води в організмі.
- Пластична функція – ліпіди входять до складу клітинних і позаклітинних мембран усіх тканин у вигляді ліпопротеїдів.
- Захисна функція – ліпіди шкіри і внутрішніх органів захищають організм людини і тварин від переохолодження, механічних пошкоджень органів, надають шкірі еластичність. Жири є розчинниками вітамінів А, Д, Е, К, F і сприяють їх засвоєнню.

*Харчові добавки* – природні, ідентичні природним або синтетичні речовини, які самотійно не вживають в їжу. Вони спеціально додаються в харчові системи за технологічними міркуваннями на різних етапах виробництва, зберігання, транспортування готових продуктів з метою: покращення виробничого процесу або окремих його операцій, підвищення стійкості продукту до різних видів псування, зберігання структури та зовнішнього вигляду продукту.

*Харчові стабілізатори* – це особлива група добавок, які виконують функцію стабілізації або поліпшення ступеня гомогенізації харчової системи, що складається з двох або більше речовин, які не змішуються.

*Згушувачі* – речовини, які використовуються для підвищення в'язкості продукту. Механізм їх дії полягає в тому, що макромолекули цих добавок

містять гідрофільні групи, які зв'язують воду в харчових системах, змінюючи консистенцію, зокрема, вони підвищують в'язкість продукту.

*Емульгатори* – речовини, здатні утворювати і стабілізувати емульсію. Забезпечують можливість створення і збереження дисперсії двох або більше речовин, що не змішуються, (наприклад, жирів і води) відповідають за консистенцію харчового продукту, його пластичні властивості, в'язкість і відчуття «наповненості» в роті.

*Ароматизатори* – речовини, які підсилюють смак, аромат та додаються до харчових продуктів для покращення їх органолептичних властивостей. Ароматизатори і ефірні олії додаються до харчових продуктів з метою: стабілізації смаку і аромату харчових продуктів; відновлення смаку, аромату, втрачених в процесі переробки і/або зберігання (зокрема, в пастеризованих продуктах, сиропх і т.д.); посилення натурального смаку і аромату продуктів; надання смакової різноманітності однотипним продуктам (наприклад, тортам, льодяниковій карамелі і тому подібне); надання смаку і аромату позбавленим смаку продуктам (морозиво, жувальна гумка, прохолодні напої, соєві продукти).

*Барвники* – харчові добавки, які додаються до харчових продуктів з метою: відновлення природного забарвлення, втраченого в процесі виробництва або зберігання; підвищення інтенсивності природного забарвлення; фарбування безбарвних продуктів для додання привабливого вигляду наприклад, безалкогольних напоїв, морозива, кондитерських виробів.

*Смакові речовини* – загальна назва деяких речовин, що не мають харчових властивостей і вживаються для поліпшення смаку і запаху їжі.

*Консерванти* – речовини, що запобігають розвитку мікрофлори – бактерій, пліснявих грибів, дріжджів, та інших мікроорганізмів. Додають до продукту з метою попередження псування та збільшення терміну зберігання харчових продуктів.

*Харчові антиоксиданти* – речовини, які сповільнюють окиснення компонентів харчових продуктів. Як правило їх додають до жирових та жиророзчинних продуктів.

*Біологічно активна добавка* – спеціальний харчовий продукт, призначений для вживання або введення в межах фізіологічних норм до раціонів харчування чи харчових продуктів з метою надання їм дієтичних, оздоровчих, профілактичних властивостей для забезпечення нормальних та відновлення порушених функцій організму людини.

## Розділ 2

### ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З ХАРЧОВОЇ ХІМІЇ

#### 2.1. Лабораторна робота № 1

**Тема:** Дослідження властивостей простих та складних білків.

**Мета:** поглибити теоретичні знання про біологічну роль білків та їх фізико-хімічні властивості; набути вміння виконувати експеримент з дослідження властивостей простих білків та протеїдів.

**Обладнання і реактиви:** розчин яєчного білка, 1% розчин оцтової кислоти, 10% розчин оцтової кислоти, 10% розчин натрій гідроксиду, насичений розчин натрій хлориду, розчини концентрованої сульфатної і нітратної кислот, розчини концентрованих саліцилової і трихлороцтової кислот, розчини купрум (II) сульфату, плюмбум (II) ацетату, аргентум нітрату, розчин казеїну, розчин амоній молібдату в нітратній кислоті, концентрований розчин лугу, 2 % розчин тирозину і гліцину.

##### 2.1.1. Теоретична частина

Білки належать до незамінних, есенціальних речовин, без яких неможливе життя, ріст та розвиток організму. Це зумовлено фізіолого-гігієнічними функціями, які виконують білки харчового раціону в організмі людини. Важливі функції:

а) каталітична – найсуттєвіша, тому що більшість перетворень в організмі здійснюється тільки під впливом каталізаторів – ферментів, які є речовинами білкового походження;

б) структурна – на структурний білок сполучної тканини, (колаген) припадає третина всіх білків організму за масою; структурні білки у тварин утворюють рогові покриви, є основою сполучення між клітинами;

в) рухова – скорочувальні білки у всіх живих організмів побудовані і функціонують за спільним принципом, наприклад, актин і міозин у м'язовому волокні;

г) транспортна – переносять гази (гемоглобін, міоглобін), залишки жирних кислот (альбумін крові), здійснюють активний транспорт багатьох речовин через мембрану;

д) регуляторна – регулюють швидкість біохімічних перетворень, зокрема регулюючи функцію виконують гормони гіпофізу, підшлункової залози, які є білками або похідними амінокислот, нейроолігопептиди забезпечують в головному мозку складні психічні та фізіологічні явища (пептид страху, пам'яті), білки є регуляторами зчитування спадкової інформації з ДНК, рецепторами мембран, які забезпечують трансформацію і передачу в клітину інформації (гормонального сигналу);

е) захисна – деякі білки захищають організм від впливу шкідливих для життєдіяльності факторів. Основну функцію захисту виконує імунна система, яка забезпечує синтез специфічних білків – антитіл у відповідь на бактерії, токсини та інші чужорідні речовини (антигени);

є) енергетична – у процесі повного окиснення 1 г білка виділяється приблизно 17 кДж енергії, проте білки не відкладаються про запас, а при їх розщепленні вивільняється токсичний продукт – амоніак, на детоксикацію якого витрачається енергія. Половина з амінокислот, які утворюють білки, в організмі людини не синтезуються, тому ці амінокислоти повинні поступати з їжею. Використання білків в енергетиці є для організму вимушеним, пов'язаним із незбалансованим вмістом в їжі амінокислот, необхідних для побудови білків.

Білки – це нітрогеновмісні високомолекулярні органічні сполуки (полімери), які складаються із залишків  $\alpha$ -амінокислот (мономери), що послідовно сполучені між собою пептидними зв'язками. Вони є найважливішими компонентами живих організмів. Амінокислоти – похідні карбонових кислот, у яких один із гідрогенів карбонового ланцюга заміщений на аміногрупу ( $-\text{NH}_2$ ). Замінні амінокислоти – можуть синтезуватися в організмі людини з інших нітрогеновмісних сполук, наприклад: гліцин, аланін, серин, пролін, тирозин, аспарагінова і глутамінова

кислоти, цистин, цистеїн та ін. Незамінні амінокислоти – не можуть синтезуватися в організмі людини. До них належать такі амінокислоти: валін, лізин, лейцин, ізолейцин, треонін, метіонін, триптофан, фенілаланін.

Дуже важливо знати, що повноцінний білок містить у своєму складі усі незамінні амінокислоти. Неповноцінний білок містить у своєму складі не усі незамінні амінокислоти. Кожен білок унікальний за своєю структурою і функціями.

**Фізико-хімічні властивості білків.** Амфотерність білкових молекул – здатність проявляти кислий або основний характер. Ізоелектрична точка білка (ІЕТ) – значення рН середовища, при якому білок не несе сумарного заряду, тобто число негативних зарядів дорівнює числу позитивних зарядів. У кислому середовищі сумарний заряд білкової молекули позитивний, тому вона рухається до катоду (–). У лужному середовищі сумарний заряд білкової молекули негативний, тому вона рухається до аноду (+). За значення рН, що відповідає ізоелектричній точці, білок не рухається в електричному полі.

Кожна амінокислота, крім гліцину, містить один чи більше асиметричних атомів карбону, тобто проявляє оптичну активність. За абсолютною конфігурацією амінокислоти в організмі людини належать до L-ряду.

Розчинність білків – велика спорідненість з водою (гідрофільність). Це пов'язано з гідратацією білкової молекули у результаті взаємодії диполів води з йонними ( $-\text{NH}_2$  і  $-\text{COOH}$ ) і полярними ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}$ ,  $-\text{CO}$ ) групами в білковій молекулі. Вода навколо білкової молекули називається структурованою. Заряд білкової молекули та гідратна оболонка навколо білкової молекули надають стабільності розчинам білків. Розчинність білків у воді зростає при додаванні нейтральних солей незначної концентрації. Йони солей взаємодіють з протилежними зарядами білка, екранують заряджені групи білкових молекул і тим самим зменшують білкову взаємодію. Зворотну дію має підвищення концентрації солей.

Висолювання – процес осадження білка нейтральними солями. При цьому руйнується гідратна оболонка і нейтралізуються заряди білкової молекули. Такі білки зберігають свої природні властивості і функції після видалення солі.

Емульгуючі властивості білка – білок утворює на поверхні крапель жиру (за рахунок гідрофобної взаємодії) тонку плівку, яка притягує воду (за рахунок полярних груп) і протидіє злипанню жирових частинок. Казеїн молока емульгує (стабілізує) природну емульсію – молоко.

Денатурація – під дією різних фізичних і хімічних факторів порушується природна просторова структура білкової молекули: руйнуються четвертинна, третинна і вторинна структури (первинна не змінюється). Це призводить до зменшення або повної втрати розчинності, специфічної біологічної активності, зміни оптичних властивостей, в'язкості та ін. Під час денатурації розриваються йонні, водневі і дисульфідні зв'язки, поліпептидний ланцюг розкручується і знаходиться або в розгорнутому стані, або у вигляді хаотичного клубка. Для більшості білків це незворотний процес, але для деяких, наприклад, білків м'язів – зворотний. У міру старіння організму відбувається поступова денатурація білків і зменшення їх гідрофільності. Денатуровані білки продуктів харчування краще розщеплюються ферментами шлунково-кишкового тракту. Цілий ряд технологічних процесів одержання харчових продуктів: випікання хліба, висушування макаронів, овочів, молока, яєчного порошку, виготовлення консерв, кондитерських виробів, пов'язаний з частковою денатурацією білків.

### 2.1.2. Зміст роботи

**Реакції осадження білків.** Реакції осадження білків різноманітні, проте їх можна розділити на дві групи:

а) *практично незворотні реакції осадження*, під час яких білки зазнають глибоких змін і не можуть бути знову розчинені в первинному



розчиннику: в цьому випадку має місце денатурація білка. До незворотних реакцій відносять осадження білка солями важких металів, алкалоїдними реактивами, мінеральними, органічними кислотами і осадження під час нагрівання;

б) *зворотні реакції осадження*, під час яких білки не піддаються глибоким змінам, тому можуть бути розчинені в первинному розчиннику; молекули білка при цьому зберігають свої первинні, зокрема біологічні властивості і не піддаються денатурації.

До зворотних реакцій відносять реакції осадження білків органічними розчинниками (спиртом або ацетоном) і реакції висолювання білків (осадження під впливом концентрованих розчинів нейтральних солей лужних, лужноземельних металів).

**Осадження білків під час нагрівання.** Майже всі білки денатують під час нагрівання за температури від 500°C до 550°C і вище. Механізм теплової денатурації пов'язаний з перебудовою структури білкової молекули, в результаті якої білок втрачає свої нативні властивості і розчинність. Присутність солей і концентрація йонів  $H^+$  відіграють важливу роль у випаданні в осад денатурованого під час нагрівання білка. Найповніше осадження відбувається в ізоелектричній точці білка, тобто при такому значенні рН, коли колоїдні частинки білка є найменш стійкими.

У п'ять пронумерованих пробірок наливають по 10 крапель 1 %-го розчину яєчного білка. Вміст першої пробірки нагрівають на газовому пальнику. Рідина каламутніє, оскільки частинки денатурованого білка несуть заряд, вони утримуються в завислому стані (яєчний альбумін є кислим білком і в нейтральному середовищі заряджений негативно).

У другу пробірку додають 1 краплю 1 %-ої ацетатної кислоти і нагрівають. Випадає осад білка внаслідок того, що білок втрачає заряд і знаходиться в стані, близькому до ізоелектричної точки.

У третю пробірку додають 1 краплю 10 %-го розчину ацетатної кислоти і вміст нагрівають. Осідання не відбувається навіть під час

кип'ятіння, оскільки в кислому середовищі частинки білка перезаряджаються, набуваючи позитивного заряду.

У четверту пробірку додають 1 краплю 10 %-го розчину ацетатної кислоти і 1 краплю насиченого розчину натрій хлориду. Утворюється осад білка внаслідок адсорбції йонів натрій хлориду (утворення подвійного ізоелектричного шару) і нейтралізації позитивного заряду на частинках білка.

У п'яту пробірку додають 1 краплю 10 %-го розчину натрій гідроксиду і нагрівають. Осідання білка не відбувається навіть під час кип'ятіння, оскільки в лужному середовищі негативний заряд на частинці білка посилюється.

**Осадження білка концентрованими мінеральними кислотами.** Осадження білка концентрованими мінеральними кислотами (окрім ортофосфатної кислоти) пояснюється як явищами дегідратації білкових частинок і нейтралізації їх зарядів, так й іншими причинами (денатурацією, утворенням солей).

У надлишку сульфатної або хлоридної кислот, а також при їх тривалій дії, осад денатурованого білка розчиняється, за рахунок перезарядки білка і часткового гідролізу. У надлишку нітратної кислоти розчинення не відбувається (нітрат-йон заважає перезарядці білкової молекули).

У дві пробірки наливають по 1 мл концентрованої сульфатної і нітратної кислот. Потім, нахиливши пробірки під кутом 45°, обережно по стінці пробірки (щоб рідини не змішалися) наливають рівний об'єм розчину білка. На межі двох шарів рідини з'являється осад білка у вигляді тонкої плівки. Обережно струшуючи пробірки, виявляють розчинення осаду білка.

**Осадження білка органічними кислотами.** Механізм осадження білків органічними кислотами пояснюється дегідратацією білкової молекули і зняттям заряду. Осадження трихлорацетатною кислотою дає можливість відокремити білки від пептидів та амінокислот (білковий нітроген відділяється від небілкового). Відбувається незворотна реакція осадження.

У дві пробірки наливають по 5 крапель розчину білка і по 1-2 краплі 10 %-го розчину саліцилової і трихлороцтової кислот. В обох пробірках відбувається осадження білка.

**Осадження білка солями важких металів.** При дії солей важких металів на розчини білка відбувається денатурація молекули. Осадження дегідратованого білка обумовлене адсорбцією важкого металу на поверхні білкової молекули і утворенням нерозчинних комплексів. Надлишок деяких солей веде до розчинення (пептизації) осаду білків. Такий спосіб осадження дає можливість виділяти білки для дослідження їх біологічної активності.

У три пробірки наливають по 5 крапель 1 %-го розчину яєчного білка і по 1 краплі наступних реактивів: у першу – 7 %-го розчину купрум (II) сульфату, в другу – 5 %-го розчину плюмбум (II) ацетату, в третю – 5 %-го розчину аргентум нітрату. Спостерігається утворення осаду в трьох пробірках.

У першу пробірку додають ще 5-10 крапель розчину купрум (II) сульфату, в другу – 5-20 крапель плюмбум (II) ацетату, в третю – 5-10 крапель аргентум нітрату. Що відбувається?

**Кольорові реакції білка.** У пробірку внести 4-5 крапель розчину білка, стільки ж концентрованого розчину лугу і 1 краплю розчину купрум (II) сульфату. Струсити пробірку. Що доводить дана реакція?

**Ксантопротеїнова реакція на білки й ароматичні амінокислоти.** У три пробірки відповідно внести по 3-4 краплі розчини речовин: у першу пробірку – розчин білка, у другу – розчин тирозину, у третю – розчин гліцину. У кожен пробірку внести 2-3 краплі концентрованої нітратної кислоти. Нагріти протягом 2-3 хвилин. Записати спостереження.

Остудити вміст пробірок і додати в кожен з них по декілька крапель концентрованого розчину лугу. Що доводить реакція? Написати рівняння нітрування тирозину і фенілаланіну.

**Дослідження хімічного складу складних білків (фосфопротеїдів).** Фосфопротеїди – складні білки, до складу яких входить ортофосфатна кислота. До фосфопротеїдів відноситься казеїн молока.

**1. Визначення фосфатної кислоти в казеїні.** До 1 мл розчину казеїну додають 2 мл розчину амоній молібдату в нітратній кислоті. Суміш злегка нагрівають. Утворюється осад фосформолібденовокислого амонію  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$ .

**2. Проба на поліпептидний компонент казеїну.** Проба на поліпептидний компонент казеїну проводиться за біуретовою реакцією: до 5 крапель розчину казеїну додати 10 крапель концентрованого розчину лугу і 2 краплі 1 % розчину купрум (II) сульфату. У присутності білків розчин набуває червоно-фіолетового кольору.

## 2.2. Лабораторна робота № 2

**Тема:** Виявлення і вивчення властивостей вуглеводів та полісахаридів.

**Мета:** Поглибити теоретичні знання з питань, що стосуються класифікації, властивостей моно-, ди-, полісахаридів, їх значення у харчовій галузі. Вивчити біологічну ролі вуглеводів та їх похідних.

**Обладнання і реактиви:** 1% розчини глюкози, фруктози, сахарози, лактози, 10% розчин натрій гідроксиду, 5% розчин купрум (II) сульфату, реактив Фелінга, амоніачний розчин аргентум оксиду, реактив Селіванова (1% розчин резорцину в 25-30% розчині хлоридної кислоти), 5% розчин меду, крохмальний клейстер, розчин йоду, 2 н розчин  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , розчин  $\text{I}_2$  у KI.

### 2.2.1. Теоретична частина

Вуглеводи – клас органічних сполук, що мають характер цукрів або близьких до цукру за будовою і хімічними властивостями (рис. 2.1). Поряд з білками і жирами вуглеводи відіграють найважливішу роль в обміні речовин і енергії в організмі людини, тварин.

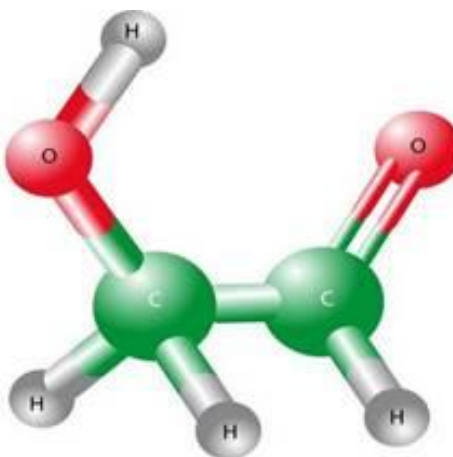


Рис. 2.1 Будова молекули вуглеводу.

