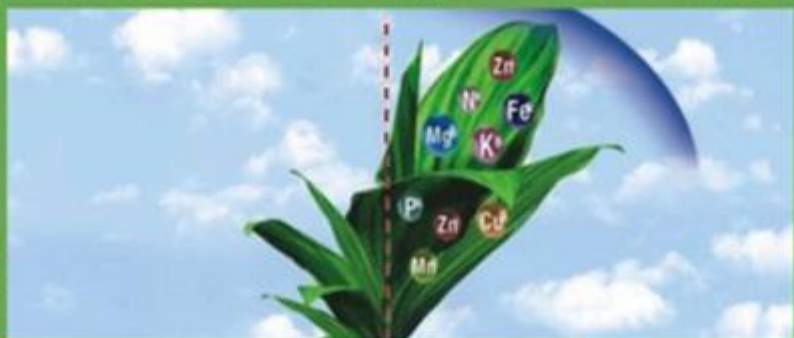


Л.М. Пузiк  
Т.В. Гавриш  
I.М. Фомiна  
Н.О. Боровiкова

Навчально-методичний посiбник  
до виконання лабораторних робiт

# БЕЗПЕКА ПРОДУКЦIЇ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ



Харкiв 2024

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Л.М. Пузік, Т.В. Гавриш, І.М. Фоміна, Н.О. Боровікова

## **БЕЗПЕКА ПРОДУКЦІЇ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

Навчально-методичний посібник до виконання лабораторних робіт для  
студентів спеціальності 181 «Харчові технології»

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
(освітня програма «Харчові технології»)

Харків  
ДБТУ  
2024

Навчально-методичний посібник до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Безпека продукції зернопереробних виробництв» для студентів спеціальності 181 «Харчові технології»/ укладачі: Пузік Л.М., Гавриш Т.В., Фоміна І.М., Боровікова Н.О. – Х. : ДБТУ, 2024. – 52 с.

Укладачі: Л.М. Пузік  
Т.В. Гавриш  
І.М. Фоміна  
Н.О. Боровікова

Рецензент: О.В. Богомолів, доктор техн. наук, проф., зав. кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв

Кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів

Схвалено науково-методичною комісією факультету переробних і харчових виробництв

Протокол від «02» лютого 2024 р. № 3

© Пузік Л.М.  
Гавриш Т.В.,  
Фоміна І.М.,  
Боровікова Н.О., укладачі,  
2024  
© Державний  
біотехнологічний  
університет, 2024

## Зміст

Передмова.....	5
Лабораторна робота №1. Вивчення допустимих концентрацій пестицидів і важких металів в продукції галузі та продуктах її переробки.....	6
Лабораторна робота №2. Визначення залишкової кількості нітратів та нітритів фотометричним методом.....	12
Лабораторна робота № 3. Визначення фузаріозних зерен зернових культур.....	15
Лабораторна робота № 4. Визначення мікотоксинів, антибіотиків, гормональних препаратів методом імуноферментного аналізу з використанням тест-систем в зерні та продуктах його переробки.....	21
Лабораторна робота № 5. Визначення наявності мікотоксинів біопробою на інфузоріях тетрахімена піріформіс в кормі.....	29
Лабораторна робота № 6. Визначення токсичних металів в зерні, борошні, крупах і комбікормах.....	33
Лабораторна робота № 7. Визначення вмісту радіонуклідів та міді у продукції галузі.....	37
Тестові завдання .....	45
Список літератури.....	50

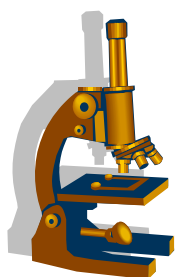
## Передмова

Навчально-методичний посібник до виконання лабораторних робіт націлений на оцінку та контроль якості продуктів, що мають важливе значення для забезпечення харчової безпеки та здоров'я споживачів. На сьогоднішній день, у зв'язку зі складністю сучасних технологічних процесів та впливом різноманітних факторів на вирощування та переробку сільськогосподарської продукції, моніторинг та контроль її якості є надзвичайно важливим завданням.

Лабораторні роботи посібнику спрямовані на вивчення різноманітних аспектів безпеки продуктів галузі, від аналізу вмісту шкідливих речовин до оцінки радіаційного та хімічного забруднення. Посібник дає змогу поглибити свої знання та вміння у сфері харчової безпеки, а також набути практичний досвід з використання сучасних методів аналізу продуктів харчування.

Досягнення мети цього посібника, а саме забезпечення безпеки та якості продуктів галузі, вимагає від студентів не лише теоретичних знань, але й практичних навичок у проведенні лабораторних досліджень та обробці отриманих даних.

Нехай цей посібник стане важливим кроком у вашій професійній підготовці та допоможе вам зрозуміти складнощі, пов'язані з контролем якості продуктів галузі, та розвинути вміння забезпечувати безпеку споживачів. Щиро бажаємо вам успіхів у вивченні та практичній діяльності!



## **Вивчення допустимих концентрацій пестицидів і важких металів в продукції галузі та продуктах її переробки**

**Мета:** вміння аналізувати хімічні і біологічні забрудники продукції галузі.

**Об'єкт вивчення:** зерно, крупа, борошно, комбікорм.

**Предмет вивчення:** аналіз медико-біологічних вимог та харчової цінності різних груп продуктів і харчової сировини.

### **Теоретична інформація**

Зернове господарство відіграє важливу роль в аграрному секторі України, яка є однією з найбільших виробників та експортерів зерна в Європі, збираючи щорічно 40–50 млн. тонн.

Виробництво, переробка та експорт зерна в Україні дають суттєві грошові надходження до бюджету і є важливими секторами працевлаштування населення країни. На сьогоднішній день потенціал зернової галузі України оцінюється в 80–100 млн. тонн щорічного виробництва зерна й олійних культур. Цей фундаментальний фактор разом з політикою країни, спрямованою на європейську інтеграцію та активну співпрацю у Світовій організації торгівлі (СОТ), вимагає приведення у відповідність різних нормативних і регулюючих актів України до вимог цієї організації, особливо у сфері оцінки і контролю якості та безпеки сільськогосподарської продукції.

