

Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

## **ТОКСИКОЛОГІЧНА ХІМІЯ**

**Методичні рекомендації до самостійної роботи  
та лабораторних робіт  
для студентів спеціальності «Хімія»**

Затверджено  
на засіданні  
методичної ради  
Протокол №      від

Краматорськ,  
ДДМА,  
2020

УДК 664:687.5:615.9(075.8)

Токсикологічна хімія : методичні рекомендації до самостійної роботи та лабораторних робіт для студентів спеціальності «Хімія» / Укл.: Юсіна Г.Л. – Краматорськ : ДДМА, 2020. – 49с.

Укладач

Г.Л.Юсіна, доц.

Відповідальний за випуск

А.П.Авдєєнко, проф.

У методичних вказівках наведено основні положення щодо організації самостійної роботи студентів з дисципліни «Токсикологічна хімія», надано тематичний план лекцій, робочий план лабораторних робіт, теми індивідуальних завдань та питання для підготовки до контрольних робіт та заліку. У методичних вказівках розглянуто сучасні загальноприйняті методики якісного та кількісного аналізу основних ксенобіотиків продуктів харчування, виявлення токсичних, шкідливих або спеціальних речовин у харчових продуктах. При розробці вказівок врахована наявна матеріально-технічна база.

## ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НАД КУРСОМ «ТОКСИКОЛОГІЧНА ХІМІЯ» .....	4
2 СКЛАД КУРСУ «ТОКСИКОЛОГІЧНА ХІМІЯ» .....	5
2.1 Лекції .....	5
2.2 Лабораторні роботи .....	8
2.3 Самостійна робота .....	8
2.4 Індивідуальні завдання .....	8
2.5 Теми рефератів .....	9
2.6 Питання для підготовки до контрольної роботи №1 .....	9
2.7 Питання для підготовки до контрольної роботи №2 .....	12
2.8 Питання для підготовки до заліку.....	18
3 ПРАВИЛА РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ.....	20
4 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ .....	23
4.1 Визначення вмісту нітратів у фруктах, овочах та продуктах їх перероблення іонометричним методом.....	23
4.2 Визначення нітритів у ковбасах та м'ясопродуктах спектрофотометричним методом.....	30
4.3 Визначення залишків хлорорганічних пестицидів методом тонкошарової хроматографії.....	32
4.4 Виявлення бактеріального забруднення молока. Виявлення фальсифікації молока на наявність формальдегіду .....	34
4.5 Визначення вмісту сірчистої кислоти в мармеладі, пастильних виробах, карамелі з фруктовими начинками та цукерках з плодово-ягідними корпусами.....	36
4.7 Визначення показників якості кави .....	39
4.8 Визначення флуоридів у зубній пасті .....	44
5 ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ.....	49

# 1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НАД КУРСОМ «ТОКСИКОЛОГІЧНА ХІМІЯ»

**Метою** вивчення навчальної дисципліни "Токсикологічна хімія" є формування комплексної системи знань, умінь та навичок хіміко-аналітичного контролю харчових продуктів та косметичних засобів.

**Основними завданнями** вивчення дисципліни "Токсикологічна хімія" є:

- сформувати в студентів знання про предмет і методи токсикологічної хімії, метрологічні основи аналітичного контролю;
- сформувати навички виконання хіміко-токсикологічного контролю харчових добавок та косметичних засобів;
- сформувати установки для самостійного планування аналітичного контролю харчових добавок та косметичних засобів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:  
**знати:**

- класифікацію токсичних речовин;
- методи аналізу, що використовуються в токсикологічній хімії;
- особливості пробопідготовки харчових продуктів та косметичних засобів для визначення токсичних речовин;
- методи визначення окремих груп токсичних речовин;
- методи визначення радіонуклідів.

**вміти :**

- виконувати окремі аналітичні реакції на токсичні речовини;
- обирати умови пробопідготовки та якісного та кількісного аналізу харчових добавок та косметичних засобів;
- проводити метрологічну оцінку результатів аналізу;
- документувати проведення лабораторних та експертних досліджень.

Курс «Токсикологічна хімія» включає лекції, виконання лабораторних робіт та самостійну роботу над вивченням теоретичного матеріалу. Самостійна робота студента над курсом вміщує:

- вивчення лекційного матеріалу і навчальної літератури;
- підготовку до лабораторних робіт;
- виконання індивідуальних завдань;
- вивчення додаткової літератури.

Загальний обсяг часу для вивчення дисципліни складає 150 годин, тобто 5 кредитів ECTS. Тижневе навантаження студентів: 3 години, в тому числі лекційні та лабораторні заняття.

**Форма підсумкового контролю – залік.**

Предбачається використання модульно-рейтингової системи оцінювання знань. Основною формою контролю знань студентів в кредитно-модульній системі є складання студентами запланованого модулю. Формою контролю є накопичувальна система. Складання модуля передбачає виконання студентом комплексу заходів, запланованих кафедрою і передбаче-

них семестровим графіком навчального процесу та контролю знань студентів, затверджених деканом факультету.

Контроль знань студентів передбачає проведення вхідного, поточного і підсумкового контролю.

Вхідний контроль знань проводиться на першому тижні другого семестру, в якому вивчається навчальна дисципліна, і включає контроль залишкових знань з окремих навчальних дисциплін, які передують вивченню дисципліни «Токсикологічна» і є базовими для її засвоєння.

Поточний контроль знань студентів включає письмові контрольні роботи з окремих тем модуля дисципліни та виконання індивідуального завдання. Контрольні роботи з теоретичної частини дисципліни за розподілені таким чином:

№ теми	Тема контрольної роботи	Кількість балів	
		max	min
1-2	<b>КР1</b> за темами змістовного модуля 1.	30	17
3-7	<b>КР2</b> за темами змістовного модуля 2	30	18
	<b>Індивідуальне завдання</b>	20	10
-	<b>Захист лабораторних робіт</b>	20	10
<b>Всього</b>		100	55

Підсумковий контроль знань включає залік (письмовий) після завершення вивчення дисципліни наприкінці семестру та визначення рейтингу за підсумками роботи студента в семестрі і рейтингу з навчальної дисципліни.

## **2 СКЛАД КУРСУ «ТОКСИКОЛОГІЧНА ХІМІЯ»**

### **2.1 Лекції**

**Тема 1.** Предмет токсикологічної хімії продуктів харчування.

Історія виникнення та становлення токсикології. Поняття про основні не-безпеки отруєння харчового походження. Основна мета та завдання курсу ТХЗ, об'єкти ТХ. Основні етапи історії токсикології.

Поняття про основні небезпеки отруєння харчового походження.

Небезпека отруєнь, яка пов'язана з забрудненням навколишнього середовища. Небезпека отруєнь сполуками природного походження.

Небезпека отруєнь токсикантами мікробного походження. Небезпека отруєнь, яка пов'язана з дисбалансом харчових речовин. Небезпека отруєнь через харчові добавки та барвники.

Література: [1, розділ 1, 3], [2, розділ 1].

**Тема 2.** Біотики, ксенобіотики, гомеостаз. Загальні уявлення про механізм взаємодії організму та ксенобіотиків.

Фактори, що впливають на токсичність хімічних сполук. Основи термінології в токсикології. Поняття «доза токсиканту». Шляхи проникнення токсикантів в організм людини. Маршрути розповсюдження токсикантів в організмі. Абсорбція в шлунково-кишковому тракті. Шкірна абсорбція токсикантів. Дихальний шлях проникнення. Проникнення токсикантів в організм крізь плаценту.

Розповсюдження токсикантів в організмі людини. Фізико-хімічні властивості токсикантів та зв'язування білками. Вплив фізико-хімічних властивостей токсиканту та середовища на дифузію токсиканту. Поняття про токсикокінетику.

Література: [1, розділи 2 – 5], [2, розділи 2 – 5].

**Тема 3.** Токсикологія та екотоксикологія нітрогеновмісних шкідливих речовин.

Загальні уявлення про механізм взаємодії нітрогеновмісних шкідливих речовин з організмом. Джерела надходження нітратів і нітритів в організм людини. Визначення нітрогеновмісних сполук у продуктах харчування.

Література: [1, розділ 6], [2, розділ 6], [3, розділ 4].

**Тема 4.** Токсикологія та екотоксикологія пестицидів.

Дія хлорорганічних та фосфорорганічних пестицидів на живі організми. Характеристика пестицидів та шляхи їх потрапляння у продукти харчування. Визначення залишків пестицидів у продуктах харчування.

Література: [1, розділ 7], [2, розділ 7], [3, розділ 5].

**Тема 5.** Токсикологія та екотоксикологія важких металів.

Загальні уявлення про механізм взаємодії важких металів з організмом людини. Реагенти детоксикації дії важких металів. Токсикологія та екотоксикологія меркурію, плумбуму, кадмію, купруму, цинку, алюмінію, арсену, нікелю. Джерела забруднення продуктів харчування катіонами важких металів.

Література: [1, розділ 8], [2, розділ 8], [3, розділ 3].

**Тема 6.** Токсикологія та екотоксикологія радіонуклідів.

Дія іонізуючого випромінювання на організм людини. Контроль за вмістом радіонуклідів у продуктах харчування і продовольчій сировині. Сполуки радіопротектори. Визначення радіоактивності у продуктах харчування.

Література: [1, розділ 9], [2, розділ 9], [3, розділ 5].

**Тема 7.** Токсикологія антибіотиків та гормональних препаратів.

Джерела забруднення продуктів харчування антибіотиками. Класифікація антибіотиків та способи їх одержання. Оцінка біологічної активності антибіотиків. Хімічна структура та токсикологія антибіотиків аліциклическої будови (тет-рациклінового ряду), антибіотиків ароматичного ряду, антибіотиків гетероциклическої структури, антибіотиків глікозидів та аміноглікозидів, антибіотиків макролідів, антибіотиків поліпептидів. Хімічна

структура та токсикологія інших антибіотиків. Побічні реакції, що виникають при застосуванні антибіотиків. Хімічна структура та токсикологія гормональних препаратів.

Література: [1, розділ 10], [2, розділ 10], [5, розділ 5].

**Тема 8.** Токсикологія мікотоксинів.

Мікотоксини. Токсикологія афлатоксинів. Токсикологія трихотеценів. Токсикологія охратоксинів. Токсикологія зеараленону та його похідних. Токсикологія інших мікотоксинів. Можливості запобігання зараження продуктів мікотоксинами та їх детоксикація. Контроль мікотоксинів у продовольчій сировині та продуктах харчування. Визначення мікотоксинів у харчових продуктах.

Література: [1, розділ 11], [2, розділ 11], [3, розділ 6].

**Тема 9.** Токсикологія харчових продуктів забруднених мікроорганізмами.

Ендотоксини та екзотоксини. Організація та молекулярний механізм дії токсичної молекули бактерій. Будова токсинів бактерій, молекулярний механізм їх дії. Максимально можлива токсичність. Токсоїда Антонова. Виявлення бактеріального забруднення продуктів харчування.

Література: [1, розділи 12, 13], [2, розділ 12].

**Тема 10.** Токсикологія харчових добавок.

Токсикологія харчових барвників. Токсикологія ароматичних речовин. Токсикологія підсилювачів смаку та аромату. Токсикологія підсолоджувачів. Токсикологія харчових регуляторів кислотності та лужності. Токсикологія харчових стабілізаторів, загущувачів, комплексоутворювачів та желюючих агентів. Токсикологія харчових консервантів. Токсикологія антиоксидантів. Визначення харчових добавок у продуктах харчування.

Література: [1, розділ 14], [2, розділ 13], [5, розділ 6].

**Тема 11.** Токсикологія компонентів парфумерних та косметичних засобів.

Токсикологія жирних кислот, спиртів та восків. Токсикологія поверхнево-активних речовин, емульгаторів та змочуючих агентів. Токсикологія консервантів. Токсикологія ароматизаторів. Токсикологія барвників. Токсикологія відбілювачів шкіри. Токсикологія мінеральних олій та масел.

Література: [2, розділ 14].

## 2.2 Лабораторні роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1	Токсикологія нітрогеновмісних шкідливих речовин	4
2	Токсикологія важких металів	4
3	Токсикологія природних токсикантів	2
4	Токсикологія алкалоїдів	4
5	Токсикологія етилового спирту та алкогольних напоїв	2
6	Токсикологія компонентів парфумерних та косметичних засобів	2
Всього годин		18

## 2.3 Самостійна робота

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин
1	Предмет токсикологічної хімії	8
2	Біотики, ксенобіотики, гомеостаз. Загальні уявлення про механізм взаємодії організму та ксенобіотиків	10
3	Токсикологія та екотоксикологія нітрогеновмісних шкідливих речовин	8
4	Токсикологія та екотоксикологія пестицидів	8
5	Токсикологія та екотоксикологія важких металів	8
6	Токсикологія та екотоксикологія радіонуклідів	10
7	Токсикологія антибіотиків та гормональних препаратів	8
8	Токсикологія мікотоксинів	9
9	Токсикологія харчових продуктів забруднених мікроорганізмами	10
10	Токсикологія харчових добавок	9
11	Токсикологія компонентів парфумерних та косметичних засобів	8
	Усього	96

## 2.4 Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання студентів є частиною підсумкового контролю і виконується у вигляді реферату. Виконання індивідуального практичного завдання сприятиме кращому засвоєнню знань про *методи аналізу токсичних речовин у харчових продуктах*. Обсяг роботи 10-15 сторінок.