Вуглеводи входять до складу рослинних, тваринних і бактеріальних організмів і становлять абсолютну більшість органічних природних сполук. Всі органічні поживні речовини в кінцевому рахунку виникають з вуглеводів, утворених рослинами в процесі життєдіяльності. Щорічно в процесі фотосинтезу на Землі утворюється багато вуглеводів. Маючи властивості основного компонента їжі людини і більшості тварин, вуглеводи забезпечують більшу частину енергії, необхідної для життєдіяльності.

Вуглеводи – біохімічні сполуки, які утворюються в рослинах як первинні продукти фотосинтезу та є важливою складовою частиною живих організмів. Вуглеводи за хімічною будовою – це поліоксиальдегіди, поліоксикетони, їх полімери та похідні. Назва “вуглеводи” не відповідає хімічній будові і поряд з нею вживаються інші: “цукри”, “сахариди”, “глікани”. За здатністю до гідролізу вуглеводи поділяють на моносахариди (прості цукри), олігосахариди (олігомери, що складаються з кількох залишків моносахаридів) та полісахариди (полімери, що складаються з багатьох залишків моносахаридів). Вуглеводи – перші харчові речовини, хімічна структура яких була розшифрована хіміками.

Оскільки вуглеводи краще за інші харчові речовини підлягають перетворенням із звільненням відповідної кількості енергії, то вони є особливо важливими у харчуванні як джерело енергії для інтенсивної

фізичної праці. Під час великого м'язового напруження у тренуваних людей до 50% енергетичних витрат покривається за рахунок вуглеводів, а у нетренуваних – майже виключно за рахунок вуглеводів.

Важливу роль відіграють вуглеводи у діяльності центральної нервової системи, оскільки вони є основним джерелом енергії для нервової тканини. Тканина головного мозку споживає в середньому у 2 рази більше глюкози, ніж м'язи, і в 3 рази більше, ніж нирки. Про важливу роль вуглеводів у діяльності мозку свідчить і той факт, що запаси глікогену у мозковій тканині є порівняно стабільними і витрачаються лише у надзвичайних випадках. Значення вуглеводів для людини дуже велике, оскільки вони виконують важливі функції.

**Функції вуглеводів.** *Енергетична* функція – забезпечують організм на 60 % енергією. Під час окиснення 1 г вуглеводів виділяється 4 ккал (16,7 кДж) енергії. *Пластична* функція – беруть участь у синтезі багатьох речовин, необхідних для життєдіяльності організму (нуклеопротейди, ліпоїди, складні ферменти, мукополісахариди) *Регуляторна* функція – регулюють (харчові волокна) функцію шлунково-кишкового тракту. *Специфічні* функції – беруть участь у проведенні нервових імпульсів, утворенні антитіл, забезпечують специфічність груп крові, нормальну діяльність центральної нервової системи. *Запасна* функція – відкладаються в організмі у вигляді запасного вуглеводу глікогену, який витрачається в міру необхідності. Він знаходиться в основному у печінці  $\approx 10\%$  і у м'язах  $\approx 2\%$ . Під час голодування запаси його знижуються до 0,2 %. *Захисна* функція – в'язучі секрети, які виділяються різними залозами і є багатими на мукополісахариди, захищають стінки деяких порожнистих органів від механічних пошкоджень і від проникнення патогенних бактерій та вірусів.

Потрібно чітко знати класифікацію вуглеводів. Моносахариди не підлягають гідролітичному розщепленню з утворенням менших молекул вуглеводів. Їх загальна формула  $C_nH_{2n}O_n$ . За кількістю атомів карбону в молекулі моносахариди поділяються на групи. Найбільш поширеними є

гексози та пентози. Під час їх перетворення в живих організмах утворюються триози, тетрози, гептози. Найбільше значення в організмі людини мають триози, пентози і гексози. За розміщенням карбонільної групи моносахариди поділяють на ряди структурних ізомерів: альдози та кетози. Вони можуть існувати у двох формах: лінійній (ациклічній) і циклічній. Ці форми знаходяться у динамічній рівновазі, їх взаємоперетворення називається таутомерією. Олігосахариди – містять від 2 до 10 залишків моносахаридів. У цю групу входять дисахариди, трисахариди та ін. Серед дисахаридів найбільше значення мають мальтоза, лактоза, сахароза. Полісахариди – високомолекулярні вуглеводи, які складаються із великої кількості моносахаридів. Вони поділяються на гомополісахариди (входять моносахариди тільки одного типу) і гетерополісахариди (входять моносахариди різного типу). Найважливішими полісахаридами є крохмаль, глікоген, клітковина (целюлоза), пектинові речовини.

Вуглеводи, які не засвоюються, в організмі людини не утилізуються, але вони є досить важливими для травлення і складають групу харчових волокон (ХВ).

Функції ХВ в травленні:

- стимулюють моторну функцію кишечника;
- запобігають всмоктуванню холестерину;
- позитивно впливають на нормалізацію складу мікрофлори кишечника, уповільнюють процеси гниття;
- впливають на ліпідний обмін, порушення якого призводить до ожиріння; адсорбують жовчні кислоти;
- сприяють зниженню вмісту та видаленню токсичних речовин, у т.ч. важких металів, радіонуклідів, канцерогенів;
- зв'язують воду.

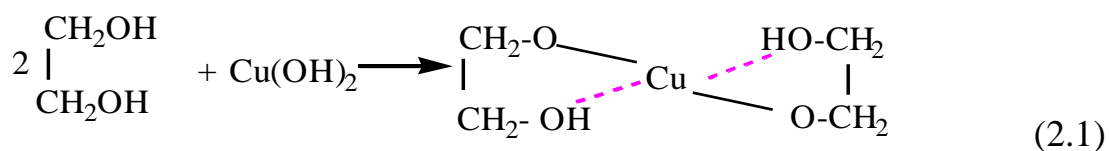
Серед незасвоюваних вуглеводів важливе значення мають клітковина (целюлоза), геміцелюлоза, протопектин, лігнін, пектини, слиз та камеді. Вони є основою харчових волокон. Клітковина і геміцелюлоза є структурними

компонентами оболонки клітин. Вони мають здатність зв'язувати воду (0,4 г води на 1 г клітковини) і є наповнювачами їжі. Добова норма харчових волокон для дорослої людини становить 25-30 г. Водночас переважання грубої овочевої їжі також небажане і призводить до неповного перетравлення їжі, а також порушення всмоктування мінеральних речовин та вітамінів. Це веде до утворення надлишкових газів, проносу та болів у шлунку. Тут дуже важливе почуття міри і мудрість у використанні грубої овочевої їжі. Нестача у раціоні овочів із високим вмістом харчових волокон призводить до порушення обміну речовин, погіршення травлення та загального ослаблення організму, збільшення серцево-судинних захворювань, злоякісних утворень товстої кишки. Характерними хворобами при дефіциті харчових волокон є виразкова хвороба шлунку і дванадцятипалої кишки, сечокам'яна хвороба та подагра.

Основним джерелом харчових волокон є продукти рослинного походження: пшеничні висівки, овочі, фрукти, хліб грубого помелу, крупи, ягоди.

### 2.2.2. Зміст роботи

**Виявлення гідроксильних груп у вуглеводах.** З купрум (II) гідроксидом гліколі утворюють комплексні гліколяти. При цьому нерозчинний у воді  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  в гліколі легко розчиняється, утворюється яскраво-синій прозорий розчин:



Етиленгліколь

купрум гліколят

У 4 пробірки наливають по 10 крапель 10 % розчину  $\text{NaOH}$  і додають по 10 крапель 5 % розчину  $\text{CuSO}_4$ . Спостерігається утворення осаду купрум (II) гідроксиду  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . В пробірку №1 додати 3 краплі 1 % розчину глюкози, в 2 – 1 % р-ну фруктози, в 3 – 1 % р-ну сахарози, в 4 – 1 % р-ну

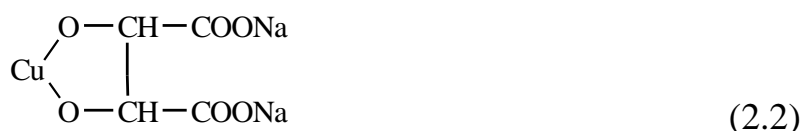


лактози. Вміст всіх пробірок струсити. Спостерігають розчинення осаду купрум (II) гідроксиду і утворення розчинів синього кольору. Розчинення осаду відбувається за рахунок взаємодії  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  з гідроксильними групами вуглеводів з утворенням розчинних комплексних сполук. Розчини залишають для наступного дослідження.

**Вивчення відновлюючої здатності вуглеводів.** Всі вуглеводи, що мають вільну карбонільну групу (з вільним глікозидним гідроксидом), дають ряд характерних реакцій, що ґрунтуються на окисненні цієї групи і відновленні деяких слабких окисників: купрум та аргентум оксидів, та ін. Олігосахариди, що дають такі реакції, носять назву редукуючих. Із збільшенням молекулярної маси редукуюча здатність падає (полісахариди її практично не проявляють). Реакції окиснення сахаридів легко відбуваються в лужному середовищі і важче в нейтральному та особливо в кислому середовищі.

Отримані в досліді 1 розчини комплексних сполук купруму з вуглеводами, перемішати і нагрівати обережно до кипіння: у тих пробірках, де знаходяться вуглеводи, що редукують, утворюється спочатку жовтий осад купрум (I) гідроксиду ( $\text{CuOH}$ ), який при наступному нагріванні переходить в червоний осад купрум (I) оксиду ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ).

**Окиснення вуглеводів реактивом Фелінга.** Під час нагрівання досліджуваного вуглеводу з реактивом Фелінга при наявності редукуючих вуглеводів утворюється червоно-бурий осад. Реактив Фелінга – це суміш купрум (II) сульфату і лужного розчину сегнетової солі:



Реакція зумовлена окисненням вуглеводу (наприклад, глюкози) і відновленням купрум (II) гідроксиду у купрум (I) гідроксид, який розкладається на воду і купрум (I) оксид червоно-бурого кольору.

Сегнетова сіль зв'язує надлишок купрум (II) гідроксиду. Сахароза, на відміну від глюкози, фруктози, лактози, мальтози та інших редукуючих

вуглеводів, дає негативну реакцію, бо дві монози, які входять до її складу, сполучені за рахунок своїх напівацетальних гідроксилів. Позитивну реакцію дають тільки ті вуглеводи, які мають альдегідну групу або вільний напівацетальний гідроксил.

У одну пробірку помістити 5-6 крапель розчину глюкози, у другу – стільки ж розчину фруктози, в третю – розчин сахарози, в четверту – лактози. Потім у кожну пробірку додати рівний об'єм реактиву Фелінга. Вміст пробірок перемішати і нагріти. Звернути увагу на появу жовто-червоного осаду купрум (І) оксиду. Навести хімізм процесу. Які вуглеводи цією реакцією визначаються?

**Окиснення вуглеводів амоніачним розчином аргентум оксиду (реакція «срібного дзеркала»).** До 2-3 крапель глюкози додати 1-2 краплі амоніачного розчину аргентум оксиду. Суміш нагріти. Спостерігати виділення або чорного осаду або, якщо стінки пробірки були чисті, наліт срібла на стінках пробірки. (Під час нагрівання пробірку не можна струшувати, тому що срібло виділиться не на стінках пробірки, а у вигляді осаду). Провести реакції з іншими вуглеводами.

Під час окиснення моносахаридів у лужному середовищі утворюється суміш продуктів окиснення, внаслідок руйнування моносахаридів, а також – у невеликій кількості альдонова кислота. Запишіть хімізм окиснення глюкози до глюконової кислоти.

**Реакція Селіванова на кетози.** При нагріванні з концентрованими мінеральними кислотами (хлоридною, сульфатною) молекули гексоз поступово розщеплюються, утворюючи суміш різних продуктів. Разом з іншими речовинами вони утворюють оксиметилфурфурол, який конденсується з резорцином, утворюючи сполуки з певним забарвленням. Кетози перетворюються на оксиметилфурфурол набагато швидше, ніж альдози, що обумовлює швидкість появи забарвлення та її інтенсивність в розчинах фруктози і сахарози. Ця реакція дозволяє швидко виявити в суміші сахаридів наявність кетогексоз.

У 5 пробірок помістити по 4 краплі реактиву Селіванова. В пробірку №1 помістити 4 краплі 1% розчину глюкози, в 2 – 1% р-ну фруктози, в 3 – 1% р-ну сахарози, в 4 – 1% р-ну лактози, в 5 – 0,5 % р-ну меду. Всі пробірки обережно повільно нагріти. Спостерігають за появою забарвлення. У присутності кетогексоз з'являється червоне забарвлення.

**Виявлення крохмалю.** У пробірку помістити 5 крапель крохмального клейстеру і 1 краплю розчину йоду. Звернути увагу на колір крохмалю. Нагріти розчин, а потім охолодити. Пояснити явища, що спостерігаються.

**Дослідження гідролізу крохмалю** У 8 пробірок поміщають по одній краплі розчину йоду і 2 мл води. В іншу пробірку помістити 20 крапель 0,5 % розчину крохмалю і 10 крапель 2 н розчину  $H_2SO_4$ , поставити для гідролізу на водяну баню. Перед початком гідролізу і через кожних 3 хв. відбирають піпеткою краплю розчину і переносять в пробірку з розчином йоду. Послідовні проби виявляють поступову зміну забарвлення під час реакції з йодом (синє, синьо-фіолетове, червоно-фіолетове, червоно-оранжеве, оранжеве і жовте).

Гідроліз крохмалю закінчують, коли крохмальний клейстер не даватиме кольорової реакції з йодом. Відзначають загальну тривалість гідролізу.

Крохмаль з йодом дає синє забарвлення, зумовлене утворенням адсорбційних сполук йоду з амілозою. Декстрин, залежно від величини ланцюга, з йодом забарвлюється у фіолетові, червоні, оранжеві кольори. Мальтоза і глюкоза не змінюють забарвлення йоду.

Після того як реакційна суміш перестане давати забарвлення з йодом, суміш кип'ятять ще 2-3 хвилини, охолоджують і нейтралізують 10 % розчином натрій гідроксиду. До отриманого розчину доливають рівний об'єм реактиву Фелінга і нагрівають. Який можна зробити висновок на основі реакції з реактивом Фелінга? Навести схему гідролізу крохмалю.

### 2.3. Лабораторна робота № 3

**Тема:** Ліпіди. Будова, властивості та використання в харчовій промисловості.

**Мета:** Поглибити теоретичні знання з питань, що стосуються класифікації, будови, властивостей ліпідів, їх біологічної ролі, використання у харчовій галузі. Дослідити процес емульгування жирів, визначити фізико-хімічні показники жирів.

**Обладнання і реактиви:** соняшникова олія, етиловий спирт, бензин,  $\text{CCl}_4$ , бензен, вода, рослинна олія, розплавлений жир, хлороформ, бромна вода, розчин  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$ , кристалічний калій дисульфід, харчові олії та жири, реактиви для визначення температури плавлення, кислотного числа, йодного числа, терези; колби для титрування; бюретки; жир; суміш спирту і ефіру у співвідношенні 1:2, нейтралізована 0,1 н розчином калій гідроксиду до рожевого забарвлення за наявності фенолфталеїну; 0,5 % розчин фенолфталеїну; 0,1 н спиртовий або водний розчин калій гідроксиду, конічні колби з притертими пробками, водяна баня, 96 %-ий етиловий спирт, 0,2 н спиртовий розчин йоду (титр його установлюють за тіосульфатом), 0,1 н розчин натрій тіосульфату, 0,1 %-й розчин крохмалю.

#### 2.3.1. Теоретичні основи

Жири – це повні естери гліцерину і вищих жирних кислот, що відносяться до класу ліпідів. Ліпіди – жироподібні речовини, що входять до складу всіх живих клітин і відіграють важливу роль в життєвих процесах. Ліпіди є основним компонентом клітинних мембран, впливають на їх проникність, беруть участь в створенні міжклітинних контактів, в передачі нервового імпульсу і в м'язовому скороченні, забезпечують захист різних органів від механічних дій. В організмі людини у нормі міститься 10-20 % жиру, у вегетативних частинах рослин – не більше 5 %, а у насінні – 50 % і більше. За хімічним складом ліпіди поділяються на прості і складні. Прості ліпіди – речовини, молекули яких складаються із залишків жирних кислот і

спиртів. До них відносяться нейтральні жири і воски, а також ефіри вітамінів А і D з вищими жирними кислотами. Складні ліпіди – речовини, молекули яких крім залишків жирних кислот і спиртів містять також похідні ортофосфатної кислоти (фосфоліпіди), залишки цукрів (гліколіпіди), нітрогенвмісні сполуки, холін, коламін, серин. Ліпіди виконують різноманітні функції. Відносно харчових жирів зазвичай застосовують терміни „жири” і „олії”. Поняття „жири” зазвичай відноситься до тваринних жирів, що знаходяться за кімнатної температури в твердому стані. Виняток становить рідкий риб'ячий жир. Рослинні олії за кімнатної температури знаходяться в рідкому стані (виключення – тверда пальмова олія). Тваринні жири присутні в молоці і молочних продуктах, свинячому салі, баранячому, яловичому, риб'ячому жирі. Рослинні олії (жирні олії) отримують з насіння соняшнику, кукурудзи, сої, арахісу та інших олійних рослин.

Потрібно знати, що ліпіди виконують в організмі людини багато функцій. Енергетична функція – ліпіди є джерелом енергії. При окисненні в організмі 1 г жиру виділяється 9 ккал (37,66 кДж). За рахунок жирів забезпечується 25-35 % добової потреби в енергії. Регуляторна функція – ліпіди є важливими факторами регулювання обміну води в організмі. При окисненні 100 г жиру виділяється 107 г ендогенної води, що має особливе значення в екстремальних умовах (наприклад, при недостатньому надходженні води ззовні). Пластична функція – ліпіди входять до складу клітинних і позаклітинних мембран усіх тканин у вигляді ліпопротеїдів і таким чином беруть участь у окисно-відновних процесах, біосинтезі білку, транспорті речовин у клітині. Із ліпідів утворюються деякі гормони (статеві, кори наднирників), а також вітаміни групи D. Захисна функція – ліпіди шкіри і внутрішніх органів захищають організм людини і тварин від переохолодження (заважають віддачі тепла), а також від механічних пошкоджень органів. Ліпіди, що виділяються сальними залозами надають шкірі еластичність і захищають її від висихання. Жири є розчинниками вітамінів А, D, Е, К, F і сприяють їх засвоєнню. З харчовими жирами в

організм надходять ряд біологічно активних речовин, таких як фосфатиди, поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), стерини та ін. Жири покращують смакові якості їжі, підвищують її поживну і енергетичну цінність.