Безпека зернової продукції є пріоритетом на всіх стадіях харчового ланцюга. Основою гарантування безпеки зернових культур в Україні є контролювання у зерні та продуктах його переробки залишкової кількості пестицидів, радіонуклідів, токсичних елементів і мікотоксинів.

Моніторинг основних показників безпеки продукції (кількісних і якісних) та оперативне реагування на критичні показники є складовою системи продовольчої безпеки країни.

Залежно від цільового призначення рослинної продукції до неї пред'являється цілий ряд стандартних вимог, пов'язаних насамперед з оцінкою хімічного складу урожаю, вмістом токсикантів, визначенням властивостей різних хімічних речовин, які синтезуються і накопичуються в рослинах в процесі росту і розвитку. Антропогенні чинники викликають певні порушення в обміні речовин живих організмів, які в свою чергу, можуть призвести до надлишкового накопичення токсикантів в продукції рослинництва, зниженню біохімічних показників якості зерна, тобто до втрати врожаю сільськогосподарських культур.

У результаті впливу забрудненого навколишнього середовища при порушенні норм вирощування рослин або годівлі тварин, а також при порушенні технологічної обробки або умов зберігання, в харчових продуктах можуть з'явитися токсичні речовини. Їх називають забруднювачами. До них в основному відносяться токсичні елементи, мікотоксини, пестициди, антибіотики і ряд інших сполук.

Токсичні речовини – речовини або сполуки, здатні спричинити отруйну дію на живі організми. В залежності від характеру впливу і ступеня прояву токсичності, тобто здатності цих речовин надавати шкідливий вплив на живі організми, вони класифікуються на дві великі групи: токсичні і потенційно токсичні. За хімічною природою шкідливі речовини або токсиканти бувають неорганічного походження (кадмій, ртуть, свинець, миш'як, нікель, бор, марганець, селен, хром, цинк та ін) і органічного (нітросполуки, феноли, аміни, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини, пестициди, формальдегід, бензапірен та ін).

Токсичні елементи можуть потрапити в небезпечних для людини концентраціях у харчові продукти із сировини і у процесі технологічної обробки тільки при порушенні відповідних технологічних інструкцій. Так, у рослинній сировині вони можуть з'явитися при порушенні правил застосування отрутохімікатів, що містять у своїй сполуці такі токсичні елементи, як ртуть, свинець, миш'як та інші. Підвищена кількість токсичних елементів може з'явитися в зоні поблизу промислових підприємств, що забруднюють повітря і воду недостатньо очищеними відходами виробництва.

Особливу групу хімічно небезпечних речовин складають пестициди – препарати, які призначені для боротьби з шкідниками сільськогосподарського виробництва, бур'янами і т. д. Більшість з них дуже токсична для людини.

**Пестициди** - це хімічні речовини, які використовують як засоби рослин і тварин від шкідливих організмів.

За призначенням пестициди поділяють на такі групи!

- ✓ **Гербіциди** - для боротьби з бур'янами.
- ✓ **Зооциди** - для боротьби з гризунами.
- ✓ **Інсектициди** - проти комах.
- ✓ **Нематоциди** - проти круглих червів.
- ✓ **Бактерициди** - проти збудників бактеріальних хвороб.
- ✓ **Фунгіциди** - для боротьби з грибковими хворобами.
- ✓ **Акарициди** - проти кліщів.
- ✓ **Афіциди** - проти личинок, гусені та комах.

Залежно від хімічної природи пестициди поділяють на класи:

- ✓ **Хлорорганічні.**
- ✓ **Фосфорорганічні.**
- ✓ **Ртутьорганічні.**
- ✓ **Карбонати.**
- ✓ **Синтетичні піретроїди.**
- ✓ **Інші органічні препарати.**

Залежно від ступеня небезпечності для людей і тварин пестициди поділяють на **високотоксичні** — 50-200 мг/кг, **середньо токсичні** — 200-1000 мг/кг і **малотоксичні** - понад 1000 мг/кг.

Сільськогосподарська сировина та харчові продукти забруднюються пестицидами під час обробки сільськогосподарських культур, тварин і птиці, зерна, фуражу та інших продовольчих запасів, лісів, лісонасаджень, а також ґрунту, під час використання забрудненої води для обробки рослин та тварин і з деяких інших причин.

Ступінь шкідливості пестицидів визначається надходженням вмісту їх у харчових продуктах.

У зв'язку з тим, що пестициди добре акумулюються, а їх надмірне тривале надходження до організму людини небезпечно, були встановлені максимально допустимі рівні (МДР) пестицидів у продукції галузі, які наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Максимально допустимі рівні (МДР) пестицидів у продукції галузі.

Назва препарату	Назва продукту	Максимально допустимий рівень у продукті, мг/кг
ДДВФ (хлорвінфос, естразол, дихлофос)	Борошно, крупи Зерно, висівки	Не допускається 0,3
ДДД (діхлордіфенілдіхлоретан)	Зерно	3,5
Хлорофос (трихлофон, дилокс, диптерекс, рицифон, діоксафос)	Рис, зерно хлібних злаків, соя, горох, боби	0,1
Карбофос (малатіон, ветісол)	Зерно хлібних злаків, горох, соя, кукурудза Борошно Крупи (крім манної)	3,0 2,0 1,0
Дихлоретан	Зерно Борошно	7,0 5,0
Картекс (окис етилену)	Зерно Борошно	3,0 Не допускається
Меркаптофос (систокс)	Зерно	0,35

Хлорорганічні пестициди (ХОП) найбільше використовують у сільському господарстві. До них відносять гексахлорбензол, гексахлорбутаден, гама-ізомер ГХЦГ, ДДТ, ДД, дилер, каптан, кельтан, метоксихлор та інші. Завдяки стійкості у навколишньому середовищі та здатності до акумуляції ХОП перетворилися у глобальні забруднювачі.