Робота містить такі розділи:

- *Вступ.*
- *Основна частина*, яка включає в себе характеристику токсичної



речовини та методи її аналізу і зменшення вмісту:

1. Назва токсичної сполуки, її формула.
  2. Джерела потрапляння у харчові продукти.
  3. Фізичні та хімічні властивості речовини.
  4. Допустимий вміст токсичної речовини у харчових продуктах.
  5. Вплив сполуки на організм людини та тварин.
  6. Методи аналізу.
  7. Заходи для зменшення вмісту токсичної речовини харчових продуктах.
- *Висновки.*
  - *Список використаної літератури.*

## 2.5 Теми рефератів

1. Токсичні речовини органічного синтезу: вуглеводні, галогенпохідні сполуки, спирти, феноли.
2. Токсичні речовини органічного синтезу: ефіри, альдегіди, ацеталі кислоти.
3. Токсичні речовини органічного синтезу: нітро- та аміносполуки, нітрозосполуки.
4. Токсичні речовини органічного синтезу: похідні гідразину.
5. Токсичні речовини органічного синтезу: гетероциклічні сполуки.
6. Токсичні речовини органічного синтезу: органічні барвники та пігменти.
7. Токсичні речовини органічного синтезу: полімерні матеріали.
8. Токсичні речовини органічного синтезу: поверхнево-активні речовини.
9. Токсичні речовини органічного синтезу: ефірні масла,, терпени та інші.
10. Токсичні речовини природного походження.
11. Токсичні речовини органічного синтезу: алкалоїди, глікопротеїни, ферменти, антибіотики, гормональні препарати, білково-вітамінні препарати та інші.
12. Особливості використання фармацевтичних препаратів, отрутохімікатів сільсько-господарчого призначення
13. Бойові хімічні речовини і фізико-хімічні основи їх застосування.
14. Гонадотропна, ембріотропна та мутагенна дія деяких хімічних речовин.
15. Віддалені наслідки дії хімічних сполук на серцево-судинну систему.
16. Абсорбція, розподіл, біотрансформація та виведення нових токсичних речовин. Механізм дії новітніх токсичних речовин.
17. Нові методи дослідження неорганічних токсикантів.

18. Нові методи дослідження органічних та елементорганічних токсикантів.

19. Гонадотропна, ембріотропна та мутагенна дія нових хімічних речовин.

20. Використання сучасних фізичних методів в аналізі токсикантів в біологічних матеріалах, харчових продуктах та фармпрепаратах.

## **2.6 Питання для підготовки до контрольної роботи №1**

1. Дайте визначення токсикології як науки. Наведіть приклади її зв'язку з досягненнями інших наук.

2. Поясніть зв'язок між “судовою хімією” та “токсикологічною хімією”. У чому особливість підходу І. Гадамара до токсикології як науки? Роль хіміко-токсикологічного аналізу в сучасній токсикологічній хімії.

3. Предмет вивчення дисципліни “Токсикологічна хімія харчових продуктів та косметичних засобів”, її відношення до сучасної токсикологічної хімії.

4. Що розуміють під термінами “токсикодинаміка” та “токсикокінетика”?

5. Дайте визначення поняттю “отрута”. Чим відрізняються лікарські засоби (ліки) від “отрути” за Парацельсом? Біологічний аспект дії “отрути”.

6. Наведіть класифікацію дії отрут за наслідком дії токсикантів.

7. Якими факторами визначається токсичність речовини (токсиканту)?

8. Яка різниця між канцерогенами та тератогенами?

9. Яка різниця між тератогенами та мутагенами?

10. Наведіть основні питання, які розглядає токсикологічна хімія.

11. Історія токсикології. Гіппократ, Діокорид, роботи Парацельса, Орфіли та Марша.

12. Класифікація небезпек отруєння харчового походження за Г. Робертсом.

13. Порівняйте небезпеку харчового отруєння харчовими добавками з небезпекою отруєння, яке пов'язане із забрудненням навколишнього середовища.

14. Порівняйте небезпеку харчового отруєння харчовими добавками з небезпекою отруєння мікробного походження.

15. Поняття про “гомеостаз”. Поясніть вираз “збереження гомеостазу” та поняття токсичності як явища дисгомеостазу.

16. Дайте визначення поняттям “біотики” та “ксенобіотики”.

17. Поясніть вплив дози ксенобіотика на динаміку гомеостазу та функціонування організму.

18. Загальні уявлення про механізм взаємодії організму та ксенобіотиків (проникнення токсикантів у організм, I та II стадії метаболізму ксенобіотиків).

19. Які фактори впливають на токсичність хімічних сполук?
20. Дайте визначення поняттю “доза”.
21. Поясніть, що таке граничнодопустима концентрація (ГДК).
22. Дайте визначення поняттям “термін очікування у рослинництві” та “термін очікування у тваринництві та птахівництві”.
23. Поняття про дозу та концентрацію токсикантів. Що таке період резорбції та період елімінації? Поняття про величину ЛД50.
24. Що означає термін “видова чутливість до токсикантів”?
25. Особливості дії токсикантів у разі їх проникнення в організм через шлунково-кишковий тракт.
26. Особливості дії токсикантів у разі їх проникнення в організм через дихальні шляхи.
27. Особливості дії токсикантів у разі їх проникнення в організм крізь шкіру.
28. Наслідки дії токсикантів у разі проникнення в організм крізь плаценту.
29. Абсорбція токсикантів у кров. Роль зв’язування токсикантів білками.
30. Опишіть фізико-хімічні властивості токсикантів та їх зв’язування білками.
31. Що таке токсикант-протеїнові комплекси, яка їх роль у перенесенні токсикантів у організмі?
32. Поняття про токсикокінетику. Проникнення токсикантів в організм.
33. Опишіть математичними формулами абсорбцію, поширення і процеси елімінації токсикантів з організму.
34. Що таке токсикокінетична модель? Чим зумовлена необхідність використання мультикомпаратментних токсикокінетичних моделей?
35. Уявлення про будову клітинних мембран. Роль ліпідів та білків.
36. Класифікація мембран за механізмом перенесення токсикантів крізь мембрани в клітини. Особливості мембран 1, 2, 3, та 4-го типів.
37. Поясніть термін “рецептори”. Механізм дії рецепторів.
38. Шляхи проникнення та поширення токсикантів.
39. Поняття про коефіцієнт розподілу, коефіцієнт дифузії та їх вплив на проникність токсиканту.
40. Механізми транспорту. Види перенесення речовин крізь клітинні мембрани.
41. Поняття про піноцитоз та фагоцитоз.
42. Пасивна дифузія крізь клітинні мембрани.
43. Кінетика абсорбції і поширення токсикантів у організмі людини.
44. Мембранний транспорт за допомогою білка-переносника.
45. Вплив фізико-хімічних властивостей токсиканту та середовища на дифузію токсикантів. Поняття про іонізацію, коефіцієнт розподілу, проникність.

46. Основні шляхи проникнення токсикантів у організм людини. Абсорбція, типи мембранних бар'єрів.

47. Дайте визначення терміна "метаболізм".

48. Охарактеризуйте I стадію метаболізму токсикантів.

49. Охарактеризуйте II стадію метаболізму токсикантів.

50. Опишіть реакції мікросомального окиснення ксенобіотиків.

51. Опишіть цитохром P450 залежні монооксигеназні системи.

Наведіть відповідні рівняння реакцій метаболізму токсикантів, що проходять за допомогою цитохром P450 залежних монооксигеназних систем.

52. Опишіть флавіновмісні монооксигенази (FMO). Наведіть відповідні рівняння реакцій метаболізму токсикантів, що проходять за допомогою флавіновмісних моно-оксигеназ.

53. Наведіть декілька прикладів реакцій немікросомального окиснення токсикантів.

54. Наведіть декілька прикладів реакцій відновлення токсикантів.

55. Опишіть реакції кон'югації з глюкуронідами.

56. Опишіть реакції кон'югації з сульфатами.

57. Опишіть реакції метаболізму ксенобіотиків, що каталізуються ферментами метилтрансферазами.

58. Реакції, що каталізуються глутатіон S-трансферазою (GST), з утворенням меркап-турової кислоти.

59. Приклади реакцій ацилювання токсикантів двох загальних типів.

60. Реакції кон'югації амінокислот з метаболітами токсикантів.

## **2.7 Питання для підготовки до контрольної роботи №2**

1. Назвіть джерела надходження нітратів і нітритів в організм людини.

2. Чим викликана проблема забруднення продуктів нітритами?

3. Назвіть джерела надходження нітратів у продукти тваринного походження.

4. Які фактори впливають на підвищений вміст нітратів у продуктах рослинного походження?

5. Вплив сортових особливостей овочів на вміст нітратів.

6. Як накопичують нітрати різні анатомічні частини овочів?

7. Назвіть зовнішні (природні) фактори впливу на накопичення нітратів у рослинах.

8. У яких овочах накопичується більше нітратів: які вирощують у закритому чи відкритому ґрунті?

9. Які культури не накопичують нітратів?

10. Які культури накопичують невелику кількість нітратів?

11. Які культури накопичують підвищену кількість нітратів?

12. Як впливають нітрати на організм людини?

13. Який хімізм та механізм токсичної дії нітратів?
14. В яких випадках підвищується чутливість до нітратів?
15. Навіщо контролюють вміст нітратів у харчових продуктах?
16. Що таке N-нітрозоаміни? Охарактеризуйте їх вплив на людський організм. Наведіть шляхи утворення N-нітрозоамінів.
17. У чому сутність іонометричного методу визначення нітратів у рослинній сировині? Яким методом можливо визначити вміст нітратів у м'ясопродуктах?
18. Дайте визначення терміна "пестициди". Джерела надходження пестицидів у організм людини.
19. Як класифікуються пестициди залежно від призначення?
20. Як поділяються пестициди залежно від хімічної будови?
21. Як класифікуються пестициди за стійкістю?
22. Як поділяються пестициди за здатністю до кумуляції?
23. Як класифікуються пестициди за токсичністю (за ступенем дії на організм)?
24. Вплив морфологічних і фізіолого-біологічних особливостей рослин на рівень залишків пестицидів.
25. Хлорорганічні пестициди. Фактори, що впливають на стійкість хлорорганічних пестицидів у ґрунті.
26. Фосфорорганічні пестициди, їх токсична дія на організми.
27. Дія хлорорганічних та фосфорорганічних пестицидів на живі організми.
28. Які патогенні ефекти можуть викликати пестициди при їх дії на живі організми?
29. Приклади метаболізму хлорорганічних та фосфорорганічних пестицидів у живих організмах.
30. Застосування та допустимий вміст у харчових продуктах сполук міді (фунгіцидів), сульфуру і меркурійорганічних сполук та їх дія на організм.
31. Які Ви знаєте методи визначення пестицидів?
32. У чому сутність методу визначення залишкових кількостей хлорорганічних пестицидів у харчових продуктах тонкошаровою хроматографією?
33. У чому сутність методу визначення залишкових кількостей фосфорорганічних пестицидів у харчових продуктах тонкошаровою хроматографією?
34. Дайте визначення терміна "важкі метали". Наведіть назви токсичних і високотоксичних металів (елементів).
35. Які елементи включені в список ООН найшкідливіших для людей речовин?
36. Які метали належать до есенціальних мікроелементів? Яка їх роль у живому організмі при синтезі тканин?
37. Назвіть есенціальні метали, вкажіть їх функції в живому ор-

ганізмі (для заліза, хром у тощо).

39. Шляхи потрапляння важких металів в організм людини. Значення комплексів як форм міграції металів. Приклади основних джерел забруднення харчових продуктів (продовольчої сировини).

40. Наведіть фактори, що впливають на вміст металів у продуктах рослинного походження. Вплив природи коренеплодів, їх розміру та морфології на вміст металів. Наведіть приклади.

41. Поясніть диференційоване накопичення в овочах сполук важких металів. Наведіть топологію зниження їхнього вмісту в анатомічних частинах рослинного організму.

42. Наведіть спільні закономірності токсичної дії металів, їх йонів та металоїдів на організм за В.А. Домарецьким.

43. Які метали належать до “важких”, яка їх густина?

44. Які метали належать до токсичних?

45. Вплив комплексоутворення на поширення важких металів у природних водах.

46. Вплив нітратів на токсичність металів. Напишіть відповідну реакцію.

47. Назвіть джерела забруднення біосфери важкими металами.

48. Які метали небезпечні при контакті з їжею? Назвіть фактори, що впливають на вміст важких металів у рослинній сировині.

49. Які важкі метали особливо небезпечні для здоров'я людини?

50. Загальні уявлення про механізм взаємодії важких металів з організмом.

51. Токсична дія металів та реагенти для їх детоксикації.

52. Охарактеризуйте найнебезпечніші важкі метали.

53. Охарактеризуйте меркурій як високотоксичний елемент. Шляхи забруднення ним продуктів харчування. Механізм токсичної дії меркурію.

54. Охарактеризуйте забруднення продуктів харчування плумбом. Наведіть механізми його дії на живий організм.

55. Охарактеризуйте забруднення продуктів харчування кадмієм. Наведіть механізми його дії на живий організм.

56. Охарактеризуйте забруднення продуктів харчування купрумом. Наведіть механізми його дії на живий організм.

57. Охарактеризуйте забруднення продуктів харчування цинком. Наведіть механізми його дії на живий організм.

58. Охарактеризуйте забруднення продуктів харчування алюмінієм. Наведіть механізми його дії на живий організм.

59. Охарактеризуйте забруднення продуктів харчування арсеном. Наведіть механізми його дії на живий організм.

60. Охарактеризуйте забруднення продуктів харчування нікелем. Наведіть механізми його дії на живий організм.

61. Поняття про радіоактивність. Ізотопи. Радіонукліди.

62. Види радіоактивних випромінювань.

63. Опишіть дію іонізуючого випромінювання на організм людини.