### 2.3.2. Зміст роботи

**Розчинність жирів у різних розчинниках.** Помістити у 5 пробірок по 2 краплі соняшникової олії і додати в них по 1 мл таких розчинників: етиловий спирт, бензин,  $\text{CCl}_4$ , бензен, вода. Вміст пробірок струсити. Зазначте, які речовини є добрим розчинником жиру?

**Визначення ступеня ненасиченості жирів.** Беруть 2 пробірки. У одну з них вносять 1 краплю рослинної олії, у іншу - 1 краплю розплавленого жиру. У обидві пробірки додати декілька крапель (3-5) хлороформу до розчинення жиру. Потім додають із бюретки бромну воду, старанно збовтують вміст пробірок. Бромну воду доливають доти, поки не з'явиться стійке жовте забарвлення. За кількістю витраченої бромної води роблять висновок про ступінь ненасиченості жиру.

**Окиснення рослинних олій.** Визначення ступеня окиснення жирових продуктів – важливий чинник, який свідчить не лише про їхню якість, а й про можливість негативного впливу продуктів окиснення на стан здоров'я населення, вражаючи серцево-судинну, нервову системи та шлунково-кишковий канал. Помічено, що жир, який містить лінолеву і міристинову кислоти у співвідношенні 9:1, має підвищену стійкість до окиснення. Встановлено також, що олії з високим вмістом олеїнової кислоти мають набагато більшу стійкість до окиснення, ніж олії із звичайним її вмістом. Стійкість жирів залежить від ступеня їх ненасиченості та вмісту в них токоферолів.

Поміщають у пробірку по 2 краплі рослинної олії, 2 краплі розчину натрій карбонату, 2 краплі водного розчину  $\text{KMnO}_4$ . Струшують вміст пробірки. Що доводить реакція? Запишіть рівняння реакції.

**Акролеїнова проба на жири.** У пробірці перемішати дрібку калій дисульфїту з 2 краплями рослинної олії, прогріти суміш до появи пари. Обережно понюхати. Запишіть спостереження та хімізм процесу.

### **Визначення фізико-хімічних показників якості жирів та олій.**

*Температура плавлення жиру* – температура, за якої жир переходить із твердого стану в рідкий. Оскільки натуральні жири є сумішшю триацилгліцеридів, що мають різні температури плавлення, перехід їх в рідкий стан відбувається в межах деякого інтервалу температур. Температура плавлення залежить від специфічних особливостей ацилгліцеридів і від їх жирокислотного складу. Температура плавлення насичених жирних кислот зростає зі збільшенням молекулярної маси. На температуру плавлення ненасичених жирних кислот впливає наявність подвійного зв'язку і стереоконфігурації молекули.

Невелику кількість зразка жиру, який досліджують, нагрівають у фарфоровій чашці на водяній бані до повного розплавлення. Сухий, відкритий з двох країв капіляр із тонкого скла з внутрішнім діаметром 1,0...1,2 мм та довжиною 50-60 мм заглиблюють одним краєм в розплавлений жир на 10 мм. Капіляр з жиром витримують на льоду. Після цього капіляр прикріплюють до термометра з допомогою тоненького гумового кільця таким чином, щоб стовпчик жиру знаходився на одному рівні з ртутною кулькою термометру. Потім капіляр занурюють в стакан з водою, температура якої 15-18 °С, на 3-4 см. Помішуючи нагрівають воду. Фіксують температуру, за якої жир в капілярі починає підніматись; визначення проводять 2 рази. За результат приймають середнє арифметичне значення двох паралельних визначень, які не повинні відрізнитися більш ніж 0,5 °С.

**Визначення кислотного числа.** Кислотне число – характеризує кількість вільних жирних кислот, що містяться у жирі. Визначається в мм КОН, який пішов на нейтралізацію вільних жирних кислот у 1 г жиру. Кислотне число (КЧ) – залежить від якості жиру, способу його отримання,

умов зберігання та інших факторів. Кислотне число відноситься до регламентованих ДСТУ показників: для нерафінованих КЧ допускається до 6 мг КОН.

3-5 г жиру попередньо розтоплюють на водяній бані з температурою 50-60°C і розчиняють у 50 мл нейтральної спиртово-ефірної суміші у витяжній шафі при вимкнутих пальниках.

До прозорого розчину доливають 3-4 краплі фенолфталеїну і при постійному збовтуванні титрують розчином калій гідроксиду до зміни забарвлення. Якщо у процесі титрування лугом розчин помутніє, то для його освітлення необхідно додати нейтральної суміші розчинника. Для запобігання спалахування спиртово-ефірної суміші титрування треба проводити у витяжній шафі при вимкнутих пальниках. Кислотне число (Кч) визначають за формулою:

$$K_{\text{ч}} = \frac{a \cdot k \cdot 5,61}{m}, \quad (2.3)$$

де: а – кількість 0,1н розчину лугу, затраченого на титрування, мл;

к – коефіцієнт поправки на титр 0,1 н;

5,61 – коефіцієнт перерахунку мілілітрів 0,1 н розчину КОН в міліграми;

м – наважка жиру, г.

**Визначення йодного числа.** У конічну колбу з притертим корком відважують 0,1 г твердого жиру, який попередньо розтоплюють на водяній бані, нагрітій до 50-60°C, і олії з точністю до 0,00002 г. Потім доливають 30-40 мл 96 %-го етилового спирту або 10 мл хлороформу. Для повного розчинення жиру колбу ставлять на водяну баню з температурою 40-50°C при вимкненому пальнику. Розчин жиру охолоджують до кімнатної температури, додають 25 мл 0,2 н спиртового розчину йоду і 200 мл дистильованої води. Колбу закривають корком, вміст добре збовтують і залишають стояти 5 хв., після чого швидко відтитровують 0,1 н розчином натрій тіосульфату. Коли розчин набуде світло-жовтого кольору, до нього



приливають 0,5-1 мл 1 %-го розчину крохмалю і титрують до повного знебарвлення.

Паралельно проводять контрольний дослід (без жиру). Йодне число ( $I_{\text{ч}}$ ) обчислюють за формулою:

$$I_{\text{ч}} = \frac{(A - B) \cdot 0,0127 \cdot \kappa \cdot 100}{m}, \quad (2.4)$$

де  $A$  – кількість 0,1 н розчину натрій тіосульфату, затраченого на титрування контрольного розчину, мл;

$B$  – кількість 0,1 н розчину натрій тіосульфату, затраченого на титрування досліджуваної проби, мл;

0,0127 – кількість грамів йоду, еквівалентна 1 мл точно 0,1 н розчину натрій тіосульфату;

100 – коефіцієнт перерахунку на відсотки;

$m$  – наважка жиру, г;

$\kappa$  – коефіцієнт поправки на титр 0,1 н розчину натрій тіосульфату.

## 2.4. Лабораторна робота № 4

**Тема:** Мінеральні речовини.

**Мета:** Поглибити і закріпити теоретичні знання про харчові джерела мінеральних речовин. Навчитися за допомогою якісних реакцій визначати наявність мінеральних речовин у досліджуваних пробах.

**Обладнання і реактиви:** колба конічна на 50 мл; циліндр мірний на 25 мл; пробірки скляні хімічні; лійка скляна; папір фільтрувальний; кісткова тканина; сульфатна кислота (0,5 %-ва); амоній оксалат (насич.); амоній гідроксид (насич.); молібденовий реактив, хлорна вода, крохмаль, зразки продуктів, центрифуга, водяна баня, мікробюретка на 2 мл, піпетки на 1 мл, пробірки скляні центрифужні, колби конічні на 25 мл, молоко, амоніак (2 %-вий), амоній оксалат (насич.), сульфатна кислота (5 %-ва), калій перманганат (0,01 Н).

### 2.4.1. Теоретичні основи

Мінеральні речовини входять до складу всіх тканин організму людини, ферментів і гормонів. Подібно до вітамінів, вони беруть участь у процесах утворення енергії, росту і відновлення організму. Всі ферментативні процеси в організмі відбуваються за участю мінеральних речовин.

Розподіл їх в організмі нерівномірний. Переважно мінеральні речовини знаходяться в кістках людини. Кількість різних мінеральних речовин в організмі неоднакова. Так, одні з них в тканинах людини містяться в грамах. Переважна більшість інших елементів складають 1 : 100 000 і нижче. Причому в період інтенсивного росту і розвитку організму йде значне наростання вмісту мікроелементів, який поступово сповільнюється або припиняється до 17-20 років. Мінеральний склад тіла дорослої людини вагою 70 кг: Ca 1510 г (2,2 %), P 840 г (1,2 %), K 245 г (0,35 %), S 105 г (0,15 %). Cl 105 г (0,15 %), Na 105 г (0,15 %), Mg 70 г (0,1 %), Fe 3,5 г (0,005 %), Zn 1,75 г (0,0025 %), Cu 0,07 г (0,00011 %). Людина потребує цих речовин для формування свого організму і для забезпечення всіх життєво важливих процесів.

За вмістом в організмі та харчових продуктах мінеральні речовини поділяються на макробіоеlementи і мікробіоеlementи. Макробіоеlementи містяться у тваринних і рослинних тканинах у кількостях від цілих відсотків до їх сотих часток (0,01). До цієї групи належать 11 елементів: O, C, H, N, Ca, P, K, S, Cl, Na, Mg. З них властивості мінеральних сполук (зольних елементів) мають 7: Ca, P, K, S, Cl, Na, Mg, а основою нутрієнтів органічної природи є O, C, H, N. Мікробіоеlementи знаходяться в організмі і харчових продуктах у кількостях менше тисячних часток відсотка ( $< 0,001$ ). Мікробіоеlementи слід споживати у надзвичайно малих кількостях (менше 0,02 г щодня). Організм дорослої людини містить всього близько 10 г мікроелементів. До цієї групи належить 21 елемент: Fe, Mn, Zn, Co, Cu, As, Br, I, F, Ni, V, Mo, Sr, Rb, Li, Al, Be, Se, Cr, Si, Sb. Серед мікроелементів виділяють ультрамікробіоеlementи, які зустрічаються у тваринних і

рослинних тканинах у кількостях менше мільйонних часток відсотка (0,000001), наприклад селен. У продуктах харчування і в організмі є лише їхні сліди, проте вони життєво важливі: без них неможливі ніякі життєві процеси. Їх відсутність або нестача може призвести до функціональних порушень та захворювань. Крім того мінеральні елементи поділяються на життєво важливі (незамінні), надлишкові і токсичні мікроелементи.

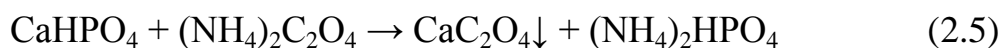
Мінеральні речовини беруть участь в утворенні кислот (P, S, I, F та інші неметали) і основ (усі метали, наприклад, Ca, Na, K, Fe тощо). У продуктах харчування є, як правило, багато різних мінеральних речовин, але в одних продуктах (тваринного походження) переважають речовини кислотного характеру, в інших (рослинного походження) – основні.

#### 2.4.2. Зміст роботи

**Якісне визначення неорганічних сполук кісткової тканини.** До складу кісткової тканини входить вода (50 %), органічні (28 %) і неорганічні (22 %) речовини. Серед неорганічних речовин більшу частину складає кальцій фосфат (85 %), а у значно менших кількостях міститься кальцій карбонат (10 %), магній ортофосфат (1,5 %) і кальцій флуорид (0,3 %). Мінеральні речовини розподілені в органічній речовині кісток у вигляді дуже дрібних включень, їх можна екстрагувати за допомогою 0,5 %-вого розчину хлоридної кислоти.

У колбу поміщають приблизно 5 г подрібненої кісткової тканини, приливають 25 мл 0,5 %-вого розчину сульфатної кислоти і залишають на добу. Неорганічні речовини переходять у розчин.

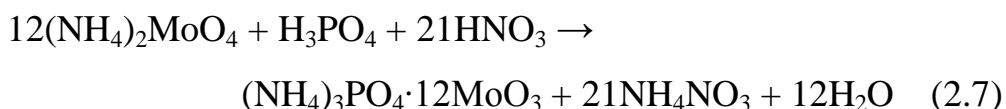
**Виявлення йонів кальцію.** У пробірку відфільтровують 3-4 мл витяжки із кісткової тканини і додають 3-4 краплі насиченого розчину амонію оксалату. При наявності у витяжці йонів кальцію випадає білий осад кальцію оксалату:



**Виявлення йонів магнію.** Беруть пробірку з попереднього досліду, у якій визначалися йони кальцію, осад кальцій оксалату відфільтровують. До фільтрату додають 3-4 краплі концентрованого розчину амоніаку. Якщо у витяжці є йони магнію, випадає осад магній-амоній ортофосфату:



**Виявлення ортофосфатної кислоти.** У пробірку відбирають декілька мілілітрів профільтрованої витяжки із кісткової тканини, додають 5-6 крапель молібденового реактиву і нагрівають до кипіння. Якщо у витяжці є йони  $\text{PO}_4^{3-}$ , то повільно утворюється жовтий кристалічний осад амоній фосфомолібдату:



**Якісне визначення йоду в продуктах харчування.** Вміст йоду в організмі залежить головним чином від того, наскільки збагачені ним продукти, що споживаються: з ними людина може отримати близько половини добової дози цього елемента. Людина отримує йод головним чином з їжею і водою. Вміст йоду в м'ясі складає 0,000001 %, в картоплі – 0,0000075 %, а в капусті – до 0,000029 % - тому капуста є з цієї точки зору є дуже цінним харчовим продуктом. Мета роботи визначення йоду в продуктах ринку м. Івано-Франківська.

Хлорна вода відновлює йодид – йон до елементарного йоду:



Йод, що виділяється, можна виявити за допомогою крохмалю (синє забарвлення) або збовтуючи розчин з органічними розчинниками, що набувають у присутності йоду червоно-фіолетового забарвлення.

Кожен продукт (яблуко, волоський горіх, буряк, картоплю, редьку, моркву) подрібнити в ступці по 30 г і залити 30 мл дистильованої води. Протягом 5 хвилин колби з сумішшю збовтати, тобто провести екстракцію.

1 краплю кожного розчину помістити в чашки Петрі, додати 2 краплі хлорної води і 0,5 мл розчину крохмалю. Відмітити у яких чашках з'явилося забарвлення. Зробити висновки.

**Визначення вмісту кальцію (мг·%) у молоці.** У коров'ячому молоці міститься 140 мг кальцію. Визначення вмісту його проводять за методом де Ваарда: кальцій переводять в оксалат, розчиняють у сульфатній кислоті, при цьому звільняється еквівалентна кількість оксалатної кислоти, яку відтитровують розчином калій перманганату.

У одну пробірку наливають 1 мл розбавленого у 10 разів молока, у другу – 1 мл води (контрольний дослід). У обидві пробірки додають по 0,5 мл насиченого розчину амоній оксалату і залишають стояти 1 годину. Потім проби центрифугують при 3000 об. протягом 10 хв. Рідину зливають з осаду, а у пробірки наливають по 2 мл 2 %-ого розчину амоніаку (для видалення надлишку амоній оксалату), осад каламутять і знову центрифугують. Таку операцію виконують не менше 3-ох разів. Після цього у кожену пробірку додають по 1 мл 5%-ого розчину сульфатної кислоти. Осад перемішують скляною паличкою до повного розчинення. Вміст пробірок переносять за допомогою підігрітої 5 %-ої сульфатної кислоти у колбу на 25 мл і гарячий розчин титрують із мікробюретки 0,01 н розчином калій перманганату до появи слабо-рожевого забарвлення. Паралельно проводять титрування контрольного дослід. Вміст кальцію розраховують за формулою:

$$C = 0,2(V_1 - V_2) \cdot 100, \quad (2.10)$$

де  $C$  – вміст кальцію (в мг %);

0,2 – маса кальцію (мг), яка відповідає 1 мл 0,01 н розчину  $\text{KMnO}_4$ ;

$V_1$  – об'єм (в мл) 0,01 н розчину  $\text{KMnO}_4$ , затраченого на титрування дослідної проби;

$V_2$  – об'єм (в мл) 0,01 н розчину  $\text{KMnO}_4$ , затраченого на титрування.

## 2.5. Лабораторна робота № 5

**Тема:** Роль вітамінів у харчуванні людини.

**Мета:** Поглибити знання про значення для життєдіяльності організму людини жиророзчинних і водорозчинних вітамінів та їх харчові джерела; вивчити якісні реакції визначення наявності вітамінів у досліджуваних пробах.

**Обладнання і реактиви:** предметне скло; крапельниця; розчин риб'ячого жиру в хлороформі; концентрована сульфатна кислота, пробірки; піпетки; риб'ячий жир; хлороформ; аніліновий реактив (15 частин аніліну і 1 частина концентрованої хлоридної кислоти); розчин бром у хлороформі (1:60), токоферол (0,1 % спиртовий розчин); концентрована нітратна кислота; сахароза (порошок), 0,05 % розчин вікасолу (вітаміну К); 0,025 % розчину цистеїну; 10 % розчин натрій гідроксиду, 5 % розчин тіаміну (вітамін В<sub>1</sub>), 5 % розчин калій гексаціаноферату (II), термостат; крапельниці; 1 % розчин аскорбінової кислоти; 10 % розчини натрій гідроксиду і хлоридної кислоти; 1% розчин ферум (III) хлориду; 0,01 % розчин метиленової сині, мірні колби на 100 мл; мірний циліндр на 50 мл; конічні колби ємністю 100 мл; дві мікробюретки; піпетки ємністю 1, 2, 5 і 10 мл; хімічні стакани; каструля ємністю 0,5 л; пробірки; ваги з наважками; штатив для бюреток; ножі, ложки, електрична плита, скляна паличка, 1 % розчин крохмалю, розчин йоду, розчин калій йодату, 2 %-вий розчин хлоридної кислоти, розчин метафосфатної кислоти, розчин калій йодиду, дистильована вода, сухий чай; 0,05 н розчин калій перманганату; насичений розчин індигокарміну.

### 2.5.1. Теоретичні основи

Вітаміни (з лат. *vita* – життя) є органічними речовинами, що мають велику біологічну активність. Вітаміни – низькомолекулярні речовини органічного походження різної хімічної природи, які утворюються в тваринних і рослинних організмах у дуже малій кількості.

Вітаміни – «аміни життя», бо перші відкриті представники мали у своєму складі аміногрупу. Вітаміни – найважливіший клас незамінних

харчових речовин. На відміну від інших незамінних чинників харчування (незамінні амінокислоти, ненасичені жирні кислоти і ін.), вітаміни не є пластичним матеріалом або джерелом енергії, але беруть участь у всіх життєвих процесах організму, вони стимулюють обмін речовин, регулюють окремі біохімічні та фізіологічні процеси. Вітаміни забезпечують високу працездатність організму і опірність різним захворюванням. Для нормальної життєдіяльності людини вітаміни необхідні в невеликих кількостях (від декількох мікрограм до декількох міліграм), але організм сам неспроможний синтезувати вітаміни в потрібній кількості, тому вони повинні потрапляти з їжею як обов'язків компонент.

