Г.Л. Юсіна

ТОКСИКОЛОГІЧНА ХІМІЯ

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

для студентів спеціальності «Хімія»

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

Г.Л. Юсіна

ТОКСИКОЛОГІЧНА ХІМІЯ

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

для студентів спеціальності «Хімія»

Краматорськ, 2020

УДК 664:687.5:615.9(075.8)

Ю 88

Токсикологічна хімія : методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів спеціальності «Хімія» / Укл.: Юсіна Г.Л. – Краматорськ : ДДМА, 2020. – 30с.

Укладач Г.Л.Юсіна, доц.

Відповідальний за випуск А.П.Авдєєнко, проф.

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

Правила роботи в хімічній лабораторії 5

Лабораторна робота 1. Визначення вмісту нітратів у фруктах, овочах та продуктах їх перероблення іонометричним методом 8

Лабораторна робота 2. Визначення нітритів у ковбасах та м'ясопродуктах спектрофотометричним методом 15

Лабораторна робота 3. Визначення залишків хлорорганічних пестицидів методом тонкошарової хроматографії 17

Лабораторна робота 4. Виявлення бактеріального забруднення молока. Виявлення фальсифікації молока на наявність формальдегіду 19

Лабораторна робота 5. Визначення вмісту сірчистої кислоти в мармеладі, пастильних виробах, карамелі з фруктовими начинками та цукерках з плодово-ягідними корпусами 21

Лабораторна робота 6. Визначення вмісту бензойної кислоти в харчових продуктах 22

Лабораторна робота 7. Визначення флуоридів у зубній пасті ...24

Питання для підготовки до модульного контролю 27

Перелік літератури 29

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 pH 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 нахиляти 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 шпателів; 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 вогненебезпечних 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) легкозаймисті речовини.

5. Забороняється зберігати горючі, легкозаймисті 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).

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 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 аппаратура

1.Зразок продукту
2.Мірні колби на 100 мл
3.Конічні колби
4.Іономір
5.Водяна баня
6.Алюмокалієві галуни, «ч.д.а.»
7.$KMnO_4$, «ч.д.а.»
8. Конц. H_2SO_4
9. KNO_3, 0,1 М розчин
10. Іонселективний нітратний електрод
11. Електрод порівняння (хлорсрібний)
12. Склянки на 100 мл
13. Ваги лабораторні

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 см^3, розчиняють в дистильованій воді, доводять об'єм розчину до мітки і перемішують.

2. Приготування екстрагуючого розчину для культур родини хрестоцвітих.

Зважують 10г алюмокалієвих галунів і переносять в мірну колбу на 1000 см^3, розчиняють в дистильованій воді. Після цього зважують 1,0 г $KMnO_4$ і переносять наважку в цю ж колбу, туди ж додають 0,6 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 KNO_3 ($pC\ NO_3^- = 1$).

Зважують 10,11 г KNO_3, попередньо висушеного при температурі 100– 105°С до постійної маси, переносять в мірну колбу на 1000 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 градуювальних розчинів калію нітрату.

Градуювальні розчини KNO_3 з концентраціями 0,01, 0,001, 0001 М моль/л нітрату ($pCNO^-_3$ рівне відповідно 2, 3, 4) готують із 0,1 М розчину KNO_3 послідовним розведенням. Для розведення використовують 1% розчин алюмокалієвих галунів.

0,01 М розчин KNO_3: відбирають піпеткою 10 см³ 0,1 М розчину KNO_3, вносять у мірну колбу місткістю 100 см³, доводять об'єм до мітки розчином алюмокалієвих галунів, перемішують.

0,001 М розчин KNO_3: відбирають піпеткою 10 см³ розчину 0,01 М розчину KNO_3, вносять у мірну колбу місткістю 100 см³, доводять об'єм до мітки розчином алюмокалієвих галунів, перемішують.

0,0001 М розчин KNO_3: відбирають піпеткою 10 см³ розчину 0,001 М розчину KNO_3, вносять у мірну колбу місткістю 100 см³, 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 кожну 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 ножем 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 $см^3$ 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 $см^3$, додають 50 $см^3$ 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 $см^3$ 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	$pC(NO_3^-)$	Е, 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 Е у мілівольтах.