64. Які зміни на молекулярному рівні в організмі людини відбуваються при дії іонізуючого випромінювання?
65. Контроль за вмістом радіонуклідів у продуктах харчування і продовольчій сировині.
66. Що таке радіопротектори? Які механізми їх дії? Наведіть приклади радіопротекторів.
67. Що означає термін “антибіотики”? Які джерела забруднення харчової сировини та харчових продуктів антибіотиками?
68. Яку роль виконує “біологічний фільтр” (тварина), за Робертсом, між антибіотиками та їх залишками в харчових продуктах?
69. Які вимоги висуваються до антибіотиків, які призначені для стимулювання росту тварин?
70. Наведіть класифікацію антибіотиків.
71. Що означає одиниця дії антибіотика? Наведіть приклад кількісного виразу 1 од для різних антибіотиків.
72. Охарактеризуйте антибіотики аліцикпічної будови, способи їх одержання, особливості застосування.
73. Охарактеризуйте антибіотики ароматичного ряду, способи їх одержання, особливості застосування.
74. Охарактеризуйте антибіотики гетероциклічної структури (пеніциліни). Особливості їх застосування.
75. Охарактеризуйте антибіотики-глікозиди (стрептоміцини). Особливості їх застосування.
76. Охарактеризуйте антибіотики-макроліди. Особливості їх застосування.
77. Охарактеризуйте антибіотики-поліпептиди. Особливості їх застосування.
78. Охарактеризуйте антибіотики нізин та натаміцин. Особливості їх застосування.
79. Охарактеризуйте сульфамідні препарати та нітрофурани. Особливості їх застосування.
80. 14. Наведіть побічні реакції, що виникають при застосуванні антибіотиків.
81. Охарактеризуйте гормональні препарати, шляхи їх надходження до харчової продукції та негативну дію на людський організм. Особливості їх застосування.
82. Загальні уявлення про цвільові гриби, найчисленніші види, поняття про міко-токсини.
83. Поняття про гриби як одноклітинні мікроскопічного розміру організми.
84. Як поділяються мікотоксини за ступенем їх токсичності?
85. Приклади хвороб, які викликають мікотоксини.
86. Назвіть джерела надходження мікотоксинів у харчові продукти.
87. Поняття про афлатоксини. Які існують чотири основні види токсинів? Які гриби їх утворюють?

88. Як відрізняються афлатоксини В<sub>1</sub> і В<sub>2</sub> від афлатоксинів G<sub>1</sub> і G<sub>2</sub>? Як утворюються афлатоксини M<sub>1</sub> і M<sub>2</sub>?

89. Наведіть умови, за яких утворюються афлатоксини (вологість, температура, рН).

90. Вплив афлатоксинів на живі організми. Що таке мікоз та мікотоксикоз? Які види шкідливого ефекту, пов'язані з наявністю грибів (цвілі) у продуктах харчування, Ви знаєте?

91. Порівняйте токсичність афлатоксину типу G з афлатоксинами типу В.

92. Як ідентифікувати у продуктах істинні та уявні афлатоксини?

93. Як впливають афлатоксини на живий організм?

94. Що таке охратоксини? Шляхи проникнення охратоксинів в організм та їх дія на нього.

95. Що таке зеараленон?

96. Назвіть афлатоксини, які є продуктами обміну пеніцилінових грибів.

97. Який мікотоксин має канцерогенну та мутагенну дію?

98. Який ефект може спостерігатися при взаємодії афлатоксину В<sub>1</sub> з ДНК? Що таке тріхотецени?

99. Назвіть мікотоксин, що виділяється під час псування фруктового соку, стійкий до високих температур і пастеризації.

100. Назвіть засоби запобігання потраплянню до їжі мікотоксинів.

101. Яка різниця між харчовим отруєнням та харчовою інфекцією?

102. Що ми називаємо харчовим отруєнням (харчовою інтоксикацією)?

103. Назвіть збудників харчової інфекції.

104. Що таке явище бактеріємії і коли воно спостерігається?

105. На які класи поділяються бактерійні токсини?

106. Які механізми дії екзотоксинів?

107. Які механізми дії бактерійних токсинів?

108. Як пов'язано зростання біологічної активності органічних речовин із збільшенням молекулярної маси?

109. З чим пов'язана токсичність ботулічного токсину?

110. Охарактеризуйте небезпеку вживання продуктів, заражених мікроорганізмами.

111. Джерела потрапляння мікроорганізмів до харчових продуктів.

112. Охарактеризуйте механізм дії ендотоксинів та екзотоксинів на клітинному рівні.

113. З чим пов'язана стафілококова інтоксикація, які умови розмноження стафілококів у харчових продуктах? Наведіть кількість стафілококових ентеротоксинів. Охарактеризуйте фізико-хімічні властивості стафілококового ентеротоксину.

114. Стрептококове зараження харчових продуктів. Наслідки вживання продуктів, заражених стрептококами.

115. Зараження харчових продуктів бактеріями роду *Proteus*.



Наслідки вживання продуктів, заражених бактеріями роду *Proteus*.

116. Зараження харчових продуктів бактеріями *Bacillus cereus*.  
Наслідки вживання продуктів, заражених бактеріями *Bacillus cereus*.

117. Зараження харчових продуктів бактеріями роду *Escherichia*.  
Наслідки вживання продуктів, заражених бактеріями роду *Escherichia*

118. Сальмонельоз. Зараження харчових продуктів бактеріями роду *Salmonella*.  
На- слідки вживання продуктів, заражених бактеріями роду *Salmonella*.  
Охарактеризуйте збудника сальмонельозу.

119. Ботулізм. Зараження харчових продуктів бактеріями *Clostridium botulinum*.  
На- слідки вживання продуктів, заражених бактеріями *Clostridium botulinum*.

120. Що означає термін “харчові добавки”? Для чого використовують харчові добавки?

121. Коли розпочали використовувати харчові добавки?

122. Що означає індекс Е?

123. За яким принципом визначають безпечні дози харчових добавок у харчових продуктах?

124. Які харчові добавки заборонені для використання в Україні?

125. Яка різниця між забороненими та недозволенними харчовими добавками?

126. Охарактеризуйте токсикологію харчових барвників.

127. Чим небезпечний барвник тартазин?

128. Які з харчових барвників заборонені в Україні, а які не дозволені?

129. Що Ви знаєте про токсикологію харчових ароматизаторів?

130. Що таке “блакитна книга ароматизаторів”, які світові організації займаються дослідженням токсикології ароматичних сполук?

131. Що Ви знаєте про токсикологію підсилювачів смаку та аромату?

132. Що Ви знаєте про токсикологію підсолоджувачів? Які підсолоджувачі Вам відомі? Наведіть приклади токсичних реакцій при використанні харчових підсолоджувачів.

133. Чи здатні синтетичні пісолоджувачі викликати токсичні реакції при споживанні?

134. Що Ви знаєте про токсикологію харчових регуляторів кислотності та лужності?

135. Що Ви знаєте про токсикологію харчових стабілізаторів, загущувачів, комплексоутворювачів та желюючих агентів?

136. Що Ви знаєте про токсикологію харчових консервантів ?

137. Які Ви знаєте “безпечні” та “небезпечні” консерванти харчових продуктів?

138. Що таке антиоксиданти ? Чим корисні антиоксиданти ?

139. Назвіть можливі токсичні ефекти при використанні жирних кислот, спиртів та восків як складових косметичних засобів.

140. Назвіть можливі токсичні ефекти при використанні поверхнево-активних сполук, емульгаторів та змочувальних агентів як складових косметичних засобів.

141. Назвіть можливі токсичні ефекти при використанні консервантів як складових косметичних засобів.

142. Назвіть можливі токсичні ефекти при використанні ароматизаторів як складових косметичних засобів. Діетилфталати та синтетичні мускуси у парфумерній продукції.

143. Назвіть можливі токсичні ефекти при використанні барвників як складових косметичних засобів.

144. Назвіть можливі токсичні ефекти при використанні відбілювачів шкіри як складових косметичних засобів.

145. Назвіть можливі токсичні ефекти при використанні мінеральних олій як складових косметичних засобів.

## 2.8 Питання для підготовки до заліку

1. Предмет токсикологічної хімії харчових продуктів та косметичних засобів.
2. Основні етапи історії токсикології.
3. Поняття про основні небезпеки отруєння харчового походження .
4. Біотики, ксенобіотики, гомеостаз.
5. Загальні уявлення про механізм взаємодії організму та ксенобіотиків.
6. Фактори, що впливають на токсичність хімічних сполук. Основи термінології в токсикології. Поняття “доза токсиканту”.
7. Шляхи проникнення токсикантів в організм людини.
8. Поширення токсикантів в організмі людини. Фізико-хімічні властивості токсикантів та їх зв'язування білками.
9. Вплив фізико-хімічних властивостей токсиканту та середовища на його дифузію.
10. Поняття про токсикокінетику.
11. Загальні уявлення про будову клітинних мембран.
12. Класифікація мембран за механізмом перенесення токсикантів у клітини.
13. Реакції I стадії метаболізму ксенобіотиків.
14. Реакції II стадії метаболізму ксенобіотиків.
15. Загальні уявлення про механізм взаємодії нітрогеновмісних шкідливих речовин з організмом.
16. Джерела надходження нітратів і нітритів в організм людини.
17. Дія хлорорганічних та фосфорорганічних пестицидів на живі організми.
18. Характеристика пестицидів та шляхи їх потрапляння у продукти харчування.
19. Визначення залишків пестицидів.
20. Загальні уявлення про механізм взаємодії важких металів з організмом людини.
21. Реагенти детоксикації важких металів.

22. Джерела забруднення продуктів харчування катіонами важких металів.
23. Якісний аналіз суміші катіонів важких металів методом тонкошарової хроматографії.
24. Дія іонізуючого опромінення на організм людини.
25. Контроль за вмістом радіонуклідів у продуктах харчування і продовольчій сировині.
26. Сполуки-радіопротектори.
27. Джерела забруднення продуктів харчування антибіотиками.
28. Класифікація антибіотиків та способи їх одержання. Оцінювання біологічної активності антибіотиків.
29. Побічні реакції, що виникають при застосуванні антибіотиків.
30. Хімічна структура та токсикологія гормональних препаратів.
31. Мікотоксини.
32. Запобігання зараженню продуктів мікотоксинами та їх детоксикація.
33. Контроль за вмістом мікотоксинів у продовольчій сировині та продуктах харчування.
34. Ендотоксини та екзотоксини. Організація та молекулярний механізм дії токсичних молекул, продукованих бактеріями.
35. Токсикологія харчових барвників.
36. Токсикологія ароматичних речовин.
37. Токсикологія підсилювачів смаку та аромату.
38. Токсикологія підсолоджувачів та цукрозамінників.
39. Токсикологія харчових регуляторів кислотності та лужності.
40. Токсикологія харчових стабілізаторів, загущувачів, комплексоутворювачів та желюючих агентів.
41. Токсикологія харчових консервантів.
42. Токсикологія харчових антиоксидантів.
43. Токсикологія жирних кислот, спиртів та восків.
44. Токсикологія поверхнево-активних речовин, емульгаторів та змочувальних агентів.
45. Токсикологія консервантів.
46. Токсикологія ароматизаторів та фіксаторів запаху.
47. Токсикологія барвників.
48. Токсикологія відбілювачів шкіри.
49. Токсикологія мінеральних олій.

### 3 ПРАВИЛА РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

#### Загальні правила

1. Під час роботи в лабораторії необхідно дотримуватись правил техніки безпеки, чистоти та порядку.

2. Пробірки з розчинами реагуючих речовин не можна нагрівати на відкритому полум'ї газового пальника.

3. Проби у пробірках нагрівають на водяному нагрівнику.

4. Забороняється направляти отвір пробірок на себе або на працюючих поруч студентів, оскільки реагуюча суміш може ушкодити шкіру обличчя чи слизові оболонки очей.

5. У випадках, коли виникає необхідність перевірити запах речовин у пробірках або в балонах, в яких зберігаються рідини, необхідно легкими рухами долоні руки направити на себе потік повітря від пробірки чи балона і обережно понюхати.

6. Особливої обережності студент повинен дотримуватись при роботі з центрифугою.

З метою безпеки при роботі з центрифугою необхідно:

а) в гнізда центрифуги встановлювати пробірки з досліджуваними розчинами однакової ваги;

б) перед вмиканням в електромережу центрифугу необхідно закрити;

в) збільшувати швидкість обертання ротора центрифуги поступово;

г) після закінчення центрифугування вимкнути струм і дати можливість диску центрифуги зупинитись без стороннього втручання (на це потрібно декілька хвилин);

д) центрифуга обов'язково повинна бути заземлена.

Категорично забороняється працювати із несправною центрифугою.

7. Реактиви, дистильовану воду, газ, електричну енергію в лабораторії слід використовувати економно.

8. Всі роботи з речовинами, при взаємодії яких утворюються шкідливі для організму гази і сполуки з неприємним запахом, необхідно проводити в спеціально відведеному для цього приміщенні (сірководневій кімнаті) з підсиленою вентиляцією або витяжною шафою. Категорично забороняється працювати із вказаними речовинами на робочому місці.

9. Для запобігання нищення в лабораторії каналізаційної системи розчини сірководню, кислот, лугів і т.д. необхідно зливати в спеціально відведений для цього посуд. Розчини йодидів, сполук срібла і ртуті слід зливати в окремий посуд для того, щоб пізніше можна було провести регенерацію відходів і отримати з них сполуки, необхідні для роботи в лабораторії.

10. Газові пальники повинні бути справні. При їх несправності в приміщення лабораторії будуть попадати продукти неповного згоряння газу, які можуть бути причиною отруєння.

11. Не допускати забруднення реактивів, що призначені для загального використання в лабораторії:

а) невикористані реактиви забороняється виливати або висипати назад у посуд, де зберігається відповідний реактив;

б) сухі реактиви слід брати із посуду спеціально призначеним для цього реактиву шпателем або ложечкою. Не дозволяється одною ложечкою або шпателем, без спеціальної їх очистки, брати декілька реактивів;

в) корки від посуду з реактивами слід класти на робоче місце столу так, щоб вони не торкались поверхні столу своєю внутрішньою поверхнею. Категорично забороняється закривати посуд корками від іншого посуду;

г) забороняється класти піпетки на поверхню робочого столу, їх слід поміщати в спеціальні штативи.