В основу класифікації вітамінів покладений принцип розчинності їх у воді та жирах, у зв'язку з чим вони діляться на дві великі групи – водорозчинні і жиророзчинні.

Вітаміни, розчинні у воді (вітаміни групи В, С і Н), мають певні функції в обміні речовин усіх клітин. Для них характерні деякі особливості: майже усі містяться у печінці, дріжджах, висівках; необхідні для нормальної діяльності, нервової системи, шкіри, шлунково-кишкового тракту. Головна їх властивість – нейротропність. Це важливо врахувати під час харчування людей, які постійно відчувають нервові навантаження у сучасних умовах. Найбільш дефіцитними (особливо зимою і ранньою весною) є вітаміни С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, оскільки вони руйнуються у процесі технологічної обробки та під час зберігання. Вітаміни, розчинні в жирах (А, D, Е і К), мають специфічні функції в окремих органах. Для їх засвоєння організмом необхідна певна кількість жиру. Вони можуть накопичуватися у тканинах організму, а також синтезуватися із сполук, близьких до них за будовою. Так, наприклад, кальциферол утворюється у шкірі із ліпідів організму під дією сонячних променів або світла кварцової лампи; філохінони – в кишечнику під дією деяких мікроорганізмів; ретинол – із β-каротину і каротиноїдів, які надходять з рослинною їжею.

Авітаміноз – стан глибокого дефіциту якого-небудь вітаміну в організмі з клінічною картиною недостатності.

Гіповітаміноз – стан організму при недостатньому вмісті одного або декількох вітамінів.

Гіпервітаміноз – надлишок одного або декількох вітамінів в організмі.

Водорозчинні вітаміни – вітаміни, розчинні у воді (вітаміни групи В, С і Н), мають певні функції в обміні речовин усіх клітин. Для них характерні деякі особливості: майже усі містяться у печінці, дріжджах, висівках; необхідні для нормальної діяльності, нервової системи, шкіри, шлунково-кишкового тракту. Головна їх властивість – нейротропність.

### 2.5.2. Зміст роботи

#### **Якісна реакція на вітамін А (реакція з сульфатною кислотою).**

Сульфатна кислота, маючи водовідбірні властивості, сприяє перетворенню вітаміну А в забарвлений комплекс фіолетово-червоного кольору.

На сухе предметне скло наносять дві краплі риб'ячого жиру в хлороформі і одну краплю концентрованої сульфатної кислоти. Записати структурну формулу молекули вітаміну. Які функціональні групи та хімічні зв'язки характерні для ретинолу?

**Якісна реакція на вітамін D (анілінова проба).** У сухій пробірці змішують 1 краплю риб'ячого жиру з 0,5 мл хлороформу, потім додають при перемішуванні 1 краплю анілінового реактиву. Утворюється емульсія жовтого кольору, яка під час нагрівання набуває червоного кольору. Записати структурну формулу вітаміну. Які функціональні групи та хімічні зв'язки характерні для молекул вітаміну D?

**Якісна реакція на вітамін Е (з нітратною кислотою).** У пробірку вносять 5 крапель 0,1 %-го спиртового розчину токоферолу (вітамін Е), додають 10 крапель концентрованої нітратної кислоти і струшують. Утворюється емульсія, яка поступово забарвлюється в червоний колір. Реакція зумовлена окисненням токоферолу до продукту хіноїдної структури.



Записати структурну формулу вітаміну. Які функціональні групи та хімічні зв'язки характерні для молекул вітаміну Е?

**Якісна реакція на вітамін К (з лужним розчином цистеїну).** У пробірку наливають 5 крапель вікасолу, 5 крапель розчину цистеїну і 5 мл 10 % розчину натрій гідроксиду. З'являється лимонно-жовтий колір.

**Якісна реакція на вітамін В<sub>1</sub>.** У лужному середовищі тіамін з калій гексаціанофератом (II) під час нагрівання забарвлюється в жовтий колір, у результаті окиснення тіаміну (В<sub>1</sub>) в тіохром.

У пробірку вносять 2-3 краплі 5 % розчину тіаміну, додають 2-3 краплі 5 % розчину калій гексаціаноферату (II), нагрівають. Вміст пробірки забарвлюється в жовтий колір.

**Якісні реакції на вітамін С.** Вітамін С легко вступає в окисно-відновні реакції і відновлює такі сполуки, як метиленова синь, калій гексаціаноферат (II), аргентум нітрат.

*а) Реакція з калієм гексаціанофератом.* У пробірку вносять 5 крапель 1% розчину вітаміну С, 1 краплю 10 % розчину натрій гідроксиду, 1 краплю 5 % розчину калій гексаціаноферату (II) і одну краплю 1 % розчину ферум (III) хлориду. Перемішують і додають 3 краплі 10 % розчину хлоридної кислоти. При цьому спостерігається зміна кольору, випадає синій осад берлінської блакиті.

*б) Реакція з метиленовою синькою.* До 1 мл розчину вітаміну С додають 1 мл метиленової сині. Пробірку ставлять в термостат за температури 37-40 °С. Через деякий час відбувається знебарвлення рідини. Записати структурну формулу вітаміну. Які функціональні групи та хімічні зв'язки характерні для молекул вітаміну С?

*в) Визначення вмісту вітаміну С в сирих (x<sub>1</sub>) і варених (x<sub>2</sub>) овочах*

- *Визначення зміни маси овочів у процесі варіння*

Очистити бульбу картоплі, корінь буряка, моркву; розрізати уздовж осі зростання на дві половинки; залишити сирими (покласти в стакан з водою) по одній половинці картоплі і коренеплодів; зважити на технохімічних вагах

інші половинки і варити до готовності на парі; після термічної обробки овочі охолодити і зважити.

Визначити зміну маси овочів (у %) під час варіння за формулою:

$$y = \frac{a - b}{a} \cdot 100, \quad (2.11)$$

де а – маса сирого продукту, г;

б – маса вареного продукту, г.

- *Визначення вмісту вітаміну С в сирих ( $x_1$ ) і варених ( $x_2$ ) овочах*

Наважки (g) масою 10 г сирих овочів подрібнити, а варених овочів розтерти в ступці (окремо), перенести в мірну колбу ємністю 100 мл, додати 20 мл 1 %-ої хлоридної кислоти. Довести об'єм розчину до мітки 2 %-им розчином метафосфатної кислоти і залишити стояти 10 хвилин ( $V_4$ ). Розчин відфільтрувати в три колби, відібрати три паралельні проби по 5-20 мл. У дві колби додати по кристалу калій йодиду KI і декілька крапель 1 %-вого розчину крохмалю ( $V_3$ ). Титрувати вітамін С з мікробюретки 0,001 н розчином калію йодату KIO<sub>3</sub> до фіолетового забарвлення ( $V_1$ ). У третій колбі (без KI і крохмалю) провести контрольний дослід з 5 мл дистильованої води ( $V_2$ ).

Розрахувати за формулою вміст вітаміну С ( $x_1$ ,  $x_2$  міліграм на 100 г) в сирих і варених овочах:

$$x_{1,2} = \frac{(V_1 - V_2)TV_4 \cdot 100}{gV_3}, \quad (2.12)$$

де  $V_1$  – об'єм розчину калій йодату, витрачений на титрування робочого розчину, мл;

$V_2$  – об'єм розчину калій йодату, витрачений на титрування контрольного розчину, мл;

$V_3$  – об'єм екстракту, взятого для титрування, мл;

$V_4$  – загальний об'єм суміші в мірному циліндрі, мл;

g – наважки, г;

$T$  – титр розчину калій йодату (0,088 мг);

100 – кількість продукту для перерахунку в мг на 100 г.

- *Визначення ступеня зміни вмісту вітаміну С в процесі теплової обробки*

Визначити вміст вітаміну С у варених овочах (С %) за формулою:

$$C = \frac{x_2(100 \pm y)}{x_1}, \quad (2.13)$$

де  $x_2$  – вміст вітаміну С у варених овочах, міліграм на 100 г;

$y$  – зміна маси після термічної обробки, %;

$x_1$  – вміст вітаміну С в сирих овочах, міліграм на 100 г.

Ступінь зміни вмісту вітаміну С (П, %) в процесі теплової обробки овочів визначають за формулою:  $P = 100 - C$ .

## 2.6. Лабораторна робота № 6

**Тема:** Харчові та біологічно активні добавки.

**Мета:** Поглибити і закріпити теоретичні знання про харчові добавки – природні, ідентичні природним або синтетичні речовини, які самостійно не вживаються в їжу;

**Обладнання і реактиви:** соняшникова олія, розчин білка, розчин соди, гліцерин, 0,2 н розчин купрум (II) сульфату, концентрований розчин натрій гідроксиду, водні розчини кислот: ортофосфатної (E338), ацетатної (E260), лимонної (E330), розчин Фелінга, формалін, кристали бензойної кислоти, натрію гідроксид, розчин хлоридної кислоти, саліцилова кислота, розчин ферум (III) хлориду, розчин бензойної кислоти, бромна вода, розчин калій перманганату.

### 2.6.1. Теоретичні основи

У Законі України “Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини” сказано, що харчова добавка – це “природна чи

синтетична речовина, яка спеціально вводиться у харчовий продукт для надання йому бажаних властивостей”.

Харчові добавки – природні, ідентичні природним або синтетичні речовини, які самостійно не вживаються в їжу. Вони спеціально додаються в харчові системи за технологічними міркуваннями на різних етапах виробництва, зберігання, транспортування готових продуктів з метою: покращення виробничого процесу або окремих його операцій, підвищення стійкості продукту до різних видів псування, зберігання структури та зовнішнього вигляду продукту.

У нашій країні перелік харчових добавок, дозволений для використання під час виробництва продуктів харчування, затверджений 4 січня 1999 року Кабінетом Міністрів України. Поняття безпечності речовини, що використовуються як харчові добавки, уточнює спосіб його вживання. Вирішальне значення має добова кількість речовини, яка потрапляє в організм, тривалість її споживання, режим харчування, шляхи потрапляння речовини в організм. Крім того, слід враховувати, що дорослі люди, діти, люди літнього віку, вагітні мають різний рівень чуттєвості та захисних сил, тому проблема використання харчових добавок набуває ще більшого гігієнічного значення. Не менш важливим фактором є можлива взаємодія харчових добавок зі шкідливими хімічними речовинами, котрі потрапляють в організм людини з навколишнього середовища. Отже, харчові добавки можуть бути використані в харчовій промисловості тільки після усестороннього вивчення перерахованих властивостей і встановлення повної безпеки використання кожної окремої добавки.

Наявність харчових добавок у продуктах указується на споживчому пакуванні, етикетці, банці, пакеті. Список дозволених харчових добавок для виробництва харчових продуктів постійно переглядається й оновлюється у зв'язку з одержанням нових наукових даних про їхні властивості й впровадження нових препаратів.

Число харчових добавок, які застосовуються під час виробництва харчових продуктів в різних країнах, досягає 500 найменувань. Для систематизації їх використання виробниками різних країн Європейською Радою розроблена раціональна система цифрового кодування харчових добавок літерою Е. Кожній харчовій добавці відповідає цифровий три- або чотиризначний номер. Індекс Е спеціалісти уособлюють як зі словом Європа, так із аббревіатурою EG/EV, що в перекладі означає “їстівний”.

***Добавки нумеруються залежно від тієї функції, яку вони виконують.***

E100-199 Барвники. Підсилюють чи відновлюють колір продукту.

E200-299 Консерванти. Підвищують термін збереження продуктів, захищають їх від мікробів, грибків, бактеріофагів, а також хімічно стерилізують добавки при дозріванні вин, дезинфеканти.

E300-399 Антиоксиданти. Захищають від окиснення, наприклад від згіркнення жирів і зміни кольору.

E400-499 Стабілізатори. Зберігають задану консистенцію. Загущувачі. Підвищують в'язкість.

E500-599 Емульгатори. Створюють однорідну суміш продуктів, що не змішуються, наприклад води й олії.

E600-699 Підсилювачі смаку й аромату.

E900-999 Піногасники. Запобігають утворенню піни чи знижують її рівень.

### **2.6.2. Зміст роботи**

**Емульгування жирів.** Емульгатори – Е 500-599 – харчові добавки, які утворюють однорідну суміш незмішуваних фаз (наприклад, води і олії). Як перші харчові емульгатори, використовувалися натуральні речовини. Типовими і старими емульгаторами є білок курячого яйця, природний лецитин і сапоніни (наприклад, відвар мильного кореня). Проте, все більше в промисловості використовуються синтетичні емульгатори. Взаємодія

емульгаторів з білками борошна посилює клейковину, що у виробництві хлібобулочних виробів приводить до збільшення питомого об'єму, поліпшення пористості, структури м'якуша, уповільненню черствіння. У виробництві шоколаду, шоколадної глазури добавка емульгатора знижує в'язкість шоколаду, покращує їх текучість, за рахунок впливу на кристалізацію какао-масла, не допускається «посивіння» шоколаду» в процесі зберігання. При виготовленні морозива, емульгатори дозволяють отримати тоншу структуру, хорошу твердість і постійну форму продукту. Добавка емульгаторів в сухе молоко, сухі вершки, супи, дозволяє зменшити розмір жирових кульок і їх розподіл, що полегшує і прискорює розведення сухих продуктів у воді. Емульгатори застосовують для розподілу нерозчинних у воді ароматизаторів, ефірних масел, екстрактів прянощів у напоях і харчових продуктах.

Найбільш популярними харчовими емульгаторами є моно- і дигліцериди жирних кислот (Е 471), естери гліцерину, жирних і органічних кислот (Е 472), лецитини, фосфатиди (Е 322), естери полігліцерину (Е 476).

У 4 пробірки наливають по 1 краплині соняшникової олії. Добавляють у першу пробірку 5 крапель розчину соди, у другу – 5 крапель розчину білка, у третю - розчин моногліцериду, четверта пробірка – для порівняння. Сильно струсити. Пробірки з отриманими емульсіями поставити у штатив на декілька хвилин. Визначити, у якій пробірці відбулося розшарування, а які речовини дають стійкі емульсії.

**Якісна реакція на багатоатомні спирти. Виявлення гліцерину (Е 422).**

Помістити у пробірку 3 краплі розчину купрум (II) сульфату і 3 краплі концентрованого розчину лугу. До отриманого осаду долити по стінках гліцерин. Струсити.

Гліцерин (Е 422) – емульгатор, загусник, водоутримуючий агент. Гліцерин використовують для приготування екстрактів кави, імбиру та інших рослинних речовин, які подрібнюють, зволожують і обробляють гліцерином,

нагрівають і екстрагують для отримання екстракту, що містить близько 30 % гліцерину. Гліцерин широко застосовують у процесі виробництва безалкогольних напоїв. Гліцерин використовують під час отримання гірчиці, желе та оцту. Застосовують гліцерин для отримання харчових поверхнево-активних речовин (ПАР), які сприяють підвищенню якості готової продукції.

**Взаємодія бензойної кислоти (Е 210) з бромною водою та калій перманганатом.** У дві пробірки помістити по декілька кристалів бензойної кислоти, розчинити їх в декількох краплях води і додати по декілька крапель насиченої бромної води. Пробірки струсити. Аналогічно проведіть досліди з калій перманганатом.

Консерванти – Е 200-299 (бензойна кислота, саліцилова кислота, натрію бензоат) – підвищують термін зберігання продуктів, захищаючи їх від мікробів, грибків, бактеріофагів; хімічні стерилізуючі добавки під час дозрівання вин. При виготовленні якої продукції застосовуються ці консерванти? Яку інформацію необхідно знати споживачу щодо цих консервантів?

**Реакція саліцилової кислоти з ферум (ІІІ) хлоридом.** Помістити в пробірку один-два кристали саліцилової кислоти і додати для розчинення три-чотири краплі води, а потім одну краплю 0,1 н розчину ферум (ІІІ) хлориду. Що відбувається при цьому? Запишіть рівняння реакцій.

### **Отримання натрій бензоату (Е 211).**

*Натрій бензоат (Е 211)* – популярний консервант, який часто використовують для виробництва мармеладу, меланжу, джемів. Його наявність у продуктах повинна насторожувати астматиків і людей, чутливих до аспірину.

У пробірку поміщають декілька кристалів бензойної кислоти і додають 0,5 мл розчину натрій гідроксиду. Вміст пробірки струшують до розчинення кристалів. До отриманого розчину добавляють по краплях розчин хлоридної кислоти, випадає осад.

**Осадження білка формальдегідом (Е 240).** У пробірку налити 4-5 крапель білка, додати декілька крапель формаліну. Перемішати. В чому проявляється дія формальдегіду як консерванта?

**Якісне визначення формальдегіду.** Формальдегід (Е 240) – заборонений консервант, сприяє утворенню злоякісних пухлин.

У пробірку налити 3-4 краплі реактиву Фелінга і додати 1-2 краплі формаліну. Суміш нагріти. Навести рівняння реакції та зробити висновки.

### **Кислотні властивості харчових кислот.**

У три пробірки налити по 0,5 мл водних розчинів кислот: ортофосфатної (Е 338), ацетатної (Е 260), лимонної (Е 330).

У першу пробірку додають краплю метилового оранжевого, в другу – краплю лакмусу, в третю – краплю фенолфталеїну. Як змінюється забарвлення різних індикаторів у розчинах кислот?

Антиоксиданти – Е300-Е399 – захищають від окиснення, наприклад, від згіркнення і зміни кольору жирів. Регулятори кислотності (ацетатна, молочна, лимонна, яблучна, винна, бурштинова, адипінова, фумарова, ортофосфатна, сульфатна, хлоридна кислоти). Використовуються для надання харчовому продукту кислого смаку при  $pH < 4,5$ . Інтенсивність, різні відтінки і тривалість кислого смаку залежать від виду кислоти і особливостей хімічного складу харчової системи. Регулятори кислотності, змінюючи величину  $pH$ , впливають на властивості реологій і консистенцію продукту, ефективність дії емульгаторів, стабілізаторів, загусників та інших харчових добавок. Більшість з кислот є природними метаболітами обмінних реакцій організму людини, поширені в природі і повсякденних продуктах харчування. Використання цієї групи харчових добавок регламентується технічною документацією (ТУ) на конкретні види харчової продукції.

**Харчові добавки в продуктах харчування.** Уважно розглянути пакувальний матеріал харчових продуктів. Зробити висновки, про вміст чи відсутність заборонених харчових добавок. На які відомості на пакувальному матеріалі необхідно звертати увагу споживачам? (Додаток А)



## 2.7. Лабораторна робота № 7

**Тема:** Безпека продуктів харчування.

**Мета:** Засвоїти теоретичний матеріал, що стосується безпеки продуктів харчування; практично навчитись виявляти фальсифікації харчових продуктів.