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

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 Е у мілівольтах. За отриманими значеннями потенціалу електродної пари Е 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

$$X = \frac{(V + \frac{\omega \cdot m}{100 \cdot \rho}) 10^{-pC(NO3)} \cdot 62 \cdot 10^6}{1000 m},$$

де 62 – молярна маса нітрат-йону, г/моль;
V – об'єм екстрагую чого розчину, мл;
1000 – коефіцієнт переводу мл в л;
$10^{-pC(NO3-)}$ – концентрація нітратів у витяжці, моль/л;
ω – масова частка води у пробі, %;
100 – коефіцієнт перерахунку з відсотків;
m – наважка проби, що взята для аналізу;
ρ – 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 СанПіН 42–123–4619–88:

- 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;
- виноград столових сортів;
- 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 pC(NO_3^-)в масовий вміст нітратів в (мг/кг) при аналізі витяжки з картоплі, буряку столового, цибулі (ріпчастої), винограду (m: V=1:5)

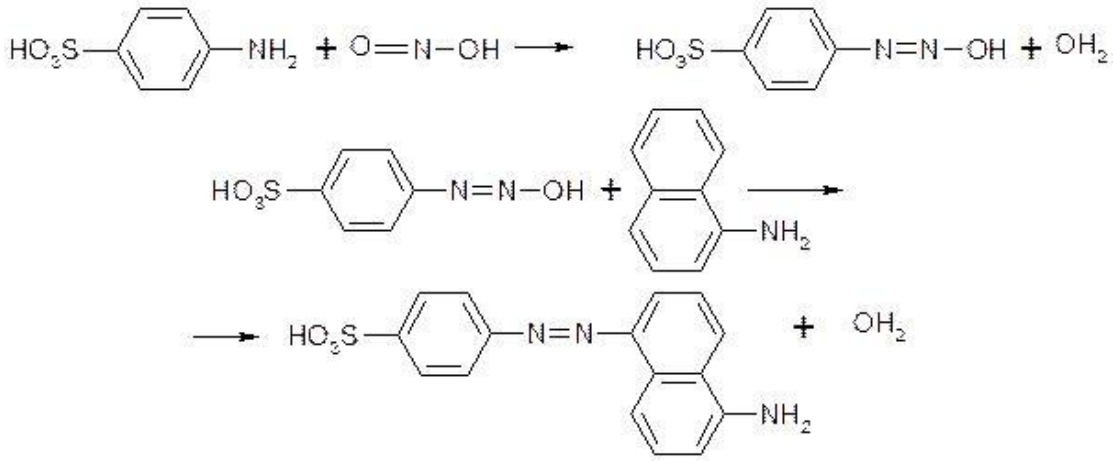
pC (NO_3^-)	**Соті частки pC (NO_3^-)**									
	,00	**,01**	**,02**	**,03**	**,04**	**,05**	**,06**	**,07**	**,08**	**,09**
1.6	9033	8827	8626	8430	8238	8050	7867	7688	7513	7342
1,7	7175	7012	6852	6696	6544	6395	6249	6107	5968	5832
1,8	5699	5570	5443	5319	5198	5079	4944	4851	4740	4633
1,9	4527	4424	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 pC(NO_3^-) 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)

pC (NO_3^-)	**Соті частки pC (NO_3^-)**									
	,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 виробах харчової промисловості використовують фотометричний метод, який ґрунтується на кількісній реакції між нітрит-йонами та сульфосаліциловою кислотою з утворенням червоно-фіалкової діазосполуки при взаємодії з α-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 аппаратура

1. Зразок продукту
2. Хімічні склянки на 100 мл
3. Мірні колби (1000 мл, 50 мл)
4. $NaNO_2$, «ч.д.а.»
5. Хлороформ
6. Реактив Грісса
7. Розчин реактиву Грісса
8. Насичений розчин $ZnSO_4$
9. 0,1 М розчин KOH чи NaOH
10. Водяна баня
11. Термометр лабораторний
12. Ваги лабораторні
13. Фотоелектроколориметр ФЕК-56

Хід роботи

1. *Приготування основного стандартного розчину нітриту.*

1,5 г $NaNO_2$ 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 $NaNO_2$ 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 ^{0}С, 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 ^{0}С 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 ^{0}С. Перемішують, охолоджують, фотометрують при довжині хвилі 520 нм відносно розчину порівняння (без вмісту нітритів).

Результати вимірювань записують у таблицю.

NO_2^-, мг/мл	тична густина А

Будують градуювальний графік. Визначають концентрацію нітритів в досліджуваному розчині.