12. Всі реакції слід проводити з невеликою кількістю досліджуваних речовин і реактивів. Для виконання більшості реакцій необхідно брати від декількох крапель до 1 мл досліджуваного розчину.

13. Необхідно пам'ятати:

а) більшість реакцій відбуваються лише при створенні певних умов. В зв'язку з цим, як правило, реактив слід додавати лише тоді, коли для цієї мети підготовлений досліджуваний розчин ( створене відповідне середовище, досягнута необхідна температура тощо);

б) якщо реакція повинна проходити в кислому або в лужному середовищі, то не слід додавати будь який об'єм кислоти чи лугу до досліджуваного розчину. Після додавання визначеного об'єму розчину кислоти чи лугу до досліджуваного розчину, рідину необхідно збовтати, а потім краплю суміші скляною паличкою перенести на шматочок лакмусового або індикаторного папірця і визначити рН середовища.

### **Робота з кислотами і лугами**

1. При роботі з концентрованими кислотами і лугами необхідно поводитись дуже обережно !!! Не допускати їх потрапляння на шкіру чи одяг, що може спричинити опіки і пошкодження одягу.

2. При розведенні концентрованої сульфатної кислоти необхідно обережно і повільно приливати кислоту до води, а не навпаки.

3. При переливанні великих кількостей концентрованих кислот і розчинів лугів необхідно:

а) одягнути гумові рукавиці, фартух і захисні окуляри;

б) встановлені в кошики балони необхідно помістити на підставку, а потім повільно нахилити і переливати ці розчини через лійку в добре вимиті і висушені штанглази або склянки;

в) для набирання необхідних об'ємів кислот і розчинів лугів та реактивів слід використовувати спеціальний дозуючий пристрій (забороняється втягувати ротом через піпетки концентровані кислоти і луги);

г) луги, що знаходяться у твердому стані, необхідно відбирати з банок за допомогою пінцетів або шпательів; при подрібненні кусків лугу очі слід захищати спеціальними окулярами.

### **Робота зі шкідливими і токсичними речовинами**

При роботі з шкідливими і отруйними речовинами (солі барію, ртуті, свинцю, арсену, міді, металічна ртуть, сірководень тощо) необхідно до-

тримуватись наступних правил:

а) слідкувати за тим, щоб вищевказані речовини не потрапили в організм через шлунково кишковий тракт. У зв'язку з цим забороняється прийом їжі в лабораторії. Після роботи необхідно добре вимити руки;

б) штанглази з ртуттю або заповнені нею прилади слід встановлювати в спеціальні підставки, щоб під час пошкодження приладів ртуть не потрапляла на робочий стіл чи на підлогу. Пролиту із посуду, або із приладів ртуть слід зразу ж акуратно зібрати за допомогою мідної (срібної) лопатки чи вакуум шланга і провести демеркуризацію. Робота із ртуттю дозволяється лише в спеціальних приміщеннях. Особи, що працюють із ртуттю, повинні ознайомитись з відповідною інструкцією.

### **Робота з горючими та легкозаймистими речовинами**

1. При роботі з ефірами, спиртами, бензолом, ацетоном та іншими займистими речовинами, нагрівати їх можна лише на водяних нагрівниках в колбах із зворотним холодильником.

2. Нагрівання вогнебезпечних рідин необхідно проводити без вогню, на попередньо нагрітому водяному чи іншому нагрівнику.

3. При роботі з легкозаймистими речовинами не можна доливати їх до суміші реагуючих речовин із штанглазів великого розміру. Необхідну кількість цих речовин чи їх розчинів слід налити в чисту пробірку, а потім з неї доливати ці рідини до досліджуваного розчину.

4. Після закінчення роботи з легкозаймистими речовинами необхідно загасити пальники, які знаходяться близько до приладів з цими речовинами, а потім приступити до демонтування приладів, в яких знаходяться (чи знаходились) легкозаймісті речовини.

5. Забороняється зберігати горючі, легкозаймісті і леткі речовини близько від вогню чи сильно нагрітих електричних приладів ( термостати, електричні печі тощо ).

6. Лужні метали слід обов'язково зберігати під шаром вільного від води і вологи гасу. При роботі з металічним натрієм чи калієм недопустимою є їх взаємодія з водою. Після закінчення роботи залишок цих металів необхідно перенести в спеціально відведений для цього посуд. Забороняється викидати металічний натрій і калій в раковину або в склянки, що призначені для відливання інших рідин.

### **Робота з речовинами, що утворюють вибухонебезпечні суміші**

1. Необхідно пам'ятати, що деякі гази ( водень, ацетилен, оксид вуглецю тощо ), а також спирти, легко киплячі вуглеводні (бензол, гексан тощо), ацетон, діетиловий ефір, сірковуглець і інші речовини при випаровуванні утворюють вибухонебезпечні суміші з повітрям. Працювати з такими речовинами необхідно при ввімкненій вентиляції, щоб їхні пари не накопичувались в атмосфері лабораторії.

2. Забороняється нагрівати чи піддавати удару речовини, що можуть утворювати вибухонебезпечні суміші (хлорати, перхлорати, персульфати тощо).

## 4 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

#### Визначення вмісту нітратів у фруктах, овочах та продуктах їх перероблення іонометричним методом

Метод полягає у вилученні нітратів розчином алюмокалієвих галунів з наступним вимірюванням концентрації нітратів з іонселективним нітратним електродом. Для іонометричного методу нижня границя масової концентрації нітратів становить  $0,6 \text{ мг/см}^3$  досліджуваного розчину.

Метод використовують для продуктів, які не містять хлоридів, і продуктів, у яких вміст хлоридів не перевищує вміст нітратів більше ніж у 50 разів.

#### Реагенти, обладнання та апаратура

- |                                  |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1.Зразок продукту                | 9. $\text{KNO}_3$ , 0,1 М розчин      |
| 2.Мірні колби на 100 мл          | 10. Іонселективний нітратний електрод |
| 3.Конічні колби                  | 11. Електрод порівняння (хлорсрібний) |
| 4.Іономір                        | 12. Склянки на 100 мл                 |
| 5.Водяна баня                    | 13. Ваги лабораторні                  |
| 6.Алюмокалієві галуни, «ч.д.а.»  |                                       |
| 7. $\text{KMnO}_4$ , «ч.д.а.»    |                                       |
| 8. Конц. $\text{H}_2\text{SO}_4$ |                                       |

#### Хід роботи

1. Приготування розчину алюмокалієвих галунів з масовою часткою 1 % (екстрагуючий розчин).

Зважують 10,0 г алюмокалієвих галунів і переносять в мірну колбу на  $1000 \text{ см}^3$ , розчиняють в дистильованій воді, доводять об'єм розчину до мітки і перемішують.

2. Приготування екстрагуючого розчину для культур родини хрестоцвітних.

Зважують 10 г алюмокалієвих галунів і переносять в мірну колбу на  $1000 \text{ см}^3$ , розчиняють в дистильованій воді. Після цього зважують 1,0 г  $\text{KMnO}_4$  і переносять наважку в цю ж колбу, туди ж додають  $0,6 \text{ см}^3$  концентрованої сульфатної кислоти. Одержану суміш збовтують до розчинення всіх інгредієнтів і розчин доводять до мітки дистильованою водою. Розчин може зберігатись не більше 1 року.

3. Приготування 0,1 М розчину  $\text{KNO}_3$  ( $pC(\text{NO}_3^-) = 1$ ).

Зважують 10,11 г  $\text{KNO}_3$ , попередньо висушеного при температурі  $100\text{--}105^\circ\text{C}$  до постійної маси, переносять в мірну колбу на  $1000 \text{ см}^3$ , розчиняють в екстрагуючому розчині і доводять об'єм до мітки екстрагуючим

розчином. Розчин може зберігатись не більше 1 року. При появі каламуті або осаду розчин замінюють свіжеприготовленим.

#### 4. Приготування градувальних розчинів калію нітрату.

Градувальні розчини  $\text{KNO}_3$  з концентраціями 0,01, 0,001, 0,0001 М моль/л нітрату ( $\rho\text{CNO}_3^-$  рівне відповідно 2, 3, 4) готують із 0,1 М розчину  $\text{KNO}_3$  послідовним розведенням. Для розведення використовують 1% розчин алюмокалієвих галунів.

0,01 М розчин  $\text{KNO}_3$ : відбирають піпеткою 10 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину  $\text{KNO}_3$ , вносять у мірну колбу місткістю 100 см<sup>3</sup>, доводять об'єм до мітки розчином алюмокалієвих галунів, перемішують.

0,001 М розчин  $\text{KNO}_3$ : відбирають піпеткою 10 см<sup>3</sup> розчину 0,01 М розчину  $\text{KNO}_3$ , вносять у мірну колбу місткістю 100 см<sup>3</sup>, доводять об'єм до мітки розчином алюмокалієвих галунів, перемішують.

0,0001 М розчин  $\text{KNO}_3$ : відбирають піпеткою 10 см<sup>3</sup> розчину 0,001 М розчину  $\text{KNO}_3$ , вносять у мірну колбу місткістю 100 см<sup>3</sup>, доводять об'єм до мітки розчином алюмокалієвих галунів, перемішують.

#### 5. Підготовка зразків до досліджень.

Підготовка проби. Відбір проб проводять поштучно. Якщо продукти складені в кілька шарів, то з кожного шару відбирають пробу. Із загальної проби, для підготовки до аналізу чинять так:

*Картопля.* Клубні миють водою, обсушують фільтрувальним папером або чистою ганчіркою з кожного клубня беруть чверть. Відібраний матеріал перемішують і виділяють пробу для аналізу вагою не менше 0,25 кг.

*Буряк столовий та інші коренеплоди.* Коренеплоди миють водою, витирають, відрізають шийку і тонкий кінець кореня. Великі коренеплоди розрізають хрестоподібно вздовж вертикальної осі і використовують для аналізу половину або чверть. Із одержаного матеріалу виділяють пробу для аналізу вагою 0,5–0,25 кг.

*Капуста.* Кожний качан розрізають на 4 частини по вертикальній осі і беруть по одній чверті пробу для аналізу. При цьому зрізують та викидають поверхню попереднього зрізу, відкидають верхні неїстівні листя і залишок качану. Із одержаного матеріалу виділяють пробу для аналізу вагою 0,5 кг.

*Листові овочі* очищують від землі, звільняють від неїстівних частин та включень і виділяють пробу для аналізу вагою 0,25 кг.

*Цибулинні рослини.* Відкидають неїстівні частини. З цибульок видаляють верхню лузгу, зрізують і відкидають основу кореня і суху шийку. Цибульки поділяють на дві частинки по вертикалі і беруть для аналізу тільки одну половинку. Із одержаного матеріалу відбирають пробу для аналізу вагою 0,25 кг.

*Томати, огірки.* Плоди миють водою, просушують фільтрувальним папером або чистою ганчіркою, видаляють плодоніжки. Великі плоди розрізають на 2–4 частини вздовж осі, для аналізу беруть половину або чверть. Із одержаного матеріалу виділяють для аналізу пробу вагою 0,5 кг.



*Бахчеві культури.* З плодів знімають верхній шар, який не вживають у їжу, видаляють також насіння і досліджують тільки їстівну частину. Плоди розрізають на 2 частини по лінії від місця кріплення стебла до посліду квітки таким чином, щоб в кожену половину потрапили затемнені і освітлені сонцем частини. Якщо плоди дуже великі, їх розрізають на сегменти 6–8 см по колу плоду і беруть 2–4 сегменти з протилежних сторін кожного плода. Із одержаного матеріалу виділяють пробу для аналізу вагою 0,5 кг.

Проби для аналізу, подрібнюють за допомогою терки або гомогенізатора до одержання однорідної маси. Зелені культури попередньо подрібнюють ножицями або ножом до розміру частин 0,5–1 см. Подрібнену пробу ретельно перемішують і використовують для аналізу

Наважку масою 10,0 г підготовленої проби поміщають у плоскодонну або конічну колбу, доливають 50 см<sup>3</sup> 1% розчину алюмокалієвих галунів закривають корком і струшують протягом 5хв., потім переносять у склянку для вимірювання.

При аналізі рослинної продукції родини хрестоцвітих 10,0 г подрібненого матеріалу зважують з точністю до першого десяткового знаку переносять в стакан на 100 см<sup>3</sup>, додають 50 см<sup>3</sup> екстракційного розчину алюмокалієвих галунів і перемішують протягом 3–5 хвилин. Після цього додають краплями (2–3 краплі) 30 % за мас. розчин Гідроген пероксиду до знебарвлення розчину. В одержаній суспензії визначають концентрацію іонів нітрату.

Для рідких продуктів визначення проводять безпосередньо у продуктах без розведення, додаючи 1г алюмокалієвих галунів на 100 г продукту, потім переносять у склянку для вимірювання.

Для сушених овочів чи фруктів наважку 10,0 г поміщають у плоскодонну або конічну колбу, доливають 100 см<sup>3</sup> 1% розчину алюмокалієвих галунів, нагрівають на водяній бані протягом 5 хв до розм'якшення продуктів, охолоджують до кімнатної температури, струшують протягом 5хв, потім переносять у склянку для вимірювання.

#### *6. Проведення вимірювань.*

Використовують нітратний та хлорсрібний електроди. Перед кожним вимірюванням електроди промивають дистильованою водою, осушують фільтрувальним папером, промивають порівняльним розчином і тільки потім занурюють у досліджуваний розчин. Показ приладу зчитують тоді, коли встановиться відносно постійне значення. Вимірювання починають з градуювальних розчинів з нижчими концентраціями, промиваючи кожен раз електроди розчином вищої концентрації).