**Обладнання і реактиви:** молоко, крейда, хлоридна кислота, саліцилова кислота, розчин ферум (II) хлориду, 0,2 н розчин купрум (II) сульфату, концентрований розчин натрій гідроксиду, гліцерин, пиво, реактив Фелінга, спирт, зразки продуктів: борошно, сметана, сир, розчин йоду, розчини різної концентрації калій (натрій) нітриту, 1 %-ий розчин дифеніламіну в концентрованій сульфатній кислоті (кислоту можна замінити концентрованою ортофосфатною кислотою), соки огірка, томатів, моркви, капусти.

### 2.7.1. Теоретичні основи

Харчування суттєво впливає на стан здоров'я, працездатність та тривалість життя людини. Здорове харчування – один з головних факторів, які визначають здоров'я нації, забезпечують нормальний розвиток дітей, профілактику захворювань.

На сьогодні актуальними є проблеми негативного впливу шкідливих речовин на здоров'я та життєдіяльність людини у сучасних умовах. Ця проблема стає дуже актуальною. Хімічні речовини можуть потрапляти в їжу з навколишнього середовища або під час технологічного процесу, наприклад під час контакту з обладнанням, з пакувальним матеріалом під час транспортування та зберіганні. Таким чином, в організм людини з харчовими продуктами потрапляє велика кількість речовин антропогенного та біологічного походження, небезпечних для здоров'я людини.

Проблема безпеки продуктів харчування – складна комплексна проблема, що вимагає численних зусиль для її вирішення, як з боку вчених –

біохіміків, мікробіологів, токсикологів так і з боку виробників, санітарно-епідеміологічних служб, державних органів і споживачів. Актуальність проблеми безпеки продуктів харчування з кожним роком зростає, оскільки саме забезпечення безпеки продовольчої сировини і продуктів харчування є одним з основних чинників, що визначають здоров'я людей і збереження генофонду. Безпека харчових продуктів – відсутність загрози шкідливого впливу харчових продуктів, продовольчої сировини та супутніх матеріалів на організм та здоров'я сьогодення і майбутніх поколінь.

З погляду безпеки продуктів харчування значну небезпеку можуть представляти і деякі види фальсифікації харчових продуктів. Як правило, це види асортиментної фальсифікації, які можуть привести до використання небезпечних замінників. Види таких фальсифікацій різноманітні. Доцільно розрізняти 5 видів фальсифікації – асортиментну (видову), якісну, кількісну, кошторисну та інформаційну.

Останнім часом інтенсивно розвивається один із сучасних напрямів біотехнології – створення трансгенних продуктів харчування. Постійно зростає кількість нових трансгенних сільськогосподарських культур (буряки, картопля, соя, рис та інші). Відомо, що генетично модифіковані організми (ГМО) є результатом науково-технічного прогресу, який переслідує нібито найблагородніші цілі – боротьбу з бідністю, голодом, покращення умов праці, зменшення техногенного навантаження на природне середовище. ГМО (генетично модифіковані організми) – це живі організми (тварини, рослини, бактерії та віруси), генотипи яких було штучно змінено за допомогою методів генної інженерії для надання їм певних корисних властивостей. У листопаді 2008 року в Україні було прийнято державний стандарт, відповідно до якого всі продукти харчування, що містять генетично модифіковані організми, потрібно маркувати. Небезпека ГМО полягає в тому, що наслідки їх впливу на навколишнє природне середовище, на людину, її життя та здоров'я досі не досліджені.

### 2.7.2. Зміст роботи

**Визначення крейди в молоці.** Під час додавання до молока, що містить підмішану крейду, розчину хлоридної кислоти, відбувається виділення вуглекислого газу, що свідчить про фальсифікацію.

**Визначення консервантів у молоці.** В пробірку з фальсифікатом додати одну краплю 0,1 н розчину ферум (III) хлориду. Виникнення характерного забарвлення свідчить про фальсифікацію – додавання саліцилової кислоти.

**Виявлення гліцерину.** В пробірку з фальсифікатом додати 3 краплі розчину купрум (II) сульфату і 3 краплі концентрованого розчину лугу. Струсити. Виникнення характерного забарвлення свідчить про фальсифікацію пива – додавання гліцерину.

**Якісне визначення сивушних олій у спиртових виробках.** У пробірку налити 3-4 краплі реактиву Фелінга і додати розчин, який необхідно дослідити. Суміш нагріти.

**Якісне визначення вмісту крохмалю в продуктах.** У пробірки помістити зразки харчових продуктів і додати 1 краплю розчину йоду. Звернути увагу на колір. Зробити відповідні висновки.

**Якісне визначення вмісту нітратів у продуктах харчування.** Плоди подрібнити і відтиснути натуральні соки, використання водяних витяжок не рекомендується. Якщо, для приготування соків, використовувати воду, то для чистоти експерименту, в кожному випадку кількість води повинна бути однаковою. Використовують соки, отримані з овочів вирощених в домашніх умовах та куплених в магазині і потім порівнюють отримані результати.

**Контрольний дослід.** У пробірку помістити 1 мл 1 %-го розчину калій нітрату, в іншу пробірку 1 мл 1 %-го розчину калій нітриту і додати в кожную з них 6 крапель 1 %-го розчину дифеніламіну. Звернути увагу на зміну забарвлення розчину. 1 краплю досліджуваного розчину помістити у вільне заглиблення планшета і додати 2 краплі 1 %-го розчину дифеніламіну. Зверніть увагу на зміну забарвлення розчину і зробіть висновок.

## **2.8. Лабораторна робота № 8**

**Тема:** Визначення енерговитрат людини та необхідних харчових нутрієнтів.

**Мета:** Набути вміння визначати енерговитрати людини та її потреб у харчових нутрієнтах.

### **2.8.1. Практичні завдання до лабораторного заняття та методичні рекомендації для виконання**

**Завдання.** Кожен студент повинен розрахувати енерговитрати особистого організму і на основі цього визначити його потреби в основних харчових нутрієнтах. Для визначення енерговитрат організму доцільно скористатися хронометражно-табличним методом. Для цього необхідно кожному студенту до заняття скласти добові хронограми, в яких чітко і послідовно зареєстровані всі види діяльності за добу і час, витрачений на них. Потрібно прохронометрувати найбільш типові три доби (буденні і вихідні).

На лабораторному занятті слід провести відповідні розрахунки енерговитрат і потреб організму в харчових нутрієнтах.

Визначення енерговитрат за методикою ВООЗ (1986 р.) починають з розрахунку основного обміну (ОО) організму за рівняннями, що наведені в табл. 2.1 (зверніть увагу, що в цих розрахунках маса тіла (МТ) береться в кілограмах, а зріст (ЗР) в метрах). Основний обмін визначають в ккал/год. За основним обміном розраховують показник ВОО у ккал/год. ( $ВОО = ОО \cdot 24$ ), який далі використовують у розрахунку добових енерговитрат. Одиниця ВОО – це рівень основного обміну метаболічно-активної тканини тіла людини за 1 годину. У графі «вид діяльності» вказують всі види діяльності, що виконувались людиною протягом трьох днів, у тому числі ті, що робили навіть один раз. При розрахунках в ті дні, коли якогось виду діяльності не виконували, поставте проти нього у відповідних графах риску. Якщо якісь

види діяльності повторювались протягом доби кілька разів, їх можна записати один раз, а весь час за добу, витрачений на цей вид діяльності, додати.

Таблиця 2.1

Рівняння для розрахунку основного обміну (на основі маси тіла і росту)

Віковий діапазон, роки		Основний обмін (ОО), ккал
1		2
Чоловіки	10-18	$16,6 \times \text{MT} + 77 \times \text{ЗР} + 572$
	18-30	$15,4 \times \text{MT} - 27 \times \text{ЗР} + 717$
	30-60	$11,3 \times \text{MT} + 16 \times \text{ЗР} + 901$
	понад 60	$8,8 \times \text{MT} + 1128 \times \text{ЗР} - 1071$
Жінки	10-18	$7,4 \times \text{MT} + 482 \times \text{ЗР} + 217$
	18-30	$13,3 \times \text{MT} + 334 \times \text{ЗР} + 35$
	30-60	$8,7 \times \text{MT} - 25 \times \text{ЗР} + 865$

У графі «Тривалість» вказується абсолютна кількість часу в годинах, затрачена на кожен вид діяльності за відповідний день. У графу «Енерговитрати на вид діяльності» вносять величини коефіцієнтів фізичної активності (КФА) (табл. 2.2), і потім розраховують енерговитрати за кожен вид діяльності (множенням ВОО на тривалість кожного виду діяльності, виражених в годинах, і на відповідний КФА), а також в цілому за день (як суму енерговитрат усіх видів діяльності).

Порівнюють енерговитрати за кожен день. Якщо вони відрізняються не більше, ніж на 200 ккал, розраховують середні енерговитрати за три дні. Якщо якийсь день відрізняється, середні енерговитрати розраховують для двох близьких за цим показником днів. На основі енерговитрат розраховують індивідуальні потреби в основних нутрієнтах та енергії. Розрахунок проводять за середніми енерговитратами, а також окремо для дня, який

відрізняється. Згадайте, що потреби в енергії, і, відповідно енергетична цінність раціону харчування відповідають енерговитратам (при нормальному чи оптимальному харчовому статусі). Ця методика придатна для розрахунку потреб у нутрієнтах для дорослих здорових чоловіків у віці 18-59 років, жінок 18-54 років.

Таблиця 2.2

## Хронограми за три дні

Вид діяльності	Енерговитрат на вид діяльності, КФА*	1 день (дата)		2 день (дата)		3 день (дата)	
		Тривалість, год	Енерговитрати (ВОО)х тривалість(год.)х КФА	Тривалість, год	Енерговитрати (ВОО) х тривалість (год.)хКФА	Тривалість, год.	енерговитрати (ВОО) х тривалість (год) х КФА

- Примітка: КФА - коефіцієнт фізичної активності (додаток Г).

З теоретичного матеріалу відомо, що:

- потреби в білках становлять 11-13 % (для осіб з енерговитратами 2000-2500 ккал потреба в білку становить 13 %, 2500-3000 – 12 %, понад 3000 – 11%) за енергетичною цінністю раціону, з них 55 % повинно бути білків тваринного походження;
  - потреба в жирах – 25 % за калорійністю з них не менше 30 % жирів рослинних;
  - потреба у вуглеводах - 62-64 %, з них не більше 18-20 % моно- та дицукрів.
  - потреба в харчових волокнах - 10 г на 1 МКал (20-25 г на добу).

Потреби в основних нутрієнтах розраховують в грамах (енергоцінність білків, жирів та вуглеводів ділять на їх енергетичні коефіцієнти).

Розрахунок індивідуальної потреби у вітамінах, враховуючи, що на 1 МКал (1000 ккал) енергетичної цінності харчового раціону повинно надходити:

- аскорбінової кислоти – 25 мг;
- тіаміну – 0,6 мг;
- рибофлавіну – 0,7 мг;
- піридоксину – 0,7 мг;
- нікотинової кислоти – 6,6 мг;
- ретинолу – 1 мг/добу (з урахуванням ретинольного еквіваленту  $\beta$ -каротину);
- токоферолу – 15 мг/добу.

Потреби в мінеральних речовинах становлять:

- калій – 4000 мг/добу;
- кальцій – 1000 -1200 мг/добу, але не менше ніж 400-500 мг кальцію повинно надходити з молоком та молочними продуктами;
- фосфор – 1200 мг/добу;
- залізо – 10 -18 мг/добу і не менше ніж 1,0-1,5 мг заліза повинно бути гемового (з м'яса, субпродуктів та ін.) в залежності від характеру трудової діяльності та режиму дня.

Зробіть висновок про потреби свого організму відповідно до енергозатрат.

### Розділ 3

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩО ДО ЇХ ВИКОНАННЯ

### 3.1. Питання для самоконтролю знань

1. Дайте визначення поняттю «білки». Особливості їх властивостей.
2. Знаходження білків у природі, їх роль.
3. Наведіть кілька прикладів амінокислот.
4. Що таке третинна і четвертинна будова білків?
5. Які властивості покладені в основу класифікації білків?
6. Якісне та кількісне визначення білків.
7. Білки харчової сировини (білки злакових, білки бобових культур, білки олійних культур, білки картоплі, овочів та плодів, білки м'яса та молока).
8. Заходи щодо покращення білкового харчування. Нові форми білкової їжі.
9. Загальна характеристика вуглеводів, їх класифікація.
10. Фізіологічне значення вуглеводів.
11. Дайте характеристику моносахаридів.
12. Розповсюдження моносахаридів в природі.
13. Біологічна роль моносахаридів.
14. Якими якісними реакціями можна виявити фруктозу і глюкозу?
15. Загальна характеристика вуглеводів.
16. Функції вуглеводів у харчових продуктах.
17. Шляхи зниження цукру у харчовому раціоні.
18. Перетворення вуглеводів під час виробництва харчових продуктів.
19. Якими якісними реакціями можна виявити крохмаль і глікоген?
20. Визначення та класифікація ліпідів.
21. Фізіологічна роль жирів, наслідки надлишку та нестачі їх у раціоні.
22. Будова жирів. Жирні кислоти.
23. Властивості ліпідів.



24. Харчова та біологічна цінність олій та жирів.
25. Основні способи добування жирів.
26. Чи розчиняються жири у воді?
27. Що таке мило? Наведіть приклади рідкого та твердого мила.
28. Якою реакцією одержують мило з жирів? Напишіть приклад реакції.
29. Фізіологічне значення мінеральних речовин, класифікація.
30. Основні джерела мінеральних речовин та добові норми їх потреби.
31. Рациональне харчування і вміст в їжі мінеральних речовин.
32. Поняття про авітаміноз, гіпо- і гіпервітаміноз.
33. Антивітаміни.
34. Класифікація вітамінів.
35. Значення вітамінів.
36. Загальні відомості про потреби у вітамінах.
37. Руйнування вітамінів.
38. Вітамінізація продуктів харчування.
39. Загальне поняття про харчові добавки.
40. Поняття безпечності харчових добавок.
41. Класифікація харчових добавок.
42. Харчові добавки, що забезпечують необхідний зовнішній вигляд і органолептичні властивості продукту.
43. Харчові добавки, що запобігають мікробному або окиснювальному псуванню продуктів.
44. Правові засади забезпечення якості та безпеки харчових продуктів.
45. Класифікація «чужорідних» речовин та шляхи потрапляння їх у продукти.
46. Фальсифікація харчових продуктів.
47. Генетично модифіковані продукти харчування.
48. Концепція здорового харчування.
49. Рекомендовані норми споживання харчових сполук.
50. Харчовий раціон сучасної людини.

### 3.2. Задачі професійного спрямування

1. Вітамін С: чи відрізняється штучно синтезований вітамін від природного?
2. У їдальню на промисловому підприємстві, де люди працюють в умовах можливого впливу радіоактивного стронцію, не завезли ні молока, ні кисломолочних продуктів. Якими іншими продуктами можна замінити вказані джерела кальцію?
3. Швидкість синтезу  $\alpha$  - кератину волосся. За нашими мірками волосся росте відносно повільно – зі швидкістю 15-20 см в рік. Зона росту знаходиться у корені волосся, де в клітинах епідермісу синтезуються  $\alpha$  - кератинові нитки, які скручуються потім на зразок канатів. Основним структурним елементом  $\alpha$  - кератину є  $\alpha$  - спіраль, крок якої складає 0,54 нм, а на виток припадають 3,6 амінокислотних залишки. У припущенні, що фактором, який лімітує ріст волосся, служить біосинтез  $\alpha$  - спіральних ланцюгів кератину, розрахуйте швидкість утворення пептидних зв'язків в ланцюжках  $\alpha$  - кератину (число пептидних зв'язків за 1 с), яка могла б забезпечити спостережуваний ріст волосся за 1 рік.
4. Виробники харчових продуктів, збагачених вітамінами, стверджують, що вітаміни, які отримані із природних джерел, якісніші для здоров'я, ніж синтезовані штучним шляхом. Вважається, наприклад, що чиста L-аскорбінова кислота (вітамін С) із плодів шипшини корисніша за L-аскорбінову кислоту, яка синтезована на хімічному заводі. Чи відрізняються вітаміни із цих двох джерел? Чи може організм відрізнити вітаміни із різних джерел?
5. У хворого з захворюванням серцево-судинної системи після вжитої вечері вранці з'явилися набряки. Який продукт міг викликати таке явище?
6. У дієтичну їдальню завезли такі субпродукти: мозок, печінку, серце, нирки. Які з них доцільно використовувати для харчування людей із захворюваннями серцево-судинної системи; обґрунтувати вибір.

7. Молекулярна маса гемоглобіну. Перша вказівка на те, що білки за молекулярною вагою переважають відомі в той час органічні сполуки, була отримана більш, ніж 100 років тому. Наприклад, вже тоді було відомо, що гемоглобін містить 0,34 % заліза. а) виходячи з цієї інформації, визначте мінімальну молекулярну масу гемоглобіну. б) відомо, що істинна молекулярна маса гемоглобіну дорівнює 64500. Яку інформацію звідси можна одержати про кількість атомів заліза в гемоглобіні?
8. У хворого з захворюванням нирок з'явилися набряки. Який харчовий продукт слід вводити в раціон для посилення виведення води з організму?
9. Оцінити меню комплексного обіду для працюючих у проектних організаціях (з точки зору забезпеченості всіма незамінними харчовими речовинами). Меню: холодець із свинини, харчо, котлети з макаронами, компот із сухофруктів, булочка з кремом.
10. Білки яєць захищають жовтки від псування. Яйця можна тримати в холодильнику від 4 до 6 тижнів і вони не зіпсуються. Якщо ж відокремити жовтки яєць від білків, то вони швидко зіпсуються навіть за низької температури. Чому псуються жовтки?
11. Визначити раціональність меню сніданку для хворого на цукровий діабет, який не отримує інсулін (початкова стадія захворювання). Меню: сир з молоком, макарони, відварені з маслом, кава з молоком.
12. Визначити похибку в меню обіду, призначеного для хворого з порушенням сольового обміну (відкладення щавлевокислих солей у сечових шляхах). Меню: картопля з морквою (холодна страва), суп із манною крупою, сирники запечені (із сметаною), кисіль з ревеню.
13. Знайти похибку в меню при вживанні їжі водієм до роботи (сніданок 1-й або 2-й). Меню: салат з білокачанної капусти, фрикадельки з свинини, тушковані в соусі, молоко, хліб, масло.
14. Калориметрія продуктів харчування. Пробу пшеничних пластівців вагою 9,5 г повністю окиснили до  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$  шляхом згорання в калориметричній бомбі. При цьому 2500 г води, яка заповнює калориметр,

нагрілось від 15 до 270<sup>0</sup>С. Якщо початковий склад вологи в пшеничних пластівцях становив 25 %, то яка калорійність сухих пластівців?