Хлорорганічні препарати пошкоджують центральну нервову ендокринну системи, печінку, нирки, кров. Деякі ХОП заборонені для використання взагалі (наприклад, ДДТ, гептахлор, каптан, ліндан, фталсен і деякі інш.)

При наявності будь-яких ХОП у продуктах харчування та харчовій сировині понад норму їх вживати не можна.

Для визначення залишкової кількості продукції галузі (у першу чергу в зерні і комбікормі), використовують **хроматографічний метод**.

Сутність метода полягає в екстракції пестицидів з наважки продукту що досліджується ацетоном, очищенні екстракту на хроматографічній колонці з силікагелем АСКТ, очищенні концентрованою сірчаною кислотою і наступним хроматографуванням на пластинках «Сілуфон» з використанням гексана як рухомого розчинника.

Хроматогування відбувається таким чином:

1. на хроматографічну пластинку на відстані 1,5 см від краю наносять досліджувану пробу (діаметр плями не більше 0,5 см).
2. решту екстракту в колбі промивають трьома порціями гексану, які потім наносять у центр плями.
3. по обидва боки від проби на відстані 2 см наносять робочі розчини, що містять 4,1 та 0,5 мкг пестицида.
4. пластинку з нанесеними розчинами помішують до камери для хроматографування, на дно якої за 30 хв. до цього наливають гексан. Після підняття лінії фронту гексана на 10 см від лінії старту, пластинку виймають з камери, після випаровування розчину її знову поміщають до камери та дають розчину піднятися на 10 см.
5. пластинку виймають, сушать на повітрі, збризкують реактивом, що проявляється, висушують, розміщують під УФ - проміні ( лампа ПРК-И) на 10-15 хвилин.
6. при наявності ХОП на пластинці з'являються плями червоного кольору. Для кількісного визначення проводять вимір площі плям проби та пестициду.

Більшість із хімічних речовин, у тому числі і слабо токсичні (помірно, слабо токсичні і практично не токсичні), можуть стати причиною тяжкого ураження людини. Водночас привести до масових санітарних втрат в наслідок аварій (катастроф), що супроводжуються викидами (виливами) хімічних речовин, можуть не всі хімічні сполуки, включаючи навіть надзвичайно, високо і сильно токсичні.

Інтенсивне забруднення природного середовища значною мірою є наслідком нераціонального сільськогосподарського виробництва. Щороку з мінеральними добривами на сільськогосподарські угіддя надходить 193 тис. т фтору, 1,6 тис. т цинку, 620 тис. т міді та 622 т калію.

У 90-ті роки залишкова кількість пестицидів у продуктах харчування, рослинах і тваринах зросла (порівняно з 60 – ми роками) більш ніж у 9 разів.

Отруйні речовини, які знаходяться у мінеральних добривах, хімічних меліорантах й отрутохімікатах, проникають в організми людей, викликаючи їх

захворювання. Застосування великих доз добрив може погіршити якість продукції, ґрунтових вод, що зумовлює забруднення близьких річок і водойм.

Використання мінеральних добрив дало змогу певною мірою підвищити врожайність культур, однак подальше збільшення їх доз уже не сприяло її зростанню, що пов'язано із зменшенням запасів гумусу в ґрунті.

Зростання врожайності неможливе без удосконалення технології внесення добрив. Безконтрольне їх застосування призводить до забруднення навколишнього середовища, що загрожує здоров'ю людини. Особливо небезпечно неправильне або надмірне використання пестицидів. Причому деяка їх частина трансформується, тобто виникають нові токсичні речовини (вторинна токсикація). Дати оцінку всіх наслідків впливу пестицидів неможливо через недосконалість методів дослідження.

Важкі метали включаються в колообіг та накопичуються в продуктах харчування, а кінцевим результатом є концентрація в живих організмах.

Встановлено, що близько 70% свинцю людина отримує з продуктами харчування. Вміст свинцю залежить від регіону і складає в середньому 0,01–1 мг/кг продукту. Кадмій, акумулюючись у рослинах, легко потрапляє у харчові продукти, а через них – в організм людини. Миш'як присутній у більшості харчових продуктів, оскільки широко розповсюджений в оточуючому середовищі.

Реакція зернових культур на забруднення ґрунтів важкими металами неоднакова. Найбільш толерантні до них озиме жито, озима пшениця, овес, ячмінь. Найбільш високий адаптивний потенціал має жито, а найбільш низький – ячмінь. Екологічно безпечний урожай зернових колосових культур формується при вмісті у ґрунті важких металів на рівні 1–2 кларків або меншому вдвічі від максимально-допустимого рівня у ґрунті. Лише на фоні 5–6 кларків спостерігається пригнічення росту рослин, знижується їх продуктивність і якість продукції. Характерно, що найбільша кількість важких металів у цієї групи культур накопичується в кореневій системі та вегетативних органах. Соняшник і кукурудза витримують забруднення ґрунту важкими металами до 4 кларків або 1,0–1,5 максимально – допустимого рівня.

Особливо великий вміст токсичних речовин і важких металів у пестицидах, до складу яких входять такі метали як ртуть, мідь, залізо, олово, свинець, арсен, цинк, алюміній тощо. З фосфорними добривами разом із солями фосфорної кислоти потрапляють мідь, цинк, кадмій, хром, кобальт, свинець, нікель, ванадій, стронцій, уран – 238, торій–226, свинець–210, полоній; із фосфогіпсом – марганець, стронцій, натрій, калій, барій, рідкоземельні елементи, а з хімічним меліоритом томасшлаком – свинець, залізо, хром і фосфор. Важкі метали, попадаючи через рослину в організм людини з їжею, слабо виводяться з організму, викликають тяжкі захворювання онкологічного, серцевосудинного та іншого характеру.