Результати вимірювань заносять до таблиці.

$C(NO_3^-)$ , моль/л	$pC(NO_3^-)$	E, мВ

--	--	--

За отриманими даними будують калібрувальний графік. По осі абсцис відкладають значення молярної концентрації нітрат-іонів ( $pC(NO_3^-)$ ) в розчинах, а по осі ординат – відповідне значення потенціалу  $E$  у мілівольтах.

Електрод має лінійну функцію у діапазоні концентрації нітрат-іонів ( $pC(NO_3^-)$ ) від одного до чотирьох з нахилом  $(56 \pm 3)$  мВ на одиницю концентрації нітрат-іонів ( $pC(NO_3^-)$ ) за температури  $(25 \pm 5)^\circ C$ .

Якщо характеристика електрода відрізняється від заданої, електрод не придатний до роботи.

Досліджувану пробу перемішують, поміщають у склянку, занурюють у неї електроди та вимірюють потенціал електродної пари  $E$  у мілівольтах. За отриманими значеннями потенціалу електродної пари  $E$  у мілівольтах за калібрувальним графіком визначають концентрацію нітрат-іонів ( $pC(NO_3^-)$ ), перераховують вміст нітрат-іонів у мг/кг.

#### 7. Розрахунок вмісту нітратів у пробі.

Вміст нітратів в мг/кг розраховують за формулою

$$X = \frac{(V + \frac{\omega \cdot m}{100 \cdot \rho}) 10^{-pC(NO_3^-)} \cdot 62 \cdot 10^6}{1000m},$$

де 62 – молярна маса нітрат-йону, г/моль;

$V$  – об'єм екстрагуючого розчину, мл;

1000 – коефіцієнт переведення мл в л;

$10^{-pC(NO_3^-)}$  – концентрація нітратів у витяжці, моль/л;

$\omega$  – масова частка води у пробі, %;

100 – коефіцієнт перерахунку з відсотків;

$m$  – наважка проби, що взята для аналізу;

$\rho$  – густина води, г/мл;

$10^6$  – коефіцієнт перерахунку у мг/кг.

Розрахунки за наведеним рівнянням можна виключити, якщо використовувати таблиці переведення величин  $pC(NO_3^-)$  в масову частку нітратів в аналізованому зразку. Таблиці складені з врахуванням вмісту вологи в різних рослинах.

Результати дослідження порівняти зі значеннями ГДК нітратів (мг/кг) для деякої найбільш поширеної рослинної продукції, взяті із ДСТУ 4948:2008 «Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Методи визначення вмісту нітратів. З поправкою»:

- картопля – 250;
- капуста – рання (до 1 вересня) – 900, пізня – 500;
- морква – рання (до 1 вересня) – 400, пізня – 250;

- томати – (відкритий ґрунт) – 150, (закритий ґрунт) – 300
- огірки – (відкритий ґрунт) – 150, (закритий ґрунт) – 400
- буряк столовий – 1400;
- цибуля (ріпка) – 80;
- цибуля (перо) – (відкритий ґрунт) – 600, (закритий ґрунт) – 800;
- зелені культури – (відкритий ґрунт) – 2000, (закритий ґрунт) – 3000;
- дині – 90
- кавуни – 60;
- перець солодкий – (відкритий ґрунт) – 200, (закритий ґрунт) – 400
- кабачки – 400;
- яблука – 60; - груші – 60.

### **Контрольні запитання**

1. Які основні джерела надходження нітратів в організм людини?
2. В чому полягає токсичний вплив нітратів на організм людини?
3. Охарактеризуйте метод визначення нітратів в рослинній сировині.
4. Які допустимі норми вмісту нітратів в картоплі, буряку, цибулі, яблуках?
5. Яку шкоду завдають нітрати при надлишковому їх вмісті в продуктах харчування?
6. В яких частинах рослин накопичується найбільша кількість нітратів?
7. Як можна зменшити вміст нітратів в овочах та фруктах?

Таблиця 1.1 – Переведення значення  $\rho\text{C}(\text{NO}_3^-)$  в масовий вміст нітратів в (мг/кг) при аналізі витяжки з картоплі, буряку столового, цибулі (ріпчастої), винограду (m: V=1:5)

$\rho\text{C}(\text{NO}_3^-)$	Соті частки $\rho\text{C}(\text{NO}_3^-)$									
	,00	,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,08	,09
1,6	9033	8827	8626	8430	8238	8050	7867	7688	7513	7342
1,7	7175	7012	6852	6696	6544	6395	6249	6107	5968	5832
1,8	5699	5570	5443	5319	5198	5079	4944	4851	4740	4633
1,9	4527	4424	4323	4225	4129	4035	3943	3853	3765	3680
2,0	3526	3514	3434	3356	3280	3205	3132	3061	2991	2985
2,1	2856	2791	2728	2668	2605	2546	2488	2431	2376	2327
2,2	2269	2217	2161	2107	2069	2022	1976	1931	1887	1844
2,3	1802	1761	1721	1682	1644	1606	1590	1584	1499	1465
2,4	1432	1399	1367	1336	1306	1276	1247	1191	1164	1137
2,5	1137	1111	1086	1061	1037	1013	990	968	946	924
2,6	903	883	863	843	824	805	787	769	751	734
2,7	717	701	685	670	654	639	625	611	597	583
2,8	570	557	544	532	520	508	496	485	474	463
2,9	453	442	432	422	413	403	394	385	377	368
3,0	360	351	342	336	328	320	313	306	299	292
3,1	286	279	273	267	261	255	249	243	238	232
3,2	227	222	217	212	207	202	198	193	189	184
3,3	180	176	172	168	164	161	157	153	150	146
3,4	143	140	137	134	131	128	125	122	119	116
3,5	114	111	109	106	104	101	99	97	95	92
3,6	90,3	88,3	86,3	84,3	82,4	80,5	78,7	76,9	75,1	73,4
3,7	71,7	70,1	68,5	67,0	65,4	63,9	62,5	61,1	59,7	58,3
3,8	57,0	55,7	54,4	53,2	52,0	50,8	49,6	48,5	47,4	46,3
3,9	45,3	44,2	43,2	42,2	41,3	40,3	39,4	38,5	37,7	36,8
4,0	36,0	35,1	34,3	33,6	32,8	32,0	31,3	30,6	29,9	29,2

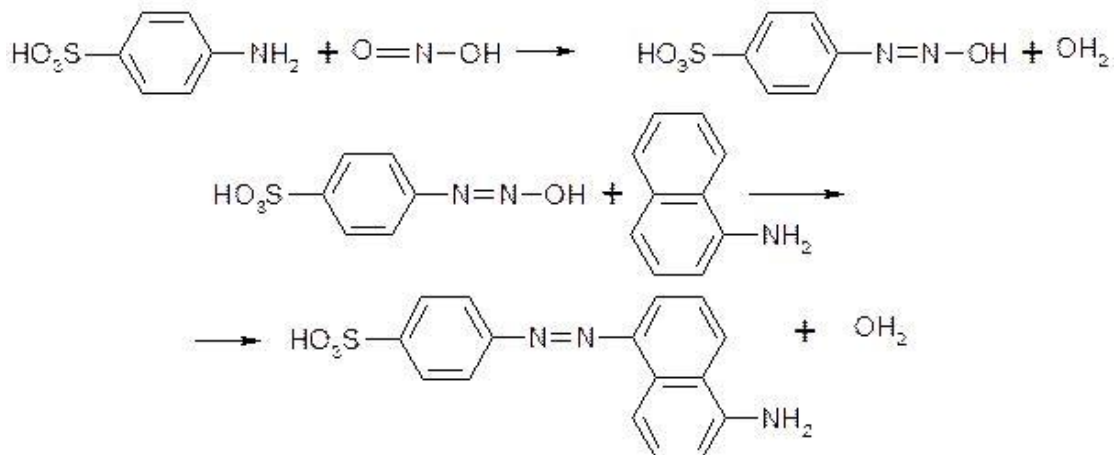
Таблиця 1.2 – Переведення значення рС(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) в масовий вміст нітратів в (мг/кг) при аналізі витяжок з капусти, моркви, томатів, огірків, дині, кавунів, перцю, кабачків, зеленних культур, яблук, груш (m:V = 1:5)

рС (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Соті частки рС (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )									
	,00	,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,08	,09
1,6	9188	8979	8775	8575	8380	8189	8003	7821	7643	7439
1,7	7299	7133	6970	6812	6656	6505	6357	6112	6071	5933
1,8	5798	5666	5537	5411	5287	5157	5049	4935	4822	4712
1,9	4605	4500	4398	4298	4200	4104	4011	3920	3830	3743
2,0	3658	3575	3493	3414	3336	3260	3183	3113	3043	2973
2,1	2906	2840	2775	2712	2650	2590	2531	2473	2417	2362
2,2	2308	2256	2204	2154	2105	2057	2010	1964	1920	1876
2,3	1833	1792	1751	1711	1672	1634	1597	1560	1525	1490
2,4	1456	1423	1391	1359	1328	1298	1268	1239	1211	1184
2,5	1157	1130	1105	1080	1055	1031	1007	985	962	940
2,6	919	898	877	858	838	819	800	782	764	747
2,7	730	719	697	981	666	650	636	621	607	593
2,8	580	567	554	541	529	517	505	493	482	471
2,9	461	450	440	430	420	410	401	392	383	374
3,0	366	357	349	341	334	326	319	311	304	297
3,1	291	284	279	272	265	259	253	247	242	236
3,2	231	226	220	215	210	206	201	196	192	183
3,3	183	179	175	171	167	163	160	156	152	149
3,4	146	142	139	136	133	130	127	124	121	118
3,5	116	113	110	108	105	103	100	98	96	94
3,6	91,9	89,8	87,7	85,8	83,8	81,9	80,0	78,2	76,4	074,7
3,7	73,0	71,3	69,7	6,1	66,6	65,0	63,6	62,1	60,7	59,3
3,8	58,0	56,7	55,4	54,1	52,9	51,7	50,5	49,3	48,2	47,1
3,9	46,1	45,0	44,0	43,0	42,0	41,0	40,1	39,2	38,3	37,4
4,0	36,6	35,7	34,9	34,1	33,4	32,6	31,9	31,1	30,4	29,7

## Лабораторна робота №2

### Визначення нітритів у ковбасах та м'ясопродуктах спектрофотометричним методом

Для кількісного визначення нітритів у сировині та готових виробів харчової промисловості використовують фотометричний метод, який ґрунтується на кількісній реакції між нітрит-йонами та сульфосаліциловою кислотою з утворенням червоно-фіалкової діазосполуки при взаємодії з  $\alpha$ -нафтиламіном.



Чутливість методу – до 0,003 мг/л нітритів. При вмісті нітритів понад 0,003 мг/л пробу розбавляють водою.

Вплив каламутності та кольоровості екстрактів усувають освітленням проби, осаджуючи білки.

#### Реагенти, обладнання та апаратура

- |                                 |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Зразок продукту              | 7. Розчин реактиву Грісса             |
| 2. Хімічні склянки на 100 мл    | 8. Насичений розчин ZnSO <sub>4</sub> |
| 3. Мірні колби (1000 мл, 50 мл) | 9. 0,1 М розчин KOH чи NaOH           |
| 4. NaNO <sub>2</sub> , «ч.д.а.» | 10. Водяна баня                       |
| 5. Хлороформ                    | 11. Термометр лабораторний            |
| 6. Реактив Грісса               | 12. Ваги лабораторні                  |
|                                 | 13. Фотоелектроколориметр ФЕК-56      |

#### Хід роботи

##### 1. Приготування основного стандартного розчину нітриту.

1,5 г NaNO<sub>2</sub> переносять в мірну колбу місткістю 1000 мл, розчиняють в невеликій кількості дистильованої води, доводять до мітки водою і перемішують вміст. В 1 мл такого розчину міститься 1 мг нітритів. Додають до розчину 1 мл хлороформу та зберігають у посудині з темного скла протягом кількох місяців.

##### 2. Приготування основного стандартного розчину нітриту.

1 мл основного розчину  $\text{NaNO}_2$  переносять в мірну колбу місткістю 1000 мл, доводять до мітки дистильованою водою і перемішують вміст. В 1 мл такого розчину міститься 0,001 мг нітритів.

3. *Підготовка проби м'ясопродукту.*

У хімічній склянці зважують близько 5 г подрібненого м'ясопродукту з похибкою не більшою 0.001 г, наливають 30-40 мл дистильованої води, підігрітої до  $60\text{ }^\circ\text{C}$ , перемішують протягом 10 хв. Суміш відстоюють протягом часу, достатнього для утворення над розчином водної витяжки м'ясопродукту.

4. *Осадження білків.*

Водну витяжку переносять у колбу на 50 мл, доводять об'єм до мітки, змиваючи залишки наважки. Перемішують.

У хімічну склянку піпеткою відміряють 20 мл підготовленої витяжки, додають 10 мл 0,1 М розчину Калій чи Натрій гідроксиду та 40 мл насиченого розчину Цинк сульфату, перемішують. Нагрівають склянку з розчином на водяній бані за температури  $100\text{ }^\circ\text{C}$  протягом 7-8 хв. Охолоджують розчин, фільтрують у мірну колбу місткістю 100 мл, додають 4 мл реактиву Грісса та доводять до мітки. Перемішують, отримують підготовлену пробу.

5. *Підготовка градуювальних розчинів.*

Градуювальні розчини готують, вносячи в колби на 50 мл 0; 0.5; 1.0; 2.0; 5.0; 10.0; 15.0 мл стандартного робочого розчину з вмістом нітритів 0.001 мг/мл, доливають дистильованою водою приблизно до 40 мл, додають до кожної колби по 2 мл реактиву Грісса, доводять до мітки, перемішують. Одержують розчини з вмістом нітритів 0; 0.01; 0.02; 0.04; 0.10; 0.20; 0.30 мг/мл.