15. Оцінити доцільність обіду, призначеного для працюючих в умовах підвищеної температури (гарячих цехах). Меню: ікра бурякова, суп польовий (складається із шпику, картоплі, пшона, цибулі ріпчастої), запіканка з сиру, какао з вершками.
16. Неприйняття молока у жителів із Сходу та у негрів. У дорослих негрів і жителів із Сходу при вживанні молока часто спостерігаються здуття живота, спазми, болі та пронос. Ці симптоми виникають через 1-4 год. після вживання тільки однієї склянки молока (натурального або порошкового). Яким компонентом молока визначені ці симптоми?
17. На підприємство масового харчування, що обслуговує робітників, які зайняті у виробництві сполук меркурію, не завезли яйця (в лікувально-профілактичному раціоні передбачене яйце щоденно). Яким продуктом можна їх замінити?
18. Калорійність пива. Студент старшого курсу університету, який підтримує свою вагу постійним раціоном, що відповідає вживанню 2900 ккал/добу, набув також звичку випивати одну банку пива в день вагою 350 г. Скільки нових жирових відкладів у нього з'явиться через 3 роки, коли всі інші фактори, наприклад фізичне навантаження, залишатимуться постійними? Для розрахунків - 350 г пива еквівалентно 188 ккал, 1 кг жиру людини еквівалентний 8750 ккал.
19. Оцінити меню сніданку для пілота перед висотним польотом. Меню: редька з маслом, біфштекс з яйцем та картопляним пюре, чай, хліб з маслом.
20. Чи правильно складене меню обіду під час перерви на роботі в кондитерських цехах, де відбувається контакт із цукровою пудрою? Меню: ікра кабачкова, суп рисовий, котлети з яловичини з картопляним пюре, кисіль молочний густий.

21. У хворого з захворюванням печінки після обіду виникло загострення. Що в меню обіду могло викликати таке явище? Меню: морква з медом, овочевий суп з перловою крупою, котлети парові з картопляним пюре, морозиво.
22. Дослідження харчування та кишкові бактерії. Однією із особливостей при дослідженнях харчування людини є невизначеність, яка зв'язана з впливом досліджуваної дієти на кишкові бактерії. Чому слід враховувати ці міркування?
23. Оцінити меню обіду для осіб похилого віку. Меню: солянка збірна з субпродуктів (містить язик, серце, нирки в невеликій кількості), локшинник із сиром, кисіль яблучний.
24. Визначити похибку в меню обіду для хворого на гастрит при зниженій кислотності. Меню: салат - морква з сметаною, суп манний молочний, шніцель м'ясний рублений паровий з макаронами, кисіль яблучний.
25. У складі жиру виявлені: трипальметин, триолеїн, пальмітодиолеїн. Напишіть їх формули і охарактеризуйте їх біологічну роль.
26. Якісне визначення жиророзчинних вітамінів.
27. Якісне визначення водорозчинних вітамінів.
28. Якісні реакції на моносахариди.
29. Використання явища денатурації в технології приготування їжі та виробництві продовольчих товарів.
30. Які внутрішні фактори впливають на збереження харчової сировини? На які групи поділяються продукти в залежності від цього.

### 3.3 Індивідуальні завдання

#### Реферати на тему:

1. Харизма української національної кухні.
2. Приправи (речовини рослинного, тваринного походження, мінерали і штучні хімічні сполуки).
3. Користь від овочів.
4. Вітаміни – овочева «родзинка».
5. Екологічна допустимість овочевої продукції.
6. Вироби із борошна грубого помелу.
7. Харчові волокна в продуктах, їх фізіологічна роль.
8. «Людина спочатку їсть очима, потім продовжує носом і закінчує ротом». Китайська народна мудрість.
9. Застосування, значення у харчуванні желатину, пектинових речовин, агар-агару.
10. Значення поліненасичених жирних кислот; продукти, що містять жирні ненасичені полікислоти.
11. Функціональні продукти харчування.
12. Значення води у продуктах харчування.
13. Основні джерела мінеральних речовин та добові норми їх потреб.
14. Збудливі засоби. Склад. Властивості. Застосування. Асортимент.
15. Зворотній бік вегетаріанства.
16. Зернові культури та вироби із них.
17. Яйця. Вміст поживних речовин. Значення яєць у харчуванні.
18. Фрукти. Хімічний склад. Значення в харчуванні. Фруктові напої.
19. Сторонні речовини в їжі.
20. Правові норми, що стосуються продуктів харчування.
21. Корисні солодощі.
22. Генномодифіковані продукти.

23. Вплив неякісного харчування на стан здоров'я і смертність населення України.
24. Кулінарна обробка фруктів та овочів.
25. Пробіотики. Пребіотики. Продукти харчування, збагачені ними.
26. Транс-ізомери жирних кислот. Вплив на здоров'я.
27. Барвники (натуральні та штучні) в харчовій промисловості.
28. Ароматизатори (натуральні та штучні) в харчовій промисловості.
29. Підсилювачі саку та аромату (натуральні та штучні) в харчовій промисловості.
30. Альтернативні дієти. Позитивні та негативні аспекти.
31. Історія розвитку вчення про білки.
32. Вплив незбалансованого раціону і неякісної харчової продукції на здоров'я людини.
33. Замінні і незамінні в харчуванні амінокислоти.
34. Вплив незбалансованого раціону і неякісної харчової продукції на здоров'я людини.
35. Значення харчових волокон в раціональному харчуванні людини.

## Розділ 4

# ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ 3 КУРСУ

### 4.1. Варіант 1

1. Серед наведених сполук вибрати харчові речовин, що належить до класу мікронутрієнтів:
  - а) вуглеводи;
  - б) вітаміни;
  - в) ліпіди;
  - г) білки.
2. Біологічно активні добавки, які містять живі мікроорганізми та нормалізують мікрофлору кишечника, називаються:
  - а) парафармацевтики;
  - б) вітаміни;
  - в) мінеральні речовини;
  - г) пробіотики.
3. Виберіть найточніше доповнення речення: основними постачальниками енергії є
  - а) білки, жири та вуглеводи;
  - б) мінеральні речовини;
  - в) жири, білки, вода;
  - г) харчові добавки.
4. Які з наведених нижче продуктів харчування належать до низькоенергетичних?
  - а) шоколад;
  - б) масло;
  - в) фрукти;
  - г) макарони.
5. Виберіть найточніше доповнення: нутріціологія – це



- а) наука про харчування;
  - б) наука про хімічні речовини;
  - в) наука про отруйні речовини;
  - г) наука про БАД.
6. До основних харчових речовин (нутриєнтів) не належать:
- а) білки;
  - б) ліпіди;
  - в) вода;
  - г) отруйні речовини;
7. Тіло людини складається з води на:
- а) 20 %;
  - б) 99 %;
  - в) 5 %;
  - г) 70 %.
8. Найбільшу енергію зв'язку має:
- а) хімічно зв'язана волога;
  - б) адсорбційно зв'язана волога
  - в) капілярно зв'язана;
  - г) механічно зв'язана.
9. Для перетравлювання, всмоктування, транспортування харчових речовин, розчинення продуктів обміну необхідним розчинником є:
- а) кислота;
  - б) луг;
  - в) амоніак;
  - г) вода.
10. Виберіть найточніше визначення: розчин –
- а) це гомогенна система, що складається з двох або кількох компонентів;
  - б) це гетерогенна система, що складається з двох компонентів;
  - в) це гетерогенна система, що складається з кількох компонентів;

г) це вода.

11. Лужне середовище розчину, це коли:

- а)  $\text{pH} < 7$ ;
- б)  $\text{pH} = 7$ ;
- в)  $\text{pH} > 2$ ;
- г)  $\text{pH} > 10$ .

12. Виберіть метод за яким можна найточніше визначити  $\text{pH}$  середовища:

- а) з допомогою  $\text{pH}$ -метра;
- б) з допомогою універсального індикаторного паперу;
- в) з допомогою розчину фенолфталеїну;
- г) з допомогою лакмусу.

13. Роль буферних сумішей в організмі людини полягає в:

- а) забезпеченні постійної температури організму;
- б) забезпеченні процесу травлення;
- в) забезпеченні водою органів та систем;
- г) забезпеченні постійного значення  $\text{pH}$  рідин та систем організму.

14. В шлунку розщеплюються пептиди білкової їжі, під дією ферменту пепсину, активного в кислому середовищі, виберіть значення  $\text{pH}$  шлункового соку:

- а)  $\text{pH} > 7$ ;
- б)  $\text{pH} = 7$ ;
- в)  $\text{pH} > 9$ ;
- г)  $\text{pH} < 1$ .

15. Фізіологічним середовищем для людини є:

- а) 0,9 % розчин  $\text{NaCl}$ ;
- б) розчин солі;
- в) розчин  $\text{NaOH}$ ;
- г) розчин  $\text{HCl}$ .

16. Вкажіть елемент, що належить до кислотоутворюючих елементів:

- а)  $\text{Na}$ ;

- б) Ca;
- в) K;
- г) S.

17. Вкажіть елементи, найбільший вміст яких є в молоці та кисломолочних продуктах.

- а) Ca, P;
- б) K, S;
- в) Mg, Cl;
- г) Na, Fe;

18. Серед перерахованих елементів виберіть той, що належить до макроелементів:

- а) Cu;
- б) Fe;
- в) J;
- г) Ca.

19. Виберіть елемент, що є складовою частиною гемоглобіну, речовини, яка бере участь у поглинанні і транспортуванні кисню в усі тканини та органи.

- а) Fe;
- б) Co;
- в) P;
- г) Ca.

20. Вкажіть правильне твердження: білки – це

- а) біополімери, які складаються із залишків амінокислот, з'єднаних пептидними зв'язками;
- б) складні естери, що утворюються при етерифікації вищих карбонових кислот та гліцерину;
- в) продукти поліконденсації моносахаридів, зв'язаних між собою глікозидними зв'язками;
- г) низькомолекулярні органічні сполуки різної хімічної природи, які є біорегуляторами.

21. Вкажіть, який елемент вноситься в організм людини при вживанні кухонної солі.

- а) Na;
- б) F;
- в) K;
- г) Ca.

22. Джерелом поповнення якого з наведених мікроелементів є морська капуста, риба і молочні продукти, а нестача його в харчуванні приводить до розвитку зобу.

- а) Se;
- б) F;
- в) Cu;
- г) J.

23. Вкажіть мікроелемент, що є окисником пероксидних радикалів, які викликають злоякісні пухлини, а також входить до складу ферментів, які стимулюють ріст кісток.

- а) Mn;
- б) F;
- в) Zn;
- г) J.

24. Скільки відсотків мінеральних речовин втрачається при очищенні овочів та картоплі?

- а) менш 10 %;
- б) більше 50 %;
- в) 100 %;
- г) 10-30 %.

25. Вкажіть елемент, що відноситься до токсичних і може потрапити в продукти харчування при довгому зберіганні їх у консервних банках.

- а) S; б) J;
- в) Ca; г) Pb.

## 4.2. Варіант 2

1. Вкажіть елемент, що належить до лужних металів:
  - а) Na;
  - б) Cl;
  - в) P
  - г) S.
2. Вкажіть фізичний фактор, що викликає денатурацію білка:
  - а) нагрівання;
  - б) дія розчинів кислот;
  - в) дія розчинів лугів;
  - г) дія солей важких металів.
3. Виберіть, серед перерахованих нижче, хімічний фактор, що викликає денатурацію білка:
  - а) нагрівання;
  - б) дія розчинів кислот;
  - в) дія ультрафіолетового випромінювання;
  - г) механічне перемішування.
4. Доповніть вираз: ні одна біологічна реакція в організмі людини не протікає без прямої чи побічної участі
  - а) білків;
  - б) ліпідів;
  - в) вуглеводів;
  - г) мінеральних речовин.
5. Вибрати найточніше доповнення: молекула білка має
  - а) довільний склад амінокислотних залишків;
  - б) невизначений склад амінокислотних залишків;
  - в) не строго визначений амінокислотний склад;
  - г) строго визначений генетично закодований амінокислотний склад;

6. До незамінних амінокислот, які не синтезуються в організмі, а надходять з білковою їжею належать:

- а) лейцин;
- б) глютамінова кислота;
- в) аспарагінова кислота;
- г) глютамін.

7. Вкажіть правильне визначення: прості жири –це

а) біополімери, які складаються із залишків амінокислот, з'єднаних пептидними зв'язками;

б) низькомолекулярні органічні сполуки різної хімічної природи, які є біорегуляторами процесів, що протікають у живому організмі.

в) продукти поліконденсації моносахаридів, зв'язаних між собою глікозидними зв'язками .

г) складні естери, що утворюються при етерифікації вищих карбонових кислот та гліцерину.

8. Процес приєднання гідрогену до залишків ненасичених жирних кислот рослинних жирів називається:

- а) гідролізом;
- б) переестерифікацією;
- в) окисненням;
- г) гідрогенізацією жирів.

9. Виберіть схематичне зображення поліпептидного зв'язку, що утворюється при з'єднанні амінокислотних залишків у молекули білка:

- а)  $-\text{CO}-\text{NH}-$ ;
- б)  $-\text{NH}-$ ;
- в)  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ ;
- г)  $-\text{CH}=\text{CH}-$ .

10. Функціональною групою простих спиртів є:

- а)  $-\text{COOH}$ ;
- б)  $-\text{NH}_2$ ;

в)  $-\text{CO}-$ ;

г)  $-\text{OH}$ .

11. З наведених сполук виберіть формулу, що відповідає оцтовій (ацетатної) кислоті

а)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ;

б)  $\text{CH}_4$ ;

в)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ;

г)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

12. Вкажіть скорочене латинське позначення замінної амінокислоти аланін

а) Ala;

б) Asn;

в) Asp;

г) Arg.

13. Виберіть найбільш вдале визначення ферментів

а) – це небілкові речовини, що прискорюють швидкість реакції;

б) – це хімічні речовини, що сповільнюють швидкість реакції;

в) – це речовини, що не впливають на швидкість хімічних реакцій;

г) – це біологічні каталізатори білкової природи, що прискорюють швидкість хімічних реакцій.

14. Вказати, яка з наведених нижче харчових добавок (ХД) є заборонена до використання у технологіях харчових продуктів:

а) формальдегід Е 240а;

б)  $\beta$  - каротин (Е160а);

в) хлорофіл (Е140);

г) антоціановий барвник (Е163і).

15. Які з наведених нижче продуктів харчування належать до високоенергетичних?

а) шоколад;

б) хліб;

в) риба;

г) молоко.

16. До основних харчових речовин (нутрієнтів) не належать:

- а) білки;
- б) ліпіди;
- в) вода;
- г) отруйні речовини;

17. Найбільшу енергію зв'язку має:

- а) хімічно зв'язана волога;
- б) адсорбційно зв'язана волога;
- в) капілярно зв'язана;
- г) механічно зв'язана.

18. Для перетравлювання, всмоктування, транспортування харчових речовин, розчинення продуктів обміну необхідним розчинником є:

- а) кислота;
- б) луг;
- в) амоніак;
- г) вода.

19. Для перетравлювання, всмоктування, транспортування харчових речовин, розчинення продуктів обміну необхідним розчинником є:

- а) кислота;
- б) луг;
- в) амоніак;
- г) вода.

20. Лужний гідроліз жирів проходить у жовчі, отже значення рН в цьому випадку буде:

- а)  $\text{pH} > 7$ ;
- б)  $\text{pH} = 7$ ;
- в)  $\text{pH} = 2$ ;
- г)  $\text{pH} < 7$ .

21. Вкажіть елемент, що належить до лужних металів:



- a) Na;
- б) Cl;
- в) P;
- г) S.

22. Від наявності якого елемента залежить нормальний ріст кісток та зубів?

- a) Na;
- б) Fe;
- в) K;
- г) Ca.

23. Вкажіть елемент, що міститься в усіх рослинних продуктах, найбільше в куразі та чорносливі, а нестача в харчовому раціоні – викликає м'язову слабкість.

- a) Mg;
- б) Ca;
- в) S;
- г) J.

24. Нестача якого елемента викликає анемію та порушення імунітету:

- a) Mg;
- б) Ca;
- в) P;
- г) Fe.

25. Скільки відсотків мінеральних речовин втрачається при кулінарній обробці овочів?

- a) до 30 %;
- б) більше 50 %;
- в) 100 %;
- г) жодної правильної відповіді.

### 4.3. Варіант 3

1. Денатурація білків полягає в
  - а) повному руйнуванні молекули білка;
  - б) руйнуванні четвертинної структури білка;
  - в) зміні первинної структури молекули білка;
  - г) деструкції білкової молекули без зміни первинної структури, руйнування вторинної, третинної і четвертинної структури.
2. Джерелом поповнення якого з наведених мікроелементів є морська капуста, риба і молочні продукти, а нестача його в харчуванні приводить до розвитку зобу.
  - а) Se;
  - б) F;
  - в) Cu;
  - г) J.
3. Скільки відсотків мінеральних речовин втрачається при кулінарній обробці овочів?
  - а) до 30 %;
  - б) більше 50 %;
  - в) 100 %;
  - г) 1-3 %.
4. Вкажіть елемент, що відноситься до токсичних і може потрапити в продукти харчування при довгому зберіганні їх у консервних банках.
  - а) S;
  - б) J;
  - в) Ca;
  - г) Pb.
5. Вибрати найточніше доповнення: молекула білка має
  - а) довільний склад амінокислотних залишків;
  - б) невизначений склад амінокислотних залишків;
  - в) не строго визначений амінокислотний склад;

- г) строго визначений генетично закодований амінокислотний склад;
6. До незамінних амінокислот, які не синтезуються в організмі, а надходять з білковою їжею належать:
- а) лейцин;
  - б) глютамінова кислота;
  - в) аспарагінова кислота;
  - г) глютамін.
7. Які функціональні групи входять до складу амінокислот?
- а)  $-\text{COOH}$  і  $\text{NH}_2$ ;
  - б)  $-\text{OH}$  і  $-\text{NH}_2$ ;
  - в)  $-\text{CO}-$  і  $\text{CH}_2$ ;
  - г)  $-\text{COOH}$  і  $-\text{OH}$ .
8. Вкажіть правильне визначення: прості жири –це
- а) біополімери, які складаються із залишків амінокислот, з'єднаних пептидними зв'язками;
  - б) низькомолекулярні органічні сполуки різної хімічної природи, які є біорегуляторами процесів, що протікають у живому організмі.
  - в) продукти поліконденсації моносахаридів, зв'язаних між собою глікозидними зв'язками .
  - г) складні естери, що утворюються при етерифікації вищих карбонових кислот та гліцерину.
9. Процес приєднання гідрогену до залишків ненасичених жирних кислот рослинних жирів називається:
- а) гідролізом;
  - б) переестерифікацією;
  - в) окисненням;
  - г) гідрогенізацією жирів.
10. Вкажіть, яка з наведених речовин належить до класу складних ліпідів:
- а) фосфоліпіди;
  - б) віск;

- б) гліцериди;  
в) ланолін.
11. Виберіть схематичне зображення поліпептидного зв'язку, що утворюється при з'єднанні амінокислотних залишків у молекули білка:
- а)  $-\text{CO}-\text{NH}-$ ;  
б)  $-\text{NH}-$ ;  
в)  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ ;  
г)  $-\text{CH}=\text{CH}-$ .
12. З наведених сполук виберіть формулу, що відповідає ацетатній кислоті
- а)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ;  
б)  $\text{CH}_4$ ;  
в)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ;  
г)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
13. Виберіть найбільш вдале визначення ферментів
- а) – це небілкові речовини, що прискорюють швидкість реакції;  
б) – це хімічні речовини, що сповільнюють швидкість реакції;  
в) – це речовини, що не впливають на швидкість хімічних реакцій;  
г) – це біологічні каталізатори білкової природи, що прискорюють швидкість хімічних реакцій.
14. Згідно регіональної системи цифрової кодифікації харчових добавок кожній ХД належить цифровий три – або чотиризначний код із попередньою літерою, виберіть з якою:
- а) «F»;  
б) «A»  
в) «C»;  
г) «E».
15. Вказати, яка з наведених нижче харчових добавок (ХД) є заборонена до використання у технологіях харчових продуктів:
- а) Формальдегід Е 240а;  
б)  $\beta$  - каротин (Е160а);

- в) Хлорофіл (E140);
- г) Антоціановий барвник (E163i).