Таким чином, інтенсивність накопичення токсичних речовин у зернових культурах як правило, є величиною постійною, проте існує ряд складних факторів, що коректують процес поглинання мікроелементів, особливо при

зміні умов зовнішнього середовища (забезпеченість елементами живлення, фенофази, умов вирощування, фізіологічних особливостей культур).

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитись з критеріями безпеки харчової продукції.
2. Провести аналіз медико-біологічних вимог та харчової цінності різних груп продуктів і харчової сировини на підставі документу № 5061-89 «Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини і харчових продуктів» (документ надає викладач).
3. Ознайомитись з загальною інформацією про пестициди.
4. Провести аналіз хімічних і біологічних забрудників продукції галузі та систематизувати інформацію про гранично допустимі концентрації важких металів, пестицидів, мікотоксинів. Результати оформити у вигляді таблиці 1.1.

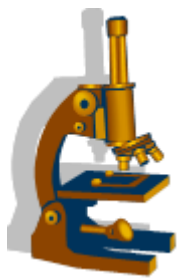
Таблиця 1.1 – Аналіз хімічних і біологічних забрудників продукції галузі

Токсичні елементи	Зернові	Бобові	Крупа	Борошно	Хліб	....
<b>Важкі метали</b>						
<i>свинець</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,1</i>	<i>1</i>
<i>кадмій</i>	<i>0,1</i>			<i>0,1</i>	<i>0,05</i>	
.....						
<b>Пестициди</b>						
<i>агелон</i>	<i>0,1</i>					
....						
<b>Мікотоксини</b>						
<i>афлотоксин B<sub>1</sub></i>						
.....						

5. Зробити висновки по роботі.

### Питання для самоперевірки

1. Дати визначення терміну "пестициди".
2. На які групи поділяються пестициди за призначенням?
3. Класифікувати пестициди за хімічною природою.
4. Які хлорорганічні пестициди заборонені для використання?
5. Вплив важких металів на зернові культури?



## Визначення залишкової кількості нітратів та нітритів фотометричним методом.

**Мета:** опанувати методику визначення вмісту нітратів в продукції галузі фотометричним методом.

**Об'єкт вивчення:** зерно, комбікорм.

**Предмет вивчення:** фотометричний метод визначення вмісту нітратів у продукції галузі.

### Теоретична інформація

В Україні майже шоста частина сільськогосподарської плодоовочевої продукції містить нітрати у дозах, які перевищують максимально допустимий рівень. У першу чергу надмірний вміст нітратів у харчових продуктах сприяє розвитку онкологічних і алергічних захворювань.

Надлишок нітратів у плодоовочевій продукції – це не лише наслідок неправильного використання азотних добрив, а й результат сорбції окисів азоту безпосередньо з атмосфери, які утворюються при спалюванні різних видів палива. Основними причинами надлишку нітратів у овочах із закритого ґрунту ( парники, теплиці та ін. ) є недостатнє освітлення, загушення посівів.

**Нітрати** - це солі азотної, а **нітрити** азотистої кислот. Значне накопичення нітратів в продукції рослинництва є наслідком, в першу чергу, надмірного внесення у ґрунт мінеральних добрив.

Накопичення нітратів у продуктах рослинництва може відбуватися також при недостатчі або надлишку вологи у ґрунті та повітрі, значних коливань температури в період вегетації, поганому освітленні.

Самі нітрати не токсичні, але при надмірних кількостях в організмі людини вони перетворюються в нітрити, які спричиняють зміни стану здоров'я (метгемоглобінемія, пригнічування активності імунної системи організму, порушення діяльності щитовидної залози та ін.). Нітрати і нітрити здатні також перетворюватись в організмі у нітрозамінни (сполуки нітратів і нітритів з амінокислотами), багато з яких є канцерогенами.

Тому органи Держстандарту контролюють дотримання допустимих рівнів нітратів у сфері харчового виробництва.

Максимально допустимі рівні нітратів у продукції галузі наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Максимально допустимі рівні нітратів у продукції галузі.

Назва продукції	Норма нітратів, мг/кг
Зерно та продукти його переробки	200
Комбікорм для великої рогатої худоби і овець	500
Комбікорм для свіней	600
Комбікорм для птиці	500

Для визначення вмісту нітратів у комбікормі та комбікормовій сировині найчастіше використовують **іонометричний** та **фотометричний** методи.

Сутність іонометричного методу полягає у вилученні нітратів з матеріалу, що аналізується розчином алюмінієвих галунів з наступним вимірюванням їх концентрації в одержаній витяжці за допомогою іоноселентивного електроду.

Фотометричний метод заснований на відокремленні нітритів та нітратів з проб дистильованою водою, знебарвлені водяної витяжки, відновленні нітратів до нітритів і фотометричного визначення останніх за реакцією Грисса-Улосвая зі створенням діазосполук рожево-червоного кольору.

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

### 1. Одержати та знебарвити водяну витяжку нітритів і нітратів.

1.1. 15г подрібненого зразка внести до колби на 250 см<sup>3</sup> і додати 70 см<sup>3</sup> дистильованої води та струшувати протягом 10 хв. Вміст колби перенести до центрифужних пробірок, центрифугують 7 хв. при 5000 об/хв.

1.2. Центрифугат відфільтрувати у мірні колби на 100 см<sup>3</sup>. Осад промити 15-20 см<sup>3</sup> дистильованої води та перенести його на фільтр. Фільтрат у мірних колбах довести дистильованою водою до мітки.