Масову частку нітритів розраховують за формулою

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

де m– наважка м'ясопродукту, г;

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

За кінцевий результат аналізу приймають середнє арифметичне значень 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 аппаратура

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

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 концентрованого 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 н-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 фосфорорганічних 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 маститнога 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 грунтується 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, Е240) є легкорозчинним 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. Законсервоване молоко непридатне до вживання та перероблення на продукти харчування.

Хід роботи.

У пробірку піпеткою відміряють 2 мл суміші кислот (до 100 $см^3$ 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 виробах, карамелі з фруктовими начинками та цукерках з плодово-ягідними корпусами

Двоокис сірки (сірчистий ангідрид, Е220) 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 (Е220) дозволено.

Реагенти, обладнання та аппаратура

1.Зразок продукту
2.Хімічна склянка
3.Конічні колби на 250 мл
4.Дистильована вода
5.1 М розчин NaOH
6.Розчин сульфатної кислоти (1:3 об.)
7.0,01 М розчин йоду
8.Розчин крохмалю
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 $см^3$, 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 1частину кислоти додають 3 об'єми води), 1 $см^3$ 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_1, – об'єм розчину йоду концентрацією 0,01 моль/$дм^3$, витраченого на титрування відповідно досліджуваного фільтрату та дистильованої води, мл;

К – 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 Е220. Як він впливає на організм людини?

Лабораторна робота №6

Визначення вмісту бензойної кислоти в харчових продуктах

Бензойна кислота – C_6H_5COOH (Е210) та її натрієва сіль (Е211) 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, слабко 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 аппаратура

1.Зразок продукту
2.10% мас. хлоридна кислота
3.Хлороформ
4.Ділильна лійка
7. 95% етиловий спирт
8. Розчин фенолфталеїну
9. 0,05 М розчин NaOH
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 65º 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 гідрооксиду 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 гідрооксиду 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 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 флоридів нескладна. У аналізовану пробу додають реактив, який містить сполуки, що руйнують можливі комплексні сполуки фторидів з катіонами Fe і Al. В якості реагентів для маскування Fe і Al , зазвичай, використовують цитрати або солі ЕДТА. Крім маскуючих властивостей, ці ж реагенти повинні створювати pH = 5-5,5. Водневий показник не повинен бути вищим, так як це призведе до збільшення похибки визначення через негативний впливу іонів OH^-. Крім цього, реактив повинен містити хлорид натрію або калію для стабілізації іонної сили проби. Концентрація солей KCl або NaCl, не повинна в пробі перевищувати величину в 0,1 М. Дотримання вищенаведених умов дозволяє визначати флуориди від 10^{-5} до 10^{-2} моль/л.

Характерною особливістю електродів на основі LaF_3 є великий час встановлення потенціалу в інтервалі концентрації pF^- = 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 аппаратура

1.Зразки зубних паст
2.0.001 М та 0.01 М розчини NaF
3.Ділильна лійка
4.5 М розчин NaOH
5.0.05 М розчин ЕДТА
6.Хімічні склянки
7. Натрій хлорид, «ч.д.а.»
8. Крижана оцтова кислота
9. 0,05 М розчин NaOH
10. Мірні колби місткістю 50 мл
11.Іономір
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 pH 5.0-5.5.

2. Приготування градуювальних розчинів.

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

Таблиця 7.1 – Приготування градуювальних розчинів

№ розчину	Концентрація вихідного розчину, моль/л	Об'єм вихідного розчину, що відміряють, мл	Концентрація градуювального розчину, моль/л	pF^-
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 градуювальної 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 градуювальних розчинів

№ розчину	Концентрація градуювального розчину, моль/л	pF^-	ЕРС, мВ

Будують градуювальний графік в координатах ЕРС від pF^-.

4. Визначення вмісту Натрій флуориду у зубній пасті.

Точну наважку близько 1 г зубної пасти поміщають у мірну колбу на 50 мл, доводять до мітки дистильованою водою, перемішують. Нерозчинну частину пасти 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 за-

лишають на 20 хв для повного демаскування флуориду. Занурюють електроди і вимірюють ЕРС при перемішуванні.

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

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

де m – маса наважки зубної пасти;

$C_x(F)$ – 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?

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.

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-ХХІ, 2006. – 499 с.

14. Безпека харчування: сучасні проблеми : посібник-довідник / укл. : А. В. Бабюк [та ін.]. – Чернівці : Книги-ХХІ, 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 лабораторних робіт
для студентів спеціальності «Хімія»

Укладач **ЮСІНА Ганна Леонідівна**

За авторською редакцією

/2020. Формат 60 х 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