16. Які з наведених нижче продуктів харчування належать до високоенергетичних?

- а) шоколад;
- б) хліб;
- в) риба;
- г) молоко.

17. Які з наведених нижче продуктів харчування належать до низькоенергетичних?

- а) шоколад;
- б) халва;
- в) фрукти;
- г) макарони.

18. Під терміном «харчові волокна» об'єднані

- а) біополімери тваринного походження;
- б) рослинні жири;
- в) вуглеводи (дисахариди);
- г) біополімери рослинної їжі, неперетравлювані полісахариди (целюлоза, геміцелюлоза, пектин і лігнін).

19. Каркас білкової молекули, амінокислотні залишки якої лінійно з'єднані між собою пептидними зв'язками утворює:

- а) первинну структуру білка;
- б) вторинну структуру білка;
- в) третинну структуру білка;
- г) четвертинну структуру білка.

20. Виберіть елемент, що є складовою частиною гемоглобіну, речовини, яка бере участь у поглинанні і транспортуванні кисню в усі тканини та органи.

- а) Fe;
- б) Co;

- в) Р;
- г) Са.

21. Вкажіть елемент, що міститься в усіх рослинних продуктах, найбільше в куразі чорносливі, а нестача в раціоні - викликає м'язову слабкість.

- а) Mg;
- б) Са;
- в) S;
- г) J.

22. Вкажіть мікроелемент, нестача якого викликає карієс зубів:

- а) Mg;
- б) Si;
- в) Р;
- г) F.

23. В шлунку розщеплюються пептиди білкової їжі, під дією ферменту пепсину, активного в кислому середовищі, виберіть значення рН шлункового соку:

- а)  $\text{pH} > 7$ ;
- б)  $\text{pH} = 7$ ;
- в)  $\text{pH} > 9$ ;
- г)  $\text{pH} < 1$ .

24. Сучасний найбільш розповсюджений спосіб довгого зберігання продуктів

- а) консервація;
- б) охолодження;
- в) нагрівання;
- г) заморожування.

25. Роль буферних сумішей в організмі людини полягає в:

- а) забезпеченні постійної температури в організмі;
- б) забезпеченні процесу травлення;
- в) забезпеченні водою органів та систем;
- г) забезпеченні постійного значення рН рідин та систем організму.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Дмитрієвич Л.Р. Основи фізіології гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів. – Суми:ВТД «Університетська книга», 2007. – С. 21-27.
2. Пасальський Б.К. Хімія харчових продуктів: Навчальний посібник. – К.: Київ. Держ. торг.-екон. ун-т, 2000.
3. Дуденко Н.В., Павлоцька Л.Ф., Кривоносов М.В., Кратенко Р.Н. Биологическая химия. – Харьков: Прапор, 1999. – С.100-107.
4. Скурихин И.М. Все о пище с точки зрения химика. / И.М.Скурихин, А. П. Нечаев.— Москва: Высшая школа, 1991.—288 с.
5. Азбука харчування. Рациональне харчування / За ред. А.І. Смолякової, І.О. Мартинюк. – Львів: Світ, 1991. – 200 с.
6. Біохімія: Підручник для вузів. – К.: Либідь, 1995. – 464 с.
7. Биосфера, питание, здоровье / Под ред. А.И.Смоляковой, И.О.Мартинюк. – Львов: Выща шк., 1982. – 132 с.
8. Боєчко Ф.Ф. Біологічна хімія /Ф.Ф. Боєчко. – Київ: Вища шк., 1995.–536 с.
9. Пищевая химия./ Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. / Под ред. А.П. Нечаева. – Издание 4-е, испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.
10. Даценко І.І. Основи загальної і тропічної гігієни / І.І. Даценко, Р.Д. Габович. – К.: Здоров'я, 1995. – 424 с.
11. Бузник И.М. Энергетический обмен и питание / И.М. Бузник. – М.: Медицина, 1990. – 155 с.
12. Губергриц А. Я. Лечебноепитание / А.Я. Губергриц, Ю.В. Линевский. – К.: Выща шк., 1985. – 296 с.
13. Дуденко Н.В. Фізіологія харчування / Н.В. Дуденко, Л.Ф. Павлоцька. – Х.: НВФ “Студцентр”. 1999. – 392 с.
14. Мицык В.Е. Рациональное питание и пищевые продукты / В.Е. Мицык, А.Ф. Невольниченко. – К.: Урожай, 1994. – 332 с.

- 15.Пасальський Б.К., Чикун Н.Ю. Навчальний посібник. «Харчова хімія. Лабораторний практикум». КНТЕУ, 2015 р.
- 16.Павлоцкая Л.Ф. Физиология питания / Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, М.М. Эйдельман. – М.: Высш. шк., 1989. – 368 с.
- 17.Смоляр В.И. Рациональное питание / В.И. Смоляр. – К.: Наук. думка, 1991. – 355 с.
- 18.Химический состав пищевых продуктов / Под ред. И.М.Скурихина и В.В. Шатерникова. – М.: Пищ. пром-сть, 1984. – 240с.
- 19.Коршунова Г.Ф., Слащева А.В., Сабіров О.В. Технологічні основи безпеки продуктів харчування: навч. посібник. – Донецьк: Дон НУЕТ, 2009.–524 с.
- 20.Коршунова А.Ф. Пищевые добавки: учебн. пособие – Донецк: ДонНУЭТ, 2008. – 140 с.
- 21.Нечаев О. П., Болотов В. М. Харчові барвники. Харчові інгредієнти (сировина та добавки) .- К.: 2001. -214с.
- 22.Голубев В.Н. Основы пищевой химии. – М.: МГЗИПП, 1997. – 222 с.
- 23.Мартинчик А.Н. и др. Физиология питания, санитария и гигиена / А.Н. Мартинчик и др. – М.: Мастерство; Высш.шк., 2000. – 192 с.
- 24.Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук: навч. посіб./ Ю.О. Ластухін. – Л. : Нац. ун-т «Львів, політехніка»; Інтелект-Захід, 2005. – 560 с.
- 25.Скуратовская О.Д. Контроль качества продукции физико-химическими методами / О.Д. Скуратовская. – М.: ДеЛи принт, 2001 – 141с.



## ДОДАТОК А

Таблиця 1 А

## Деякі характеристики харчових добавок

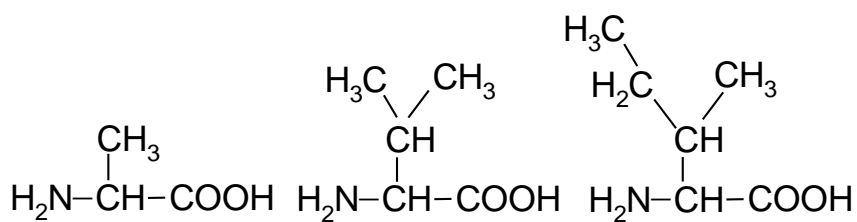
небезпечні	E110, E123, E127, E129, E150, E151, E173-175, E210, E212, E216-219, E227, E228, E235, E242, E339-341, E400-403, E450-452, E521-523, E541-556, E559, E574-579, E620-625, E900, E912, E951, E954, E965, E967, E999, E1200-1202
сумнівні	E102, E104, E120, E122, E124, E141, E150, E161, E173, E180, E241
канцерогени	E103, E105, E121, E123, E125, E126, E130, E152, E240, E131, E142, E210-217, E239, E330
руйнують вітамін В <sub>12</sub>	E220
викликають хвороби печінки і нирок	E171-173, E320-322
порушують функцію шкіри	E230, E231, E233
викликають висипання	E311, E312
містять багато холестерину	E320, E321
порушують травлення	E338, E340, E341, E407, E450, E461-463, E466, E468
алергени	E230-232, E239, E311-313
викликають захворювання шлунково-кишкового тракту:	E221-226, E320-322, E338-341, E407, E450, E461-466

### **Недозволені в Україні харчові добавки**

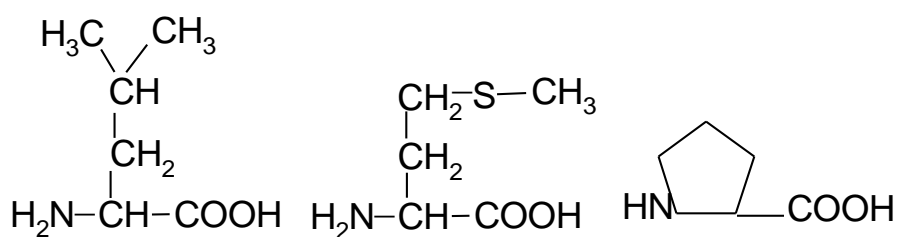
E103, E107, E125, E127, E128, E140, E153-155, E160, E166, E173-175, E180, E182, E209, E213-219, E225-228, E230-233, E237, E238, E241, E263, E264, E282, E283, E302, E303, E305, E308-314, E317, E318, E323-325, E328, E329, E343-345, E349-352, E355-357, E359, E365-368, E370, E375, E381, E384, E387-390, E399, E430, E408, E409, E418, E419, E429-436, E441-444, E446, E462, E463, E465, E467, E474, E476-480, E482-489, E491-496, E505, E512, E519, E521-523, E535, E537, E538, E541, E542, E550, E554-557, E559, E560, E574, E576, E577, E580, E622-625, E628, E629, E632-635, E640, E641, E906, E908-911, E913, E916-919, E922, E923, E924, E925, E926, E929, E943, E944-946, E957, E959, E1000, E1001, E1105, E1503, E1521. Заборона цих добавок пов'язана з тим, що весь комплекс випробувань ще не завершений.

## ДОДАТОК Б

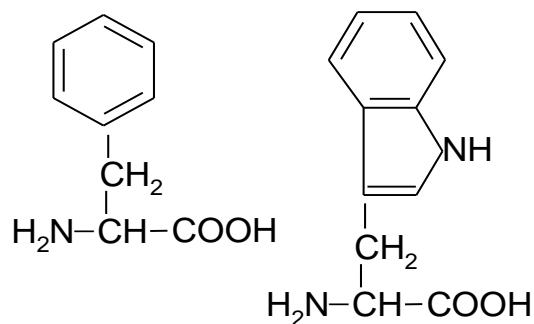
### Структурні формули амінокислот



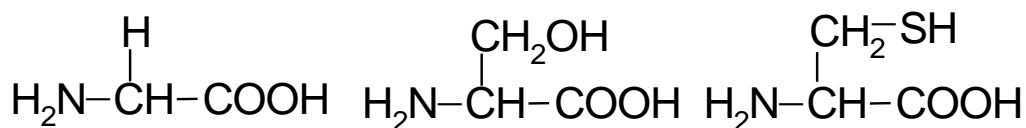
Аланін (Ала, Ala, A)    Валін (Вал, Val, V)    Ізолейцин (Ілей, Ile, I)



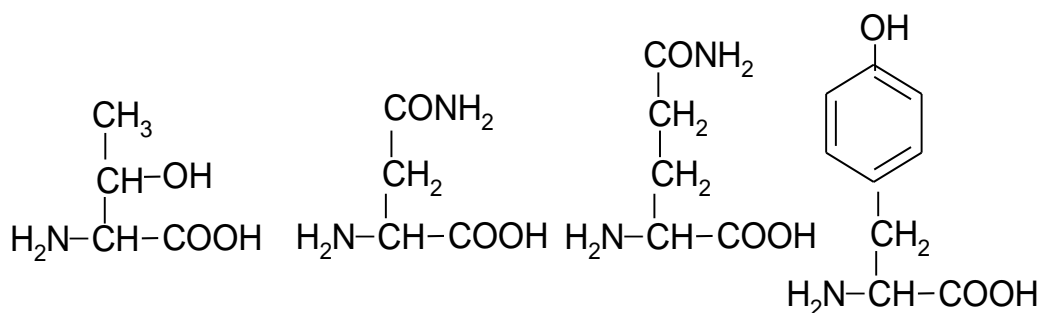
Лейцин (Лей, Leu, L)    Метіонін (Мет, Met, M)    Пролін (Про, Pro, P)



Фенілаланін (Фен, Phe, P)    Триптофан (Три, Trp, W)



Гліцин (Глі, Gly, G)    Серин (Сер, Ser, S)    Цистеїн (Цис, Cys, C)



Треонін

(Тре, Thr, T)

Аспарагін

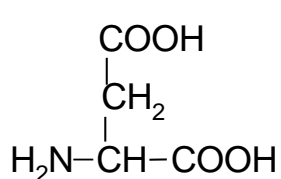
(Асн, Asn, N)

Глутамін

(Глн, Gln, Q)

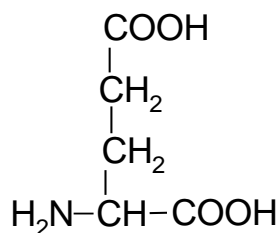
Тирозин

(Тир, Tyr, Y)



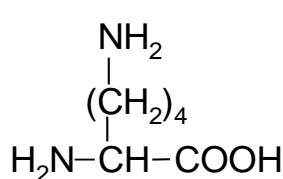
Аспарагінова кислота

(Асп, Asp, D)



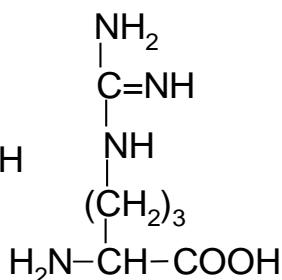
Глутамінова кислота

(Глу, Glu, E)



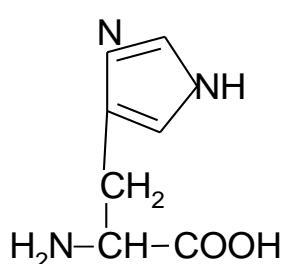
Лізін

(Ліз, Lys, K)



Аргінін

(Арг, Arg, R)



Гістидин

(Гіс, His, H)

\* - в дужках подаються скорочені українська, англійська назви і міжнародний символ

## ДОДАТОК В

### Основні способи фальсифікації харчових продуктів та їх викриття

Харчові продукти	Способи фальсифікації	Викриття фальсифікації
Борошно	Підмішування борошна нижчого гатунку та висівок. Підмішування до борошна інших зернових рослин (бобових) та крохмалю	Просіювання. Визначення вмісту клітковини. Мікроскопування і дослідження форми, розмірів крохмальних зерен Обробка розчином йоду. Дослідження клітковини та озолення в разі підмішування житнього борошна. Дослідження вмісту N в разі підмішування бобових.
М'ясні продукти	Заміна м'яса на інші тваринні компоненти (вим'я, легені, печінка, інші субпродукти; м'ясо з голів, м'ясні обрізки) та білковими ізолятами.	Визначення вмісту сполучної тканини (колагену) або оксипроліну. Визначення вмісту білка і амінокислот.
Молоко, кисломолочні продукти	Підмішування до молока різних консервуючих речовин - соди, - крейди, - саліцилової кислоти, - бензойної кислоти, - борної кислоти та бури. Розведення водою. Підмішування борошна Кип'ятіння молока	Визначення з допомогою розолової кислоти (метод Гілдера) або фометрії. Реакція із ферум хлоридом. Хроматографічний метод. Визначення вмісту жиру за допомогою розчину йоду. Проби з гваяковою кислотою (проба Арнольда). Визначення густини, вмісту жиру, сухого залишку.
Сири	Підмішування борошна або крохмалю, сторонніх жирів.	Додавання розчину йоду. Хроматографічне визначення жирних кислот. Використання сенсорних методів аналізу.
Жири	Додавання маргарину, кокосового, пальмового жирів	Визначення жирнокислотних та молекулярних форм триацилгліцеролів хроматографічним методом, порівняння результатів із рецептурою досліджуваних жирів та олій.
Алкогольні напої	Повна або часткова заміна питного спирту на технічний. Розведення водою. Недовкладення окремих компонентів або їхня заміна на сурогати	Визначення вмісту сивушних масел, фурфуролу. Вимірювання спирту спиртометром. Визначення окремих компонентів згідно із рецептурою.
Коньяк	Додавання етилового спирту або використання коньячного спирту. Додавання до розведеного коньяку ароматичних речовин, барвників	Використання мікроколункової хроматографії. Визначення вмісту гексоз. Визначення вмісту барвників та ароматизаторів.
Пиво	Використання неякісної сировини (несолоджених матеріалів). Скорочення терміну бродіння. Розведення	Визначення вмісту окремих вуглеводів і амінокислот, а також органічних. Вимірювання об'єму. Визначення вмісту сухих речовин або золи. Визначення рН Визначення

	водою. Додавання піноутворювачів, гліцерину.	вмісту гліцерину.
Вино	Підфарбовування. Розведення водою (розсироплення) і наступне додавання спирту, етиленгліколю, декстрину, кухонної солі. Шеблізування (додавання гліцерину) та гіпсування (молодого вина).	Визначення барвників хроматографічним методом. Визначення золи. Визначення вмісту гліцерину. Визначення вмісту $\text{SO}_3$ . Визначення вмісту $\text{Al}_2\text{O}_3$
Соки	Розведення водою Додавання цукрового сиропу, інвертованого цукру, барвників, консервантів, соків низького гатунку.	Визначення моно- і дисахаридів методом ВЕРХ та газовою хроматографією. Визначення вмісту барвників. Визначення консервантів.
Мелена кава	Додавання зернових культур та жолудів. Додавання цикорію, паленого цукру. Ароматизація кави.	Додавання розчину йоду та хлорного заліза (для виявлення жолудів). Реакція з фелінговою рідиною. Визначення вмісту кофеїну та золи. Мікроскопічні дослідження. Визначення вмісту ароматизаторів.
Алкогольні, безалкогольні напої	Використання синтетичних барвників і ароматизаторів.	Визначення вмісту барвників. Метод визначення синтетичних барвників ґрунтується на зміні рН середовища шляхом додавання будь-якого лужного розчину в об'ємі, який перевищує об'єм напою. При зміні рН середовища натуральні барвники червоного, синього, фіолетових кольорів змінюють: червоний – на брудний синій, синій та фіолетовий – на червоний та бурий. Колір синтетичних барвників в лужному середовищі не змінюється. Жовтий, жовтогарячий, зелений кольори (каротиноїди, хлорофіли) в лужному середовищі після кип'ятіння змінюються: жовтий, жовтогарячий – знебарвлюються, зелений – стає бурим або темно-зеленим.