1.3. Перенести 50 см<sup>3</sup> фільтрату у центрифужну пробірку, додати 25 см<sup>3</sup> реактиву Карреза 1 і 25 см<sup>3</sup> реактиву Карреза 2. Ретельно перемішати скляною паличкою до одержання сметаноподібної консистенції. Знову центрифугувати 7 хв. при 5000 об/хв., центрифугат фільтрувати та використати для визначення нітратів і нітритів.

### 2. Визначити вміст нітритів.

2.1. Перенести 5 см<sup>3</sup> відфільтрованого центрифугату піпеткою у пробірку, додати 4 см<sup>3</sup> дистильованої води та 1 см<sup>3</sup> реактиву Грисса-Улосвая.

2.2. Фотоколориметрувати (на ФЕК) через 20 хвилин при зеленому світлофільтрі (довжина хвилі 540 нм) при контрольному розчині, кювета 10 мм.

2.3. Визначити кількість нітритів (в мкг), які містяться в 1см<sup>3</sup> фотометричного розчину, по калібрувальному графіку.

Для розрахунку використати формулу:

$$X = V \times U \times \varphi / a,$$

де X - кількість нітрит-іонів, мг/кг;

U - об'єм водяної витяжки, см<sup>3</sup>;

V - кількість нітриту, знайденого по калібрувальній кривій, мкг/см<sup>3</sup>;

φ - коефіцієнт розведення водяної витяжки;

a - маса наважки.

### 3. Визначити вміст нітратів.

3.1. В пробірку внести 0,2-0,3 г відновлюючої суміші, додати 5 см<sup>3</sup>

центрифугату і 5 см<sup>3</sup> 12% оцтової кислоти. Пробірки закрити пробками, ретельно струшувати протягом 1 хвилини.

3.2. Вміст пробірок перелити до центрифужних пробірок, центрифугувати 5 хвилин при 7000-8000 об/хв.

3.3. Центрифугат фотоколориметрувати при зеленому світлофільтрі (довжини хвилі 540 нм) при контрольному розчині, кювета 10 мл.

3.4. Визначити кількість нітратів (в мкг), які містяться в 1 см<sup>3</sup> фотометричного розчину, по калібрувальному графіку.

Для розрахунку використати формулу:

$$X = V \times Y \times \varphi / a,$$

де X - кількість нітрат-іонів, мг/кг;

Y - об'єм водяної витяжки, см<sup>3</sup>;

V - кількість нітрату, знайденого по калібрувальній кривій, мкг/см<sup>3</sup>;

φ - коефіцієнт розведення водяної витяжки;

a - маса наважки.

#### 4. Дані визначень занести до таблиці 3.

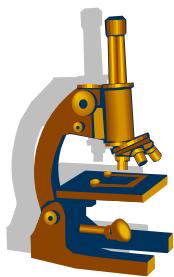
Таблиця 3 – Визначення вмісту нітратів і нітритів у зерні та комбікормі.

№ визначення	Назва продукту	Наважка, г	Об'єм водяної витяжки, см <sup>3</sup>	Кількість нітратів		Кількість нітритів	
				зерно	комбікорм	зерно	комбікорм
...	....	...	....	...	....	...	...
Максимально допустимий рівень							

#### 5. Зробити висновки по роботі.

##### Питання для самоперевірки

1. Назвати умови, які сприяють накопиченню нітратів у рослинних продуктах.
2. Назвати максимально допустимі рівні нітратів у продукції галузі.
3. Сутність іонометричного методу визначення вмісту нітратів у продукції рослинництва.
4. Сутність фотометричного методу визначення вмісту нітратів у продукції рослинництва.
5. Навести хід визначення вмісту нітратів.



## Визначення фузаріозних зерен зернових культур

**Мета:** ознайомитися з існуючими методиками та способами виявлення насіння пшениці, зараженого фузаріозом.

**Об'єкт вивчення:** зерно різних культур.

**Предмет вивчення:** методика визначення фузаріозних зерен пшениці та ячменю.

### Теоретична інформація

В останні роки в нашій країні й в інших країнах товарного виробництва зерна основних зернових культур значно збільшилося число товарних партій пшениці та інших культур, уражених фузаріозом, мікотоксинами і особливо цвілевими грибами. Всі ці поразки виводять товарне зерно не тільки з категорії продовольчого, але й роблять його непридатним для кормових цілей.

Фузаріоз зерна, як відомо, не тільки погіршує хлібопекарські властивості, але й приводить до забруднення зерна дуже шкідливими мікотоксинами - дезоксініваленолом (вомітоксином, ДОН), вміст якого у вигляді високої токсичності строго обмежується і контролюється: гранично припустима кількість для м'якої пшениці 0,7 мг/кг.

Встановлено наступну тенденцію: чим вище ступінь знебарвлення, тим вище вміст фузаріозних зерен і дезоксініваленола. При цьому варто звернути увагу, що концентрація токсичних елементів, як правило, нижче в знебарвленому зерні, чим у фузаріозному.

Дослідженнями встановлено, що в товарних партіях фузаріозного зерна пшениці зі змістом фузаріозних зерен від 0,4 до 10% відсоток дезоксініваленола склав від 0,2 до 9,0 мг/кг. Щоб виявити, наскільки високий ступінь ризику при використанні фузаріозних партій зерна на продовольчі цілі, було вивчене розподіл токсину в продуктах переробки зерна і у хлібі. Дані додатку А показують, як розподіляється дезоксініваленол у продуктах переробки зерна: у борошні 70 % помелу концентрація токсину зменшилося приблизно на 50 % (40-48 %); найбільшою мірою були уражені висівки, стосовно зерна вміст дезоксініваленола збільшилося у висівках на 50-100 %. Цю обставину варто враховувати при виробленні дієтичних висівків, тобто для цих цілей не можна використати висівки зі знебарвленням III ступеня й вмістом фузаріозних зерен.

Дослідженнями доведено, що в хлібі, виробленому з фузаріозного зерна, вміст токсину не зменшується, а іноді навіть збільшується особливо при виробленні дріжджового тіста і хліба, що, очевидно, пов'язане з біологічними процесами перетворень попередників дезоксініваленола, накопичених грибами-фузаріями при дозріванні зерна.

Таким чином, наявність у товарних партіях фузаріозних зерен і мікотоксина дезоксініваленола викликає не тільки погіршення технологічних і хлібопекарських властивостей пшениці, але становить серйозну небезпеку для здоров'я людини. Тому товарні партії з наявністю фузаріозних зерен необхідно розміщати окремо і ретельно контролювати в них вміст фузаріозних зерен і дезоксініваленола для визначення їхнього цільового призначення.

Основні ознаки, що характеризують фузаріоз зерна пшениці:

- уражені зерна щуплі, зморшкуваті із втисненою глибокою борозенкою й загостреними бочками;
- поверхня зерна знебарвлена (біляста) крейдоподібна, без блиску;
- ендосперм пухкий, що трощається; низька стекловидність зерна або повна її втрата;
- у борозенці й особливо в зародковій частині зерна є паутинообразний наліт міцелію гриба, білий або рожевий кольори й подушечки скупчення конідій;
- зародок зерна нежиттєздатний, на зрізі темного цвіту.

Основною відмінністю знебарвленого зерна від фузаріозного є нормальна форма зерна з виконаною борозенкою, щільним ендоспермом, нормально забарвлений життєздатний зародок, відсутність нальоту гриба.

Розовозабарвленні зерна нефузаріозного походження відрізняються від фузаріозних нормальною формою й розміром зерна, наявністю блиску й стекловидності, вони мають життєздатний зародок нормального цвіту (солом'яно-жовтого цвіту), але на оболонках зерновки мають плями рожевих, червоних або коричневих різних відтінків (додаток А.). У вологі роки на фузаріозному зерні можуть спостерігатися плями рожево-малиновий або оранжево-охряний кольори (далі позначаються як рожевозабарвлені фузаріозні зерна).

Відповідно до медико-біологічних вимог і санітарних норм якості для зерна продовольчого призначення встановлені наступні максимально допустимі рівні (МДР) по мікотоксинам:

- дезоксініваленол (вомітоксин) - 0,7 мг/кг (пшениця);
- зеараленон - 1,0 мг/кг (ячмінь);
- вміст фузаріозних зерен у пшениці і ячмені не повинне перевищувати 1 %.

Формування товарних партій зерна пшениці з наявністю фузаріозних зерен і їхнє використання здійснюють відповідно до "Інструкції з виявлення фузаріозу колосся й зерна пшениці і ячменя, контролю вмісту в них дезоксініваленола і зеараленону та використанню такого зерна", 1996 р.

З метою забезпечення гарантованої безпеки споживачів, сформовані товарні партії зерна з наявністю фузаріозних зерен повинні обов'язково контролюватися на вміст дезоксініваленола та зеараленону. Аналіз на вміст мікотоксинів у товарному зерні продовольчого призначення здійснюють



незалежні лабораторії, акредитовані в системі сертифікації ДЕРЖСТАНДАРТ, відповідно до "Методичних вказівок по виявленню, ідентифікації та визначенню вмісту дезоксініваленола (вомітоксина) і зеараленона в зерні й зернопродуктах" №5177-90, затвердженими Мінздравом СРСР 27.06.90 р.

При цьому пряме (без розведення) використання товарних партій пшениці або ячменя на продовольчі цілі допускається тільки за умови, щоб вміст фузаріозних зерен був не більше 1 %, а мікотоксинів не перевищувало припустимих норм МПР. При більше високому вмісті в товарній партії мікотоксинів її використовувати на продовольчі цілі без розведення категорично заборонено. Формування товарних партій зі вмістом фузаріозних зерен і мікотоксинів вище припустимих норм у випадку їхньої реалізації на продовольчі та інші цілі виробляються тільки з розведенням іншою партією зерна, здорового, не ураженого фузаріозом таким чином, щоб вміст фузаріозних зерен і мікотоксинів було не вище норм, зазначених нижче в додатку В.

При цьому максимально припустима кількість зерна, ураженого фузаріозом, при формуванні помольної партії розраховують по формулах:

$$\begin{aligned}M_1 &= 100/\Phi & (1); \\M_2 &= 70/\text{ДОН} & (2); \\M_3 &= 100/\text{ДОН} & (3); \\M_4 &= 100/\text{ЗЛ} & (4),\end{aligned}$$

де: М – максимальна кількість зерна, ураженого фузаріозом, що допускає для включення в помольну партію, %;

ДОН – вміст дезоксініваленола в партії, ураженої фузаріозом, мг/кг;

Φ – вміст фузаріозних зерен у партії, ураженої фузаріозом, %;

ЗЛ – зміст зеараленона в партії, ураженої фузаріозом, мг/кг.

Для пшениці використовують формули 1, 2 і 4, для ячменя - формули 1, 3.

При складанні помольної партії розраховують всі три показники й відсоток введення ураженого зерна в помольну партію встановлюють за найменшим значенням.

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

**1. Одержати зразок партії зерна та визначити наявність зерна, ураженого грибами роду фузаріум за методикою наведеною нижче.**

### Методика визначення фузаріозних зерен пшениці

Зерно, уражене грибами роду фузаріум, білуватє, іноді із плямами оранжево-рожевого кольору, легковаге, щупле, нежиттєздатне

Відбирають проби згідно з ГОСТ 13586.3. Від партії пшениці відбирають середню пробу масою не меншою 2 кг. Із середньої проби,

звільненої від крупної смітної домішки, згідно з ГОСТ 30483, виділяють дві наважки масою ( $50,0 \pm 0,1$ ) г.

Апаратура

Ваги лабораторні 3 класу точності з найбільшою межею зважування 1 кг згідно з ГОСТ 24104. Лупа зі збільшенням 4,5 згідно з ГОСТ 25706.

Дошка лабораторна. Скальпель або лезо бритви. Совок.

Чашка для наважки.

Проведення випробовування

Із наважки масою ( $50,0 \pm 0,1$ ) г за хорошого освітлення виділяють зерна з ознаками фузаріозу (відповідно до таблиці 2). У випадку виявлення сумнівних зерен, які можна віднести до знебарвлених III ступеня або рожевозабарвлених нефузаріозних, лупою визначають наявність міцелію і спородохій у зародку і борозенці, а також роблять зріз зародка і встановлюють його колір. Зерна відносять до фузаріозних за наявності сукупних ознак, зазначених у таблиці 2. Фузаріозні зерна, виділені з кожної наважки, зважують із точністю до 0,01 г.

Оброблення результатів

Вміст фузаріозних зерен виражають у відсотках, для чого сумарну масу виявлених фузаріозних зерен у 50 г наважки множать на 2.

За остаточний результат приймають середнє арифметичне значення двох паралельних визначень. Якщо третій десятковий знак дорівнює 5 або більший, то другий збільшують на одиницю.

Розбіжність між результатами паралельних визначень, а також під час контрольних визначень, не повинна перевищувати допустимі величини. Якщо розбіжність перевищує допустимі значення, то аналізування повторюють і враховують середнє арифметичне двох паралельних визначень, розбіжність між якими не перевищує допустимі значення.

#### Методика визначення фузаріозних зерен ячменя

Відбирають проби згідно з ДСТУ 13586.3. Від партії ячменя відбирають середню пробу масою не менш 2 кг.

Із середньої проби, звільненої від великої бур'янистої домішки, відповідно ДО ДЕРЖСТАНДАРТУ 13586.2, виділяють два навішення масою ( $50,0 \pm 0,1$ ) г.

Апаратура

Ваги лабораторні 3 класу точності з найбільшою межею зважування 1 кг відповідно ДО ДЕРЖСТАНДАРТУ 24104;

Лупа зі збільшенням 4,5х відповідно ДО ДЕРЖСТАНДАРТУ 25706;

Дошка лабораторна;

Совок;

Чашки для наважки.

Проведення випробування

Від наважки масою ( $50,0 \pm 0,1$ ) г при гарному висвітленні відокремлюють зерна з ознаками фузаріозу.

У випадку відділення сумнівних зерен за допомогою лупи визначають наявність у них ознак розвитку гриба.

При аналізі проб ячменя до фузаріозних зерен відносять також завалені зерна ячменя з рожевим нальотом і міцелієм на зародку й у борозенці, здрібнені зерна (більше 1/2 зерна) і зерна пшениці й жита, які мають ознаки розвитку фузаріозу.

Фузаріозні зерна, виділені з кожного навішення, зважують із точністю до 0,01 р.

#### Оброблення результатів

Вміст фузаріозних зерен виражають у відсотках, для чого кількість виявлених фузаріозних зерен в 50 м навіщенні множать на 2.

За остаточний результат приймають середнє арифметичне значення двох паралельних визначень. Якщо третій десятковий знак дорівнює 5 або більше, те другий збільшують на одиницю.

#### Характерні ознаки поразки фузаріозом зерна ячменя

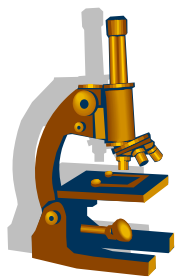
- оболонки знебарвлені або світлокоричньові з рожево-малиновими плямами й нальотом гриба, поряд з рожево-малиновим і безбарвним міцелієм на деяких зернах утворюються світлопомаранчові бляшки - скупчення суперечка;
- при тривалому розвитку фузаріозу як на рожевозабарвлених, так і на знебарвлених зернах, можливе утворення спор гриба як поверхневого, так і чітко локалізованого чорного нальоту. Під лупою проглядаються окремі опуклі чорні бляшки - плодові тіла фузарієв (так званий "скеб"). Скеб легко зскрібається з оболонок. На відміну від скеба темні плями, викликані альтернарією і кладоспоріумом, розмиті, не мають чіткої локалізації, не віддаляються з оболонок. Вони обумовлені розвитком темнозбарвленого міцелію як на поверхні, так і усередині оболонок;
- фузаріозні зерна в порівнянні з нормальними в основній масі менш наповнені, більше легковагі;
- ендосперм у них більше пухкий, при сильній поразці зерно кришиться при натисненні пальцями.

Перші дві ознаки є визначальними. При їх роздільному або спільному виявленні зерно відносять до фузаріозного. Останні дві ознаки доповнюють характеристику фузаріозних зерен.

## **2. Зробити висновок про безпечність зазначеної партії зерна.**

**ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОВНІШНІХ ОЗНАК УРАЖЕНОГО  
ФУЗАРІОЗОМ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ, А ТАКОЖ ЗНЕБАРВЛЕНОГО І  
РОЖЕВОЗАБАРВЛЕНОГО НЕФУЗАРІОЗНОГО ЗЕРНА**

<b>Ознака</b>	<b>Фузаріозне зерно</b>	<b>Знебарвлене зерно (III ступінь)</b>	<b>Рожевозабарвлене нефузаріозне зерно</b>
Зовнішній вигляд зерна	Зерно білувате, крейдяне, з повною втратою блиску. На окремих зернах спостерігаються плями рожево-малинового або кремowo-рожевого кольору	Зерно кремowo-біле з частковою або повною втратою блиску	На фоні нормально забарвлених оболонок є плями рожево-червоних відтінків на всій поверхні зерна, переважно біля зародку, які не вдається зскребти. Зерно має нормальний блиск.
Структура зерна	Ендосперм рихлий, кришиться, з борошнистою консистенцією. За пізнього фузаріозу - від борошнистого до часткового скловидного.	Ендосперм за структурою близький до нормально забарвленого зерна.	Ендосперм за скловидністю не відрізняється від нормально забарвленого зерна.
Форма і наповненість	Більшість зерен зморщені, щуплі. Мають загострені боки і добре вдавлену борозенку. В разі пізнього фузаріозу по формі борозенки і розміру зерна - близькі до нормального, іноді здуті, з відлушеною оболонкою	Не відрізняється від нормально забарвленого зерна. На спинці зерна оболонка може бути дещо зморщена.	Не відрізняється від нормально забарвленого зерна. Рожевозабарвлена оболонка щільно прилягає до ендосперму.
Наявність грибної інфекції і життєздатність зародку	Зародок нежиттєздатний, на зрізі має чорний колір. На зародку і в борозенці є міцелій і споророхії гриба.	Зародок життєздатний, на зрізі блідо-жовтого кольору. На зародку і в борозенці немає міцелію і споророхій гриба.	Зародок життєздатний, на зрізі блідо-жовтого кольору. На зародку і в борозенці немає міцелію і споророхій гриба.



## **Визначення мікотоксинів, антибіотиків, гормональних препаратів методом імуноферментного аналізу з використанням тест- систем в зерні та продуктах його переробки**

**Мета:** ознайомитися з методом імуноферментного аналізу з використанням тест-систем.

**Об'єкт вивчення:** зерно та продукти його переробки.

**Предмет вивчення:** імуноферментний аналіз, тест-системи.

### **Теоретична інформація**

Імуноферментний аналіз (ІФА) або, точніше, ферментний імуносорбентний аналіз (англ. enzyme-linked immuno sorbent assay, ELISA) – лабораторний імунологічний метод для виявлення антигенів і антитіл, заснований на визначенні комплексу «антиген-антитіло» за рахунок введення в один із компонентів реакції ферментативної мітки з подальшою її детекцією за допомогою відповідного субстрату, що змінює своє забарвлення. Основою проведення будь-якого варіанту ІФА служить визначення продуктів ферментативних реакцій при дослідженні тестованих зразків порівняно з негативними і позитивними контролюми.

Імуноферментний метод (ІФА) є досить чутливим при досить низьких концентраціях оскільки ґрунтується на взаємодії антигену мікотоксину з антитілом. Оцінка реакції проводиться автоматично на спеціальній апаратурі, що дозволяє стандартизувати ці методи.

Це скринінговий метод, що дозволяє за короткий термін провести дослідження великої кількості зразків. Є досить специфічним, високочутливим методом, з високим відсотком відтворюваності, про що свідчать міжлабораторні порівняльні дослідження та збіжність результатів в порівнянні з іншими високоточними методами.

Методика виконується у три етапи: екстракція мікотоксинів із зразка водним розчином метанолу; проведення багатоступеневої реакції у мікротитрувальних полістеролових планшетах; вимірювання кольорової реакції на планшетному рідері, довжина хвилі поглинання - 450 нм.

ТЕСТ-СИСТЕМИ RIDASCREEN® призначені для кількісного визначення мікотоксинів у зерні, продуктах переробки зерна, кормах для тварин і птахів, а так само для діагностики мікотоксикозів у тварин. Тест-системи серії FAST призначені для кількісного експрес визначення мікотоксинів у зерні, продуктах переробки зерна, кормах для тварин і птаха.

Максимальне спрощення процедури виконання аналізу сполучено з високою чутливістю визначення.

У комплект набору входять всі необхідні реактиви (за винятком реактивів, використовуваних для розчинення і екстракції проб). Всі реагенти, у тому числі стандартні розчини, кон'югати, антитіла поставляються в готовому до застосування виді. Набір містить один 48-ямоквий мікротитрувальний планшет (для визначення ДОН є тест-системи з 48 і 96-ямковими планшетами), що досить для проведення одночасного дослідження до 43 проб.

Для обліку реакції необхідний мікропланшетний або стриповий ридер з фільтром на 450 нм.

Використання тест-систем серії RIDASCREEN®FAST рекомендовано Державним департаментом ветеринарної медицини Міністерства аграрної політики України.

Тест-системи RIDASCREEN® FAST широко використовуються в усьому світі. Наприклад, RIDASCREEN® FAST сума афлатоксинів, RIDASCREEN® FAST фумонізін і ін. апробовані федеральною зерною інспекцією США (FGIS) і рекомендовані для використання в США. Тест-системи RIDASCREEN® FAST Дезоксіниваленол апробовані AOAC RI & FGIS і використовуються для національного моніторингу Дона в США.

Всі тест-системи RIDASCREEN® FAST пройшли апробацію в AOAC RI.

Короткий опис методу наведений у додатку А.

Основними перевагами тест-систем, вироблених німецькою компанією R-Biopharm, і методу іммуноферментного аналізу є крім широкого спектра наступні:

- більша продуктивність і висока швидкість проведення аналізів (до 200 аналізів у день одним оператором);
- швидкість визначення (від 30 хвилин до 3 годин) - дозволяє використати метод для оперативного контролю показників, наприклад, мікотоксинів у зерні при навантаженні/вивантаженню, або перед згодовуванням твариною;
- відсутність спеціальних вимог до приміщення лабораторії. Мінімальні вимоги до кваліфікації персоналу;
- мінімальні витрати на встаткування. Можливість використання вітчизняного встаткування, внесеного до реєстру приладів Держстандарту;
- низька вартість аналізу в порівнянні з інструментальними методами;
- висока чутливість визначення (відповідає вимогам країн ЄС);
- висока точність і вірогідність визначення;
- даний метод ІФА є основним для рутинних лабораторних аналізів на наявність мікотоксинів, антибіотиків, гормонів, деяких видів вітамінів, спиртів, кислот, цукрів у продуктах харчування й кормах у всіх країнах ЄС (Директива ЄС 657/2002), США, Японії, успішно застосовується в