6. *Вимірювання. Побудова градуювального графіка.*

Мірні колби з пробою з градуювальними розчинами поміщають на водяну баню, витримують 10 хв при  $60\text{ }^\circ\text{C}$ . Перемішують, охолоджують, фотометрують при довжині хвилі 520 нм відносно розчину порівняння (без вмісту нітритів).

Результати вимірювань записують у таблицю.

$\text{C NO}_2^-$ , мг/мл	Оптична густина А

Будують градуювальний графік. Визначають концентрацію нітритів в досліджуваному розчині.

Масову частку нітритів розраховують за формулою

$$\omega = \frac{10 \text{ C}}{m}, \text{ мг в } 100\text{ г м'ясопродукту,}$$

де m – наважка м'ясопродукту, г;

C – вміст нітратів, що визначається в мг, розраховується за калібрувальним графіком.

За кінцевий результат аналізу приймають середнє арифметичне значеннь двох паралельних вимірювань, якщо розбіжність між ними не перевищує 10%.

### Контрольні запитання

1. Які основні джерела надходження нітритів в організм людини?
2. В чому полягає токсичний вплив нітритів на організм людини?
3. Охарактеризуйте метод визначення нітритів в м'ясопродуктах.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

### Визначення залишків хлорорганічних пестицидів методом тонкошарової хроматографії

Хлоровмісні сполуки з досліджуваної проби виділяють органічним розчинником. Присутність хлорорганічних сполук встановлюється за допомогою якісних реакцій. Визначення проводиться методом тонкошарової хроматографії з використанням як рухомого розчинника н-гексану. Порівнюють плями проби і стандартних розчинів.

### Реагенти, обладнання та апаратура

- |   |  |
|---|--|
| 1. Зразок продукту                            | 7. Камера для хроматографії  |
| 2. Конічна колба з притертим корком на 250 мл | 8. н-гексан  |
| 3. Конічні колби                              | 9. Стандартні розчини досліджуваних препаратів (ГХЦГ, ДДТ) в н-гексані |
| 4. Порцелянова чашка                          | 10. Проявляючий розчин (аргентум аміакат в ацетоні)                    |
| 5. Фільтри                                    |  |
| 6. Хроматографічні пластини або папір         |  |

### Хід роботи

*1. Екстракція хлорорганічних сполук з продуктів харчування. Підготовка проби.*

Харчовий продукт (овочі, борошно та ін..) масою 100 г подрібнюють, просушують, вносять в колбу, заливають н-гексаном та закривають корком. Енергійно струшують вміст колби протягом 30-40 хв, фільтрують через паперовий фільтр у порцелянову чашку діаметром 10 см. Пробу промивають 3-4 рази н-гексаном, збираючи весь фільтрат в чашку.

Зібраний фільтрат випаровують у витяжній шафі досуха. До висушеної проби додають 0,1-0,5 мл гексану та розчиняють висушений осад, отримавши робочий розчин.

*2. Підготовка проявляючого розчину.*



0.5 г Аргентум нітрату розчиняють в 5 мл води, додають 5 мл концентрованої розчину аміаку, доводять ацетоном об'єм розчину до 100 мл.

### 3. Хроматографування проби.

На хроматографічний папір на відстані 1,5 см від краю за допомогою тонкої палички чи шприца наносять краплю досліджуваної проби діаметром не більше 3 мм.

Осад з чашки з екстрактом 3 рази промивають невеликими порціями гексану (0,2 мл), які потім наносять на пластинку в центр першої плями. Справа і зліва від плями наносять краплі стандартних розчинів досліджуваних препаратів, що містять 1 та 10 мкг досліджуваної речовини.

Пластинку поміщають в камеру для хроматографування, зануривши у розчин n-гексану не більше ніж на 0,5 см. Коли фронт розчинника підніметься на 10 см, пластинку виймають і залишають на кілька хвилин для випаровування розчинника. Потім пластинку обприскують проявляючим розчином і протягом 10-15 хв опромінюють УФ-світлом, розмістивши її на віддалі 20 см від джерела.

При наявності хлорорганічних пестицидів на пластинці проявляються плями сіро-чорного кольору.

### 4. Розрахунок кількісного вмісту хлорорганічних пестицидів. Вимірюють площі плям стандартних розчинів та досліджуваної проби.

Вміст хлорорганічного пестициду в мкг/кг розраховують за формулою

$$X = \frac{1000 A S_n}{m S_c},$$

де  $S_n$ ,  $S_c$  – площі плям досліджуваної проби та стандартних розчинів;

$A$  – вміст досліджуваної речовини в стандарті в мкг;

$m$  – маса наважки продукту, що досліджується, г.

### Контрольні запитання.

1. Які речовини називаються пестицидами?
2. Як класифікують пестициди за їх призначенням?
3. Як класифікують пестициди за хімічним складом та будовою?
4. Як класифікують пестициди за стійкістю?
5. Як класифікують пестициди за здатністю до кумуляції?
6. Як класифікують пестициди за токсичністю?
7. Які шляхи надходження пестицидів в організм людини?
8. В чому полягає токсичний вплив на організм хлоро та фосфор-органічних пестицидів?
9. Які існують методи визначення пестицидів?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

### Виявлення бактеріального забруднення молока.

### Виявлення фальсифікації молока на наявність формальдегіду

#### 1. Виявлення бактеріального забруднення молока методом редуктазної проби

Редуктаза – фермент, який виробляють мікроорганізми. Чим більше у молоці мікроорганізмів, тим більше і ферменту. Метод ґрунтується на властивості ферменту відновлювати барвник метиленовий синій у його безбарвну лейкоформу. Чим більше мікроорганізмів у молоці, тим швидше проходить відновлення метиленового синього. Оптимальна температура цього процесу 38-40 °С.

#### Хід роботи

1. В пробірку вносять 1 мл розчину метиленового синього та 20 мл молока, закривають корком і ретельно перемішують.

2. Пробірку з молоком вміщують у водяну баню з температурою води 38- 40 °С. Рівень води повинен бути вищим за рівень молока у пробірці.

3. Перевіряють знебарвлення проб через 20 хв, 2 год і 5,5 год. Закінченням випробовування на редуктазу вважають момент, коли молоко у пробірці знебарвилось. Наявність невеликого забарвленого кільця вгорі або забарвлення незначної частини молока внизу до уваги не беруть.

Якщо молоко знебарвилось швидше, ніж через 20 хв, то воно містить більше 20 млн. бактерій у 1 мл і відповідає IV класу - дуже погане.

Якщо час знебарвлення становить від 20 хв до 2 годин, то молоко містить від 4 до 20 млн бактерій у 1 мл і відповідає III класу - погане.

Якщо час знебарвлення становить від 2 до 5,5 годин, то молоко містить від 0,5 до 4 млн. бактерій у 1 мл і відповідає II класу - задовільне.

Якщо ж час знебарвлення становить понад 5,5 годин, то молоко містить менше ніж 0,5 млн бактерій у 1 мл і відповідає I класу - добре.

#### 2. Визначення домішки маститного молока

Молоко від тварин, хворих на мастит, визначають непрямим методом на основі зміни складу та властивостей молока.

#### Хід роботи

Молоко тварин, хворих на мастит, має понижену кислотність (6-10 Т), на цьому ґрунтується проба молока з індикатором бромтимоловим синім. До 0,5 мл молока у фарфоровій чашці додають 5 крапель 0,2 %-го спиртового розчину (у 60 %-му етанолі) бромтимолового синього. Молоко від здорових тварин дає жовто-зелене забарвлення, від хворих - змінюється від синьо-зеленого до темно-синього кольору.

У 1 мл нормального молока міститься менше 500 тис. соматичних клітин (лейкоцитів та клітин тканин вимені), при маститі їх кількість зростає у 20-100 разів. Контроль маститного молока зазвичай проводять за

числом соматичних клітин, яке визначають непрямим методом, а саме, віскозиметричним. Метод заснований на тому, що при додаванні до молока поверхнево-активних речовин, наприклад, препарату “Мастопрім”, останній взаємодіє з соматичними клітинами, причому в’язкість суміші підвищується. Чим більше соматичних клітин у молоці, тим більша в’язкість. Збільшення в’язкості визначають візуально за консистенцією згустка суміші молока з препаратом “Мастопрім” (візуальний метод), а також на віскозиметрі за часом витікання рідини через капіляр.

### **3. Виявлення фальсифікації молока на наявність формальдегіду**

Формальдегід (мурашиний альдегід, E240) є легкокорозивним газом з різким запахом, що сильно подразнює слизові оболонки дихальних шляхів.

Формалін – водний розчин формальдегіду із вмістом останнього 35-40%.

Формальдегід є повільним дезинфікуючим засобом. Здатний реагувати з аміногрупами білків.

В Україні використання формальдегіду заборонене.

Формальдегід додають з метою консервування проб молока. Консервоване молоко непридатне до вживання та перероблення на продукти харчування.

#### **Хід роботи.**

У пробірку піпеткою відміряють 2 мл суміші кислот (до 100 см<sup>3</sup> сірчаної кислоти додають одну краплину азотної кислоти). Потім обережно по стінці пробірки, запобігаючи змішуванню рідин, додають 2 мл досліджуваного молока.

За наявності у молоці формальдегіду на межі рідин, які торкаються, утворюється кільце фіолетового або темно-синього кольору. За відсутності формальдегіду кільце має жовте забарвлення.

#### **Контрольні запитання**

1. Які збудники харчових інфекцій існують?
2. Що таке бактеріємія?
3. Перелічіть основні класи бактерійних токсинів.
4. В чому полягає вплив на організм бактерійних токсинів?
5. Які найпоширеніші джерела потрапляння мікроорганізмів до продуктів харчування?
6. Перелічіть основні харчові консерванти. В чому полягає їх токсичний вплив?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

### Визначення вмісту сірчистої кислоти в мармеладі, пастильних виробках, карамелі з фруктовими начинками та цукерках з плодово-ягідними корпусами

Двоокис сірки (сірчистий ангідрид, E220) використовують як консервант і стабілізатор консистенції продукції. Він пригнічує ріст пліснявих грибів, дріжджів та анаеробних бактерій. В кислому середовищі його антимікробна дія зростає.

Для людини встановлена безумовно допустима добова доза (у перерахунку на двоокис сірки) до 0,35 мг і умовно допустима – 0,35-1,50 мг на 1 кг маси тіла людини.

В Україні використання двоокису сірки (E220) дозволено.

#### Реагенти, обладнання та апаратура

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1.Зразок продукту         | 6.Розчин сульфатної кислоти |
| 2.Хімічна склянка         | (1:3 об.)                   |
| 3.Конічні колби на 250 мл | 7.0,01 М розчин йоду        |
| 4.Дистильована вода       | 8.Розчин крохмалю           |
| 5.1 М розчин NaOH         | 9.Бюретка                   |

#### Хід роботи

У хімічну склянку відважують 5 г подрібненого продукту, розчиняють 50 мл дистильованої води і без втрат переносять в конічну колбу місткістю 250 см<sup>3</sup>, закривають гумовою або притертою пробкою і збовтують протягом 5 хв. Потім додають 25 мл 1М розчину гідроксиду натрію або калію концентрацією, колбу закривають пробкою, збовтують і залишають у спокої на 15 хв. До вмісту колби за допомогою циліндра додають 10 мл розчину сірчаної кислоти (на 1 частину кислоти додають 3 об'єми води), 1 см<sup>3</sup> розчину крохмалю і титрують розчином йоду концентрацією 0,01 моль/л до появи синього забарвлення, що не зникає під час перемішування.

Контрольний дослід ставлять за тих самих умов, але замість розчину беруть 50 мл дистильованої води.

Масову частку сірчистої кислоти, %, визначають за формулою:

$$\omega = \frac{(V - V_1) K \cdot 0.32 \cdot 100}{1000M},$$

де V, V<sub>1</sub>, – об'єм розчину йоду концентрацією 0,01 моль/дм<sup>3</sup>, витраченого на титрування відповідно досліджуваного фільтрату та дистильованої води, мл;

K – поправковий коефіцієнт до розчину йоду;

0,32 – кількість міліграмів двооксиду сірки, яка відповідає 1 мл 0,01 М розчину йоду;

М – маса наважки продукту, г;

1000 – перерахунок грамів у міліграми.

### Контрольні запитання

1. Які речовини відносяться до консервантів? Перелічіть основні з них.
2. Які консерванти є бактеріостатичними, а які бактерицидними?
3. Як впливають консерванти на організм людини?
4. Охарактеризуйте консервант E220. Як він впливає на організм людини?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

### Визначення вмісту бензойної кислоти в харчових продуктах

Бензойна кислота –  $C_6H_5COOH$  (E210) та її натрієва сіль (E211) допущені до використання як консерванти для деяких харчових продуктів. У вигляді природної складової бензойна кислота присутня в журавлині (до 0,06 %) та брусниці (до 0,23 %).

Антимікробна дія бензойної кислоти зумовлена здатністю пригнічувати в мікробних клітинах активність окисно-відновних ферментів. Пригнічує ріст дріжджів, маслянокислих бактерій, слабо діє на бактерії оцтовокислого бродіння і незначною мірою на молочнокислу мікрофлору і плісняві гриби.

У дозах, що перевищують максимально допустимі для консервування рівні, бензойна кислота може викликати нудоту, головний біль, шум у вухах, уповільнення дихання, прискорення серцевої діяльності. Встановлено максимально допустимі рівні вмісту бензойної кислоти, мг/кг:

– для плодово-ягідних пюре, пульпи (напівфабрикати) – не більше 1000;

– для безалкогольних напоїв – не більше 150.