## ДОДАТОК Г

## Коефіцієнти фізичної активності при різних видах діяльності

Вид діяльності	Показник КФА		Вид діяльності	Показник КФА	
	Ж	Ч		Ж	Ч
1	2	3	1	2	3
<i>1. Навчальна діяльність</i>			<i>3. Ведення домашнього господарства</i>		
1.1. Практичні заняття			3.1. Легке прибирання	2,7	2,7
а) лабораторні	2,7	2,6	3.2. Прибирання з помірним навантаженням	3,3	3,7
б) семінарські	1,9	1,8	3.3. Підмітання будинку	3,5	3,5
1.2. Навчально-дослідницька робота			3.4. Підмітання подвір'я	3,1	3,0
а) проведення хімічних аналізів	2,6	2,5	3.5. Прання одягу, білизни	2,5	3,3-4,4
б) прибирання робочих місць після експерименту	2,2	2,0	3.6. Миття посуду	1,6	1,5
в) обговорення наукових проблем	2,2	2,1	3.7. Догляд за дітьми	2,2	2,7
1.3. Робота на комп'ютерах (операторська) сидяча	1,7	1,6	3.8. Приготування їжі	1,8	2,2
те саме стоячи	2,7	2,6	3.9. Придбання товарів, продуктів	3,5	4,0-4,6
1.4. Лекції	2,0	1,9	3.10. Миття підлоги, стін, вікон	3,3	3,7
1.5. Підготовка до занять			4. Переміщення		
а) читання навчальної літератури	1,6	1,6	4.1. Ходіння по дому	2,5	2,4
б) перегляд наукової літератури	1,8	1,7	4.2. Прогулянка: повільна	2,8	3,0
в) реферування наукової літератури	2,0	1,9	4.3. У звичайному темпі	3,2	3,4
2. Особиста гігієна, самообслуговування			4.5. У гору (повільно)	2,8	2,3

а) умивання	1,6	1,5	4.6. У гору в звичайному темпі	3,6	3,4
б) душ	1,8	1,7	4.7. У гору в швидкому темпі	7,5	6,6
в) одягання, роздягання, взування	1,9	1,8	4.12. Ходьба по сходах	6,2	6,1
г) прийом їжі сидячи	1,5	1,3	4.13. Їзда в транспорті	1,7	1,5
Рукодільництво			Вишивання	1,5	1,5
Шиття	1,5- 3,0	1,9- 3,0	В'язання	1,9	2,0



## ДОДАТОК Д

### НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

#### дисципліни ФПН 1 «Харчова хімія»

#### І. Мета та завдання навчальної дисципліни

Харчова хімія – наука про хімічний склад харчових систем (сировина, напівфабрикати, готові до вжитку харчові продукти), його зміни в ході технологічного потоку під впливом різних факторів (фізичних, хімічних, біохімічних). Дисципліна вивчає взаємодію структури і властивостей харчових речовин, вплив на властивості та харчову цінність продуктів харчування.

Мета: формування сучасних наукових уявлень про харчування людини, які вважаються одним із найважливіших досягнень харчової хімії, закріплення у свідомості студентів необхідності забезпечення збалансованим економічно рентабельним харчуванням усіх груп населення.

Завдання: формування у студентів необхідного рівня теоретичної та практичної підготовки для використання у майбутній практичній діяльності знань щодо хімічної природи основних речовин, що входять до складу живих організмів, а також ознайомлення з хімічними перетвореннями білків, вуглеводів, ліпідів, мінеральних елементів у процесі життєдіяльності людини, із роллю вітамінів та ферментів у цих процесах, принципами здорового способу життя та методами раціонального харчування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

#### **знати:**

- особливості хімічного складу рослинної та тваринної сировини в порівняльному аспекті;
- будову, властивості, біологічне значення макронутрієнтів та мікронутрієнтів;
- обмін білків, вуглеводів, ліпідів в організмі людини;
- межі взаємозамінності макронутрієнтів;
- чинники, які обумовлюють якість харчової сировини та готової продукції;
- теоретичні основи раціонального харчування.

#### **вміти:**

- використовувати знання про хімічний склад сировини та способи його переробки для прогнозування якості готового продукту;
- робити висновки, щодо безпечності харчового об'єкту, який досліджується;
- складати харчові раціони.

#### II. Зміст навчальної дисципліни

##### Вступ

Хімія харчових продуктів і харчування людини. Класифікація сучасних продуктів харчування. Основні напрямки харчової хімії. Харчування і життєдіяльність організму. Обмін речовин, енергії і життя Травна система та імунітет. Хімічний склад та харчова цінність продуктів харчування. Значення харчових речовин.

Значення харчової хімії для фахівців у галузі готельно-ресторанної справи в процесі грамотного і безпечного використання продуктів харчування.

### **Тема 1. Основи загальної хімії**

Основні поняття та закони хімії. Будова атома. Хімічний зв'язок і будова молекул. Класифікація та номенклатура неорганічних сполук. Хімічна кінетика. Хімічна рівновага. Гідроліз солей. Фізичні та хімічні властивості води та льоду. Вода, її фізичні та хімічні властивості. Дисоціація води. Водневий показник рН. Розчини. Діаграма стану води. Будова молекули та властивості води. Взаємодія вода – розчинена речовина. Структура та властивості льоду. Вільна та зв'язана волога у харчових продуктах. Активність води. Ізотерми сорбції. Активність води та стабільність харчових продуктів. Методи визначення вологи у харчових продуктах. Визначення загального вмісту вологи. Визначення вільної та зв'язаної вологи.

### **Тема 2. Основи неорганічної хімії**

Хімія s-елементів. Хімія p-елементів. Метали. Хімія d-елементів. Комплексні сполуки. Мінеральні речовини. Роль мінеральних речовин в організмі людини. Мінеральний склад основних продуктів харчування. Мікроелементи в організмі людини. Класифікація та характеристика окремих макро - і мікроелементів. Вплив технологічної обробки на мінеральний склад продуктів харчування. Методи виявлення мінеральних сполук.

### **Тема 3. Основи аналітичної хімії**

Основи якісного аналізу. Групи катіонів та аніонів. Основи кількісного аналізу. Гравіметричний метод аналізу. Титриметричні методи аналізу. Фізико-хімічні методи аналізу.

### **Тема 4. Основи фізичної та колоїдної хімії**

Електрохімічні властивості молекул. Міжмолекулярна взаємодія. Основні поняття, терміни термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Закони термохімії. Хімічна рівновага. Електродні потенціали. Хімічні джерела струму. Корозія металів. Електроліз. Швидкість хімічних реакцій. Залежність швидкості хімічної реакції від температури. Каталіз та каталізатори. Поверхневі явища та адсорбційні рівноваги. Особливості колоїдного стану речовини. Класифікація колоїдних систем. Методи й умови одержання дисперсних систем. Основні властивості дисперсних систем. Агрегатна стійкість. Коагуляція. Структурутворення у дисперсних системах. Напівколоїдні та розчини високомолекулярних сполук.

### **Тема 5. Основи біоорганічної хімії**

Теоретичні основи органічної хімії. Вуглеводні. Класифікація. Фізичні та хімічні властивості.

Основи хімії гідрокси- та оксосполук. Класифікація, номенклатура спиртів та фенолів. Хімічні властивості спиртів і фенолів. Багатоатомні спирти як цукрозамінники. Феноли як антиоксиданти. Фенольні сполуки рослинного походження.

Класифікація, номенклатура альдегідів і кетонів. Хімічні властивості альдегідів і кетонів. Карбонільні сполуки – речовини аромату.

Карбонові кислоти. Харчові кислоти. Класифікація, номенклатура. Хімічні властивості кислот. Харчові кислоти та кислотність продуктів. Регулятори кислотності харчових систем. Харчові кислоти в харчуванні. Методи визначення кислот в харчових продуктах.

### **Тема 6. Аміни. Нітрогеновмісні гетероциклічні сполуки. Амінокислоти**

Класифікація, номенклатура. Хімічні властивості амінів. Поняття про діазо- та азосполуки, азобарвники. Поняття про нітрогеновмісні гетероциклічні сполуки.

Класифікація, номенклатура. Есенціальні та неесенціальні амінокислоти. Хімічні властивості амінокислот. Поняття про пептиди. Будова пептидного зв'язку.

### **Тема 7. Білки, їх перетворення при зберіганні та переробці сировини**

Якість їжі. Білки у харчуванні. Поняття про ферменти. Проблема білкового дефіциту на Землі. Білково-калорійна недостатність і її наслідки. Харчові алергії. Амінокислотний склад білків та їх функції в організмі. Харчова та біологічна цінність білків. Будова пептидів і білків. Фізіологічна роль пептидів. Первинна структура білкової молекули.. Вторинна структура. Третинна структура. Четвертинна структура білкової молекули.

Білки харчової сировини. Підвищення харчової та кормової цінності білків зерна та продуктів з нього. Нові форми білкового харчування. Зміни білків при переробці харчової сировини в готові продукти, а також при зберіганні. Основні властивості білків і амінокислот (гідратація, денатурація, піноутворення, меланоїдиноутворення) та їх роль в технології харчових продуктів.

Розпад білків в шлунково-кишковому тракті людини. Метаболізм білків та амінокислот. Нуклеїнові кислоти. Синтез білка.

### **Тема 8. Вуглеводи в сировині та продуктах харчування**

Загальна характеристика вуглеводів. Моносахариди. Полісахариди. Фізіологічна роль вуглеводів. Засвоювані і незасвоювані вуглеводи. Перетворення вуглеводів при виробництві харчових продуктів. Гідроліз вуглеводів. Процеси бродіння та окиснення. Функції моносахаридів, олігосахаридів і полісахаридів у харчових продуктах. Крохмаль. Глікоген. Целюлоза. Геміцелюлоза. Пектинові речовини. Вміст вуглеводів у рослинній сировині та продуктах харчування. Вуглеводневий обмін.

### **Тема 9. Ліпіди (жири та олії)**

Будова та склад ліпідів. Жирнокислотний склад олій та жирів. Вміст в рослинній та тваринній сировині. Прості та складні ліпіди. Ліпіди, які здатні та не здатні до омилення. Ацилгліцерини. Воски. Гліколіпіди. Фосфоліпіди. Запасні ліпіди. Роль в харчуванні. Структурні ліпіди. Обмін ліпідів.

Ліпіди в сировині та харчових продуктах. Хімічний склад та основні функції ліпідів. Прості та складні ліпіди, фосфоліпіди. Есенціальні вищі жирні кислоти. Супутні речовини жирів – стероїди, пігменти та їх роль в харчових технологіях. Основні компоненти сирого жиру. Харчова цінність олій та жирів.  $\Omega$ -6 та  $\omega$ -6 поліненасичені жирні кислоти. Перетворення ліпідів під час виробництва продуктів харчування. Калорійність харчових продуктів. Коефіцієнт ефективності метаболізації есенціальних жирних кислот (КЕМ).

### **Тема 13. Вітаміни**

Водорозчинні вітаміни. Жиророзчинні вітаміни. Сполуки, що близькі до вітамінів. Роль вітамінів у харчуванні та технології.

Вітамінізація продуктів харчування. Вітаміни та здоров'я.

### **Тема 14. Харчові та біологічно активні добавки, ароматизатори**

Загальні відомості про харчові добавки. Визначення. Класифікація. Загальні підходи до підбору технологічних добавок. Безпека харчових добавок. Речовини, що покращують зовнішній вигляд харчових продуктів. Харчові барвники. Речовини, що змінюють структуру та фізико-хімічні властивості харчових продуктів. Згущувачі та гелеутворювачі.

Емульгатори. Речовини, які впливають на смак та аромат харчових продуктів. Підсолоджуючі речовини. Ароматизатори. Харчові добавки, що посилюють та модифікують смак і аромат. Харчові добавки, які сповільнюють мікробіологічне та окисне псування харчової сировини і готових продуктів. Консерванти. Технології консервування та зберігання продуктів харчування. Антибіотики.

Біологічно активні добавки (БАД) до їжі в сучасній нутріціології. Класифікація. Передумови розробок і використання БАД. Вимоги й відношення до БАД в різних країнах. Побічні ефекти БАД. Основні відмінності між БАД та лікарськими засобами, БАД та їжею.

### **Тема 15. Безпека харчових продуктів**

Класифікація чужорідних речовин та шляхи їх поступлення в продукти. Навколишнє середовище – основне джерело забруднення сировини і харчових продуктів. Міра токсичності речовин. Забруднення речовинами, які застосовуються в рослинництві. Забруднення продуктів харчування речовинами, які застосовуються у тваринництві. Природні токсиканти. Бактеріальні токсини. Мікотоксини. Методи визначення мікотоксинів і контроль за забрудненням харчових продуктів. Фальсифікація: аспект безпеки. Генетично модифіковані продукти харчування. Невизначеність близької, дальньої та далекосяжної небезпек продуктів харчування з ГМО. Харчові алергії.

Причини псування харчових продуктів. Основні способи зберігання та консервування плодів та овочів. Зберігання овочів та плодів у свіжому вигляді. Принципи зберігання. Типи сховищ для овочів і плодів. Зберігання основних видів овочів. Зберігання в умовах активної вентиляції. Зберігання плодів. Тара для плодово-овочевих консервів. Загальні процеси консервування. Вимоги до технології консервування з врахуванням небезпеки ботулізму. Квашення та соління овочів, вимочування плодів і ягід. Маринування овочів та плодів. Виробництво плодово-ягідних соків.

### **Тема 16. Наукові основи раціонального харчування**

Фізіологічні аспекти хімії харчових речовин. Харчування і травлення. Основні процеси травлення. Схеми процесів травлення макронутрієнтів. Метаболізм макронутрієнтів. Теорії і концепції харчування. Основні принципи раціонального харчування. Рекомендовані норми споживання харчових речовин та енергії. Харчовий раціон сучасної людини. Основні групи харчових продуктів. Концепція збалансованого харчування. Концепції здорового харчування. Функціональні інгредієнти та продукти. Норми контролю харчування. Модні дієти та раціональне харчування.

### **Тема 17. Методи дослідження якості сировини та харчових продуктів**

Методи дослідження мінеральних речовин, білкових речовин, ліпідів, вуглеводів сировини та харчових продуктів.

### **Тема 18. Українська народна та традиційна кухня.**

#### **Лікувальне харчування**

Історія української кухні. Традиційна кухня. Рецепти козацьких страв. Рецепти святкових страв і технології приготування їжі. Сучасна українська кухня. Основні способи приготування їжі. Смакові відчуття та інші показники якості їжі. Напої.

Лікувальне та профілактичне харчування. Їжа як фармакологічний фактор. Корисні мікроби. Спосіб харчування для забезпечення нормальної життєдіяльності організму. Роль харчування для попередження захворювань. Дієтичне харчування. Технологія приготування дієтичних страв у домашніх умовах. Попередження харчового отруєння.

Лікувальне харчування при різних захворюваннях. Харчові продукти та їх роль у раціональному та лікувальному харчуванні.

#### Рекомендована література

1. Скоробагатий Я.П., Гузій А. В., Заверуха О.М. Харчова хімія: [Навчальний посібник]. – Львів: «Новий світ - 2000», 2012. -514 с.
2. Скурихин И.М. Все о пище с точки зрения химика. / И.М.Скурихин, А.П. Нечаев.—Москва: Высшая школа, 1991.—288 с.
3. Лабій Ю.М. Харчова хімія. Навчальний посібник. /Ю.М. Лабій.— Івано-Франківськ: ПНУ, 2012.—104 с.
4. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А.Кочеткова и др./ Под ред. А.П. Нечаева; издание 4-е, испр. и доп. – СПб.: ГИРД, 2007. – 640 с.
5. Плахоткин В.Я. Контроль качества пищевых продуктов / В.Я. Плахоткин.— К.: Урожай, 1988. — 242 с.
6. Биологическая химия / Н.В. Дуденко, Л.Ф. Павлоцкая, М.В. Кривоносов, Р.Н. Кратенко. – Харьков: Прапор, 1999. – 318 с.
7. Павлоцька Л.Ф. Основи фізіології гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів / Л.Ф. Павлоцька, Н.В. Дуденко, Л.Р. Дмитрієвич. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 441 с.
8. Пасальський Б.К. Хімія харчових продуктів: Навч. пос. / Б.К. Пасальський. – К.: Київ. Держ. торг.-екон.ун-т, 2000. – 196 с.
9. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров: Учебник; 2-е изд. доп. / В.М. Позняковский – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 448 с.
- 10.Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення: Підручник / А.А. Дубиніна, Л.П. Малюк, Г.А. Селютина та ін. – К.: ВД «Професіонал», 2007. – 384 с.
- 11.Донченко Л.В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания / Л.В. Донченко, В.Д. Надтыка. – М.: Пищевая пром-сть, 1999. – 352 с.
- 12.Пищевая химия: Лабораторный практикум. Пособие для вузов / А.П. Нечаев., С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.– СПб.: ГИРД, 2006. – 304 с.
- 13.Ю.О. Ластухін, С.А. Воронов. Органічна хімія.— Львів: Центр Європи, 2001.-450 с.
- 14.А.А. Петров, Х.В. Бальян, А.Т.Трощенко. Органическая химия. - М.: Высшая школа, 1973. - 608с.
- 15.Терней А. Современная органическая химия в двух томах. - М.: Мир, 1981.- 679с.
- 16.Курта С.А.Органічно хімія ч.1,2 — Івано-Франк., 2006. — ч.1. 250 с., ч.2.150 с.
- 17.Крестович В.П. Биохимия растений / В.П. Крестович —Москва: Высшая школа, 1980.— 445 с.
- 18.Ершов Ю.А., Плетнева Т.В. Механизмы токсического действия неорганических соединений. - М.: Медицина, 1989. - 272 с.
- 19.Покровский А.А. Роль биохимии в развитии науки о питании. /А.А. Покровский — Москва: Наука. 1974. — 246 с.
20. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи. / В.Б.Толстогузов — Москва: Агропромиздат, 1987.— 304 с.