Безумовно допустима доза бензойної кислоти для людини – до 5 мг/кг маси тіла, умовно допустима – 5-10 мг/кг маси тіла.

В Україні використання бензойної кислоти та бензоату натрію дозволені.

### Реагенти, обладнання та апаратура

- |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. Зразок продукту           | 7. 95% етиловий спирт   |
| 2. 10% мас. хлоридна кислота | 8. Розчин фенолфталеїну |
| 3. Хлороформ                 | 9. 0,05 М розчин NaOH   |
| 4. Ділильна лійка            | 10. Бюретка             |
| 5. Хімічна склянка           |                         |
| 6. Водяна баня               |                         |

## Хід роботи

Продукт (якщо містить білок, його слід попередньо осадити) у кількості 100 – 200 мл вносять у ділильну лійку і додають 5 мл 10 %-ної хлоридної кислоти. Для вилучення бензойної кислоти з продукту використовують чотирикратне екстрагування хлороформом, який додають у кількості 35, 25, 20, 15 мл (об'єм продукту 100 мл). Не рекомендується рідину енергійно збовтувати для запобігання утворення емульсії хлороформу у воді, що важко руйнується. Рекомендується її перемішувати коловими рухами, при цьому суміш із хлороформом відділяється після нетривалого відстоювання. Після кожної екстракції шар хлороформу зливають, причому потрібно слідкувати, щоб одночасно не відділився і водний шар. Якщо це сталося, його промивають кілька разів дистильованою водою (5 мл для кожної промивки).

Витяжку поміщають у склянку для випаровування і відганяють хлороформ на водяній бані з температурою 65° С (3/4 об'єму) під тягою.

Останні порції відганяють на водяній бані з температурою 40...50 °С.

Бензойну кислоту, що залишилась у чашці, розчиняють в 20 мл 95 %-ного нейтралізованого за фенолфталеїном етилового спирту, додають 5 мл води, дві краплини 1 %-ного спиртового розчину фенолфталеїну і титрують 0,05 М розчином гідроксиду натрію (калію) до появи рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хв.

Вміст бензойної кислоти, мг/кг, обчислюють за формулою:

$$x = \frac{n \cdot K \cdot 6.1 \cdot 1000}{G}$$

де n – об'єм розчину 0,05 М гідроксиду натрію (калію), витраченого на титрування, мл;

K – поправковий коефіцієнт до титру розчину гідроксиду натрію (калію);

G – об'єм продукту, мл.

## Контрольні запитання

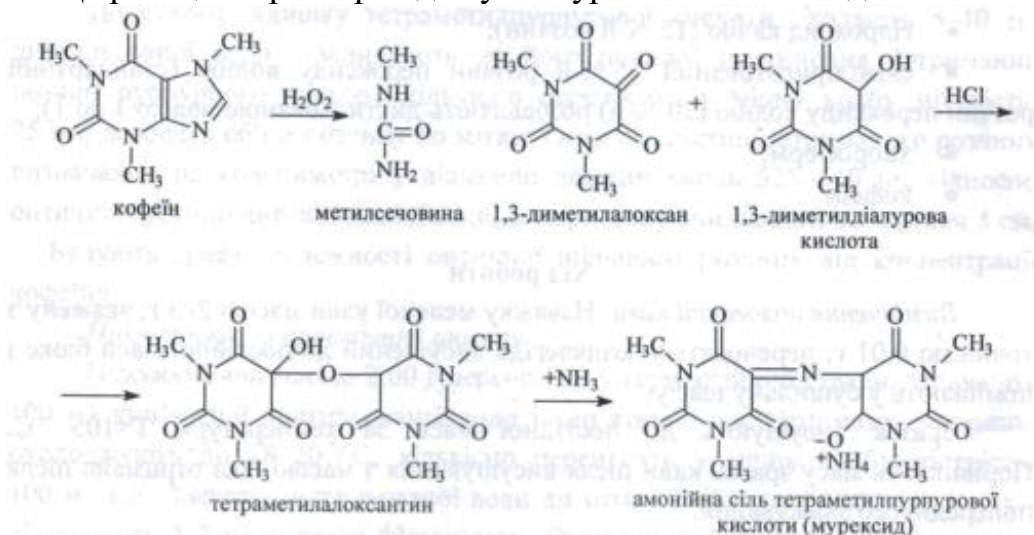
1. Чим зумовлена антимікробна дія бензойної кислоти?
2. Як впливає бензойна кислота на організм людини?
3. Яка безумовно і умовно допустимі дози бензойної кислоти для людини?

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

## Визначення показників якості кави

### 1 Фотометричний метод визначення кофеїну

Метод ґрунтується на гідролітичному окисненні кофеїну до тетраметилноксантину, перетворенні його на тетраметилпурпурову кислоту (мурексидна проба) і наступному фотометричному вимірюванні інтенсивності забарвлення її розчину. Метод коректний за вміст кофеїну в розчині від 10 мкг/мл до 30 мкг/мл. Ця реакція характерна для усіх пуринових алкалоїдів:



### Реагенти, обладнання та апаратура

- |                   |                                     |
|-------------------|-------------------------------------|
| 1 Зразок продукту | 8 Чашки випарювальні                |
| 2 Кислота соляна  | 9 Термометр                         |
| 3 Водню пероксид  | 10 Колориметр фотоелектричний КФК-2 |
| 4 Хлороформ       | 11 Колби мірні                      |
| 5 Калію гідроксид | 12 Лійки                            |
| 6 Циліндри        | 13 Піпетки                          |
| 7 Стакани         | 14 Баня водяна                      |

### Хід роботи

Наважку розчинної кави масою 1,50 г кладуть у стакан, заливають 100 см<sup>3</sup> киплячої дистильованої води. Одержаний розчин охолоджують до (18—20) °С, переносять у мірну колбу місткістю 250 см<sup>3</sup>, доводять об'єм дистильованою водою до позначки і використовують розчин для випробовування.

У ділильну лійку місткістю 25 см<sup>3</sup> послідовно вносять від 10 см<sup>3</sup> до 15 см<sup>3</sup> хлороформу, 2 см<sup>3</sup> розчину кави для випробовування і 0,5 см<sup>3</sup> розчину гідроксиду калію. Закривають лійку притертою пробкою і екстрагують, обережно багаторазово перемішуючи вміст лійки, протягом однієї хвилини. Після розшарування суміші нижній хлоро-

формний шар переносять у випарну чашку. Хлороформ відганяють на водяній бані досуха, що визначають візуально.

**Примітка.** Не дозволено попадання верхнього забарвленого водяного шару в нижній хлороформний шар.

До сухого залишку, який містить кофеїн, послідовно додають  $1,0 \text{ см}^3$  розчину соляної кислоти, змиваючи залишок з дна чашки і  $0,2 \text{ см}^3$  розчину пероксиду водню. Вміст чашки перемішують обертальним рухом, витримують 20 хв за температури навколишнього середовища, потім нагрівають на киплячій водяній бані до одержання сухого забарвленого залишку ТМПК.

Для приготування водного розчину ТМПК до сухого залишку в охолоджену до температури навколишнього середовища чашку доливають від  $5 \text{ см}^3$  до  $10 \text{ см}^3$  здистильованої води і залишають до його повного розчинення. Одержаний розчин пурпурового кольору кількісно переносять у мірну колбу місткістю  $25 \text{ см}^3$  і доводять об'єм розчину здистильованою водою до позначки.

Оптичну щільність одержаного розчину вимірюють на колориметрі, використовуючи кювети товщиною поглинаючого світло шару 3 см за довжини хвилі 540 нм. Оптична щільність розчину, який досліджують, не змінюється протягом 20 хв.

Масову частку кофеїну  $X$ , %, в перерахуванні на суху речовину обчислюють за формулою:

$$X = \frac{1,03 \cdot c \cdot V_{\phi} \cdot V}{10^6 \cdot V_e \cdot m} \cdot \frac{100 \cdot 100}{100 - w}$$

де 1,03 – коефіцієнт, який враховує повноту вилучення кофеїну хлороформом на першому етапі екстрагування;

$c = 60 \cdot D$  – концентрація кофеїну в розчині, що фотометрується,  $\text{мкг/см}^3$ ;

60 – коефіцієнт пропорційної залежності оптичної щільності розчину кофеїну від його концентрації в розчині;

$D$  – оптична щільність розчину ТМПК, що аналізується;

$V_{\phi} = 25 \text{ мл}$  – об'єм розчину ТМПК, що фотометрується, який одержали в результаті гідролітичного окислення кофеїну,  $\text{см}^3$ ;

$V = 250 \text{ мл}$  – об'єм розчину кави для вимірювання,  $\text{см}^3$ ;

$10^6$  – коефіцієнт переведення 1  $\text{мкг}$  в 1  $\text{г}$ ;

$V_e$  – об'єм розчину кави, який відібрали на екстрагування,  $\text{см}^3$ ;

$m$  – маса наважки кави,  $\text{г}$ ;

$w$  – масова частка вологи аналізованої наважки кави, %;

Результат обчислюють до другого десяткового знака, округлюючи до першого десяткового знака.

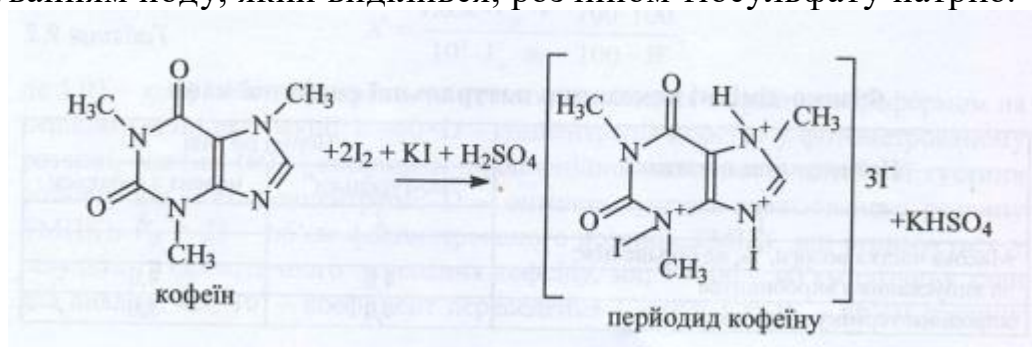


За кінцевий результат випробовування приймають середнє арифметичне значення результатів двох паралельних вимірювань, допустима абсолютна розбіжність між якими не повинна перевищувати 0,15 % за довірчої імовірності  $P = 0,95$ .

Розбіжність між результатами визначань, виконаних в двох різних лабораторіях, не повинна перевищувати 0,3 %, коли  $P = 0,95$ .

## 2 Йодометричний метод визначання масової частки кофеїну

Йодометричний метод визначання масової частки кофеїну полягає в повному осаджуванні кофеїну у формі його періодиду розчином йоду в йодид калію з наступним руйнуванням цієї сполуки спиртом і титруванням йоду, який виділився, розчином тіосульфату натрію.



### Реагенти, обладнання та апаратура

- |    |                                 |    |                      |
|----|---------------------------------|----|----------------------|
| 1  | Зразок продукту                 | 12 | Крохмаль розчинний   |
| 2  | Кислота сірчана                 | 13 | Насос водоструминний |
| 3  | Натрію гідроксид                | 14 | Ступка               |
| 4  | Натрій сірчаноокислий безводний | 15 | Бюретки              |
| 5  | Натрію хлорид, насичений розчин | 16 | Стакани              |
| 6  | Хлороформ технічний             | 17 | Колби мірні          |
| 7  | Калію йодид                     | 18 | Колби з тубусом      |
| 8  | Йод, розчин                     | 19 | Лійки ділильні       |
| 9  | Спирт етиловий                  | 20 | Піпетки              |
| 10 | Натрій сіркуватистоокислий      | 21 | Циліндри мірні       |
| 11 | Кислота оцтова,                 |    |                      |

### Хід роботи

Наважку йоду масою 63,46 г і наважку йодиду калію масою 126,92 г переносять у мірну колбу місткістю 1000 см<sup>3</sup>. Вміст колби розчиняють у воді, після чого об'єм розчину в колбі доводять водою до позначки.

Наважку крохмалю масою 1,00 г переносять у мірну колбу місткі-

стю 1000 см<sup>3</sup>. Вміст колби розчиняють у невеликому об'ємі дистильованої води, а потім доводять об'єм водою до позначки.

Наважку розчинної натуральної кави масою 5,00 г поміщають у мірну колбу місткістю 200 см<sup>3</sup> і розчиняють у невеликому об'ємі дистильованої води. Після повного розчинення кави об'єм розчину в колбі доводять до позначки дистильованою водою. Вміст колби добре збовтують і фільтрують крізь паперовий фільтр, відкидаючи перші порції (1–2) фільтрату. Потім в ділильну лійку наливають 10 см<sup>3</sup> фільтрату, доливають 0,5 см<sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію, 10 см<sup>3</sup> хлороформу і струшують протягом однієї хвилини.

Після відшарування нижню частину рідини фільтрують в пробірку крізь шар сірчаноокислого безводного натрію, який поміщають на фільтрувальний папір в лійку.

Потім 5 см<sup>3</sup> фільтрату відбирають піпеткою в стакан, в який попередньо наливають 3 см<sup>3</sup> дистильованої води і нагрівають на киплячій водянній бані до зникнення запаху хлороформу.

Водний розчин, який залишився в стакані, переносять кількісно за допомогою 10 см<sup>3</sup> насиченого розчину хлориду натрію в скляний фільтр колби для фільтрування під вакуумом, куди попередньо вносять 2 см<sup>3</sup> розчину сірчаної кислоти, потім 2 см<sup>3</sup> розчину йоду. У цьому разі випадає осад періодиду кофеїну.

Через одну хвилину рідину від осаду відділяють за допомогою водо-струминного насоса, а крізь осад пропускають повітря протягом 2 хв, щоб видалити йод до моменту припинення виділення бульбашок з нижньої поверхні скляного фільтра.

Фільтр виймають з колби і дистильованою водою промивають його нижню поверхню. Потім фільтр поміщають над колбою для фільтрування під вакуумом, обробляють осад 5 см<sup>3</sup> етилового спирту.

Після розчинення осаду рідину відсмоктують у колбу, фільтр промивають тричі дистильованою водою об'ємом по 5 см<sup>3</sup>, кожен раз відсмоктуючи рідину в колбу.

Фільтрат в колбі титрують з бюретки розчином тіосульфату натрію до неповного знебарвлення і закінчують титрування в колбі після додання 0,5 см<sup>3</sup> розчину крохмалю.

Паралельно проводять контрольне визначання, взявши замість досліджуваного розчину 10 см<sup>3</sup> дистильованої води.

Масову частку кофеїну (X) в розрахунку на суху масу в відсотках розраховують за формулою:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) K \cdot \Pi \cdot 150 \cdot 100}{5 \cdot m}$$

де  $V_1$  – об'єм розчину тіосульфату натрію, який витрачено на титрування досліджуваного розчину, см<sup>3</sup>;

$V_2$  – об'єм розчину тіосульфату натрію, який витрачено на титрування контрольного розчину,  $\text{см}^3$ ;

5 – об'єм фільтрату, який взяли для аналізу, мл;

$m$  – маса наважки кави, г;

$P$  – коефіцієнт поправки до титру розчину тіосульфату натрію;

$K$  – коефіцієнт перераховування ( $1 \text{ см}^3$  розчину тіосульфату натрію з концентрацією  $0,05 \text{ моль/дм}^3$  відповідає  $0,002427 \text{ г}$  безводного кофеїну),  $\text{г/см}^3$ .

Обчислюють з точністю до другого десяткового знака округлюючи результат до першого десяткового знака.

За кінцевий результат випробовування приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначань, допустима розбіжність між якими не повинна перевищувати  $0,1 \%$  за довірчої імовірності  $P = 0,95$ .

### 3 Визначання рН

Метод полягає в вимірюванні різниці між двома електродами (вимірювальним і електродом порівняльним), які занурені в середовище, що його досліджують.

#### Реагенти, обладнання та апаратура

1	Зразок продукту	5	стандарт-титри для приготування зразкових буферних розчинів.
2	рН-метр лабораторний	6	лійки
3	колби	7	ваги лабораторні
4	стакани	8	циліндри

#### Хід роботи

Готування до випробовування починають з калібрування рН-метра за відповідними буферними розчинами згідно з інструкцією по експлуатації приладу, при цьому для калібрування рН-метрів різних марок використовують буферні розчини з різними значеннями рН.

Перед кожним досліджуванням електроди ретельно промивають дистильованою водою.

Для визначання рН наважку натуральної розчинної кави масою  $2,5 \text{ г}$  кладуть у стакан і наливають  $150 \text{ см}^3$  дистильованої води, ретельно перемішують, відбирають  $50 \text{ см}^3$  розчину в стакан для титрування, занурюють в нього електроди.

Електроди не повинні торкатися стінок і дна стакану. Результат вимірювання записують після того, як показання прибору прийме сталє значення.

У проміжках між вимірюваннями електроди занурюють у стакан з дистильованою водою. Проводять два паралельних вимірювання.

За кінцевий результат випробовування приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних вимірювань рН, з округленням результату до першого десяткового знака, абсолютна розбіжність між якими не повинна перевищувати 0,1 рН.

Абсолютна розбіжність між результатами вимірювань, що проведені в двох різних лабораторіях, не повинна перевищувати 0,15 рН. Похибка методу  $\pm 0,1$  рН.

#### **4 Визначання повної розчинності**

Метод полягає у визначанні тривалості розчинності наважки натуральної розчинної кави в гарячій і холодній воді.

#### **Хід роботи**

Наважку натуральної розчинної кави масою 2,5 г кладуть у скляний стакан, наливають 150 см<sup>3</sup> води температурою від 96 °С до 98 °С і розчиняють при перемішуванні.

Аналогічно розчиняють наважку в холодній воді температурою від 18 °С до 20 °С .

Тривалість розчинності натуральної розчинної кави реєструють секундоміром.

Розчинність вважають неповною, якщо через 0,5 хв розчинення в гарячій воді (або 3 хв в холодній воді) на дні стакану залишаються нерозчинні частинки, або якщо після припинення помішування випадає осад.

### **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7**

#### **Визначення флуоридів у зубній пасті**

Найчастіше в зубних пастах використовується наступний ряд флуорвмісних сполук:

- натрій флуорид ;
- алюміній флуорид;
- амінофлуорид (або олафлур);
- натрій монофлуорфосфат;
- станум флуорид.

Сам по собі флуор у складі цих сполук неактивний, але при контакті зі слиною і під впливом температури людського тіла в ротовій порожнині сполуки починають розпадатися на іони. Таким чином і з'являються активні іони флуору.

Класична схема визначення валового вмісту флуоридів нескладна. У аналізовану пробу додають реактив, який містить сполуки, що руйнують можливі комплексні сполуки фторидів з катіонами Fe і Al. В якості реа-

гентів для маскуванню Fe і Al, зазвичай, використовують цитрати або солі ЕДТА. Крім маскуючих властивостей, ці ж реагенти повинні створювати рН = 5-5,5. Водневий показник не повинен бути вищим, так як це призведе до збільшення похибки визначення через негативний впливу іонів ОН<sup>-</sup>. Крім цього, реактив повинен містити хлорид натрію або калію для стабілізації іонної сили проби. Концентрація солей КСl або NaCl, не повинна в пробі перевищувати величину в 0, . Дотримання вищенаведених умов дозволяє визначати флуориди від 10<sup>-5</sup> до 10<sup>-2</sup> моль/л.

Характерною особливістю електродів на основі LaF<sub>3</sub> є великий час встановлення потенціалу в інтервалі концентрації pF<sup>-</sup> = 4-5. Є відомості, що ситуація покращується при підкисленні аналізованого розчину. Однак це має ряд недоліків. По-перше, маскуючі реагенти в кислих середовищах стають менш ефективними. По-друге, хлорсрібний електрод порівняння стає в кислих середовищах примхливим, і його замінюють на водневий. По-третє, в розчині починають переважати недисоційовані форми фторидів з йонами Гідрогену.

### Реагенти, обладнання та апаратура

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1.Зразки зубних паст            | 7. Натрій хлорид, «ч.д.а.»                    |
| 2.0.001 М та 0.01 М розчини NaF | 8. Крижана оцтова кислота                     |
| 3.Ділильна лійка                | 9. 0,05 М розчин NaOH                         |
| 4.5 М розчин NaOH               | 10. Мірні колби місткістю 50 мл               |
| 5.0.05 М розчин ЕДТА            | 11.Іономір                                    |
| 6.Хімічні склянки               | 12.Хлорсрібний та флуор селективний електроди |

### Хід роботи

1. *Приготування буферного розчину регулювання загальної іонної сили.*

Буферний розчин готують додаванням у склянку з 500 мл дистильованої води 58 г натрій хлориду та 57 мл крижаної оцтової кислоти. Після розчинення солі додають 200 мл розчину ЕДТА та 120 мл 0,05М розчину NaOH. Склянку поміщають на магнітну мішалку та при безперервному перемішуванні додають розчин NaOH до досягнення рН 5.0-5.5.

2. *Приготування градуювальних розчинів.*

Готують градуювальні розчини з pF<sup>-</sup> = 2.5-5, розводячи буфером відміряний об'єм вихідного розчину NaF у мірних колбах місткістю 50 мл згідно таблиці 1.

Таблиця 1 – Приготування градувальних розчинів

№ розчину	Концентрація вихідного розчину, моль/л	Об'єм вихідного розчину, що відміряють, мл	Концентрація градувального розчину, моль/л	pF <sup>-</sup>
1	0.01	15	0.003	2.5
2	0.01	5	0.001	3.0
3	0.001	15	0.003	3.5
4	0.001	5	0.01	4.0
5	0.001	1.5	0.01	4.5
6	0.001	0.5	0.01	5.0

3. *Вимірювання та побудова градувальної залежності.*

20 мл досліджуваного розчину вносять в склянку піпеткою, додають 5 мл буферного розчину, перемішують і занурюють електроди. Дані вимірювань ЕРС заносять до табл. 2.

Таблиця 7.2 – Результати вимірювання ЕРС градувальних розчинів

№ розчину	Концентрація градувального розчину, моль/л	pF <sup>-</sup>	ЕРС, мВ

Будують градувальний графік в координатах ЕРС від pF<sup>-</sup>.

4. *Визначення вмісту Натрій флуориду у зубній пасті.*

Точну наважку близько 1 г зубної пасті поміщають у мірну колбу на 50 мл, доводять до мітки дистильованою водою, перемішують. Нерозчинну частину пасті відокремлюють відстоюванням через 5-10 хв.

Відміряють піпеткою 20 мл досліджуваного розчину у склянку місткістю 100-150 мл, додають 5 мл буферного рзчину, перемішують і залишають на 20 хв для повного демаскування флуориду. Занурюють електроди і вимірюють ЕРС при перемішуванні.

Концентрацію флуорид-йонів  $C_x(F)$  (моль/л) визначають за градувальною залежністю. Вміст Натрій флуориду у зубній пасті обчислюють за формулою:

$$\omega(\text{NaF}) = \frac{C_x(F) \cdot (50 + 12.5) \cdot 42}{m} \cdot \text{мг}(\text{NaF}) / \text{г зубної пасті.}$$

де  $m$  – маса наважки зубної пасті;

$C_x(F)$  – концентрація флуорид-йонів, моль/л;

42 – молекулярна маса NaF;

(50+12.5) – об'єм приготованого розчину з досліджуваного зразка пасти з урахуванням кількості буферного розчину, мл.

Порівнюють обчислену концентрацію із вказаною на упаковці зубної пасти.

### **Контрольні запитання**

1. Які флуорвмісні сполуки використовуються при виробництві зубних паст?
2. Які можливі токсичні ефекти внаслідок перевищення вмісту флуорид-йонів?
3. На чому ґрунтується метод визначення флуоридів?

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Воронов С.А.** Токсикологія продуктів харчування: підручник / С.А. Воронов, Ю.Б. Стецишин, Ю.В. Панченко, А.М. Когут. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. -556 с. ISBN 978-617-607-665-0.
2. **Воронов С.А.** Токсикологічна хімія харчових продуктів та косметичних засобів: підручник / С.А. Воронов, Ю.Б. Стецишин, Ю.В. Панченко, В.П. Васильєв; за ред. проф. С.А. Воронова. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. -316 с. ISBN 978-617-607-001-6.
3. **Дубініна А.А.** Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення /А.А. Дубініна, Л.П. Малюк, Г.А. Селютіна та ін. – К.: Професіонал, 2007. – 387 с.
4. **Дубініна А.А.** Токсичні речовини і методи їх визначення / А. А. Дубініна [та ін.]. – Х. : ХДУХТ, 2016. – 106 с.
5. **Пономарьов П.Х., Сирохман І.В.** Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини. Навчальний посібник. К.: Лібра, 1999, - 272с. ISBN 966-7035-31-Х.
6. Лабораторний практикум з токсикології продуктів харчування: навч. посібник / С.А. Воронов, Ю.Б. Стецишин, Ю.В. Панченко, А.М. Когут, Т.С. Курисько; за ред. проф. С.А. Воронова. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. -192 с. ISBN 978-966-941-214-0.
7. **Крамаренко В.Ф.** Токсикологічна хімія. – К.: Вища школа, 1995. – 424 с.
8. **Ніженковська І.В., Вельчинська О.В., Кучер М.М.** Токсикологічна хімія. – К.: ВСВ «Медицина», 2012. – 372 с.
9. Токсикологическая химия: Учебник для вузов / Т.В. Плетенева, Е.М. Саломатин, А.В. Сыроежкин и др. – М.: ТЭОТАР-Медиа, 2005. – 512 с.
10. **Вергейчик Т.Х.** Токсикологическая химия - М.: МЕДпресс-информ, 2009 - 400 с.
11. **Болотов В.В., Стадніченко Е.І., Бондар В.С.** Посібник до практичних занять з токсикологічної хімії. – Х.: Основа, 1997. – 169 с.
12. **Павлоцька Л. Ф.** Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів / Л. Ф. Павлоцька. – Суми : Університетська книга, 2007. – 440 с.
13. Вплив харчування на здоров'я людини : підручник / В. П. Пішак [та ін.] ; ред. М. М. Радько. – Чернівці : Книги-XXI, 2006. – 499 с.
14. Безпека харчування: сучасні проблеми : посібник-довідник / укл. : А. В. Бабюк [та ін.]. – Чернівці : Книги-XXI, 2005. – 454 с.
15. **Димань Т. М.** Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів / Т. М. Димань, Т. Г. Мазур. – К. : Академія, 2011. – 520 с.
16. ISO 22000:2005. Системи управління безпечністю харчових продуктів – Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга [Електронний ресурс] : стандарт, розроблений Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO). – Режим доступу: <http://www.codexalimentarius.net>.



Навчальне видання

## **ТОКСИКОЛОГІЧНА ХІМІЯ**

Методичні рекомендації до самостійної роботи  
та лабораторних робіт  
для студентів спеціальності «Хімія»

Укладач **ЮСІНА Ганна Леонідівна**

За авторською редакцією

/2020. Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк. .  
Обл.-вид. арк. . Тираж пр. Зам. №

Видавець і виготівник  
Донбаська державна машинобудівна академія  
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК №1633 від 24.12.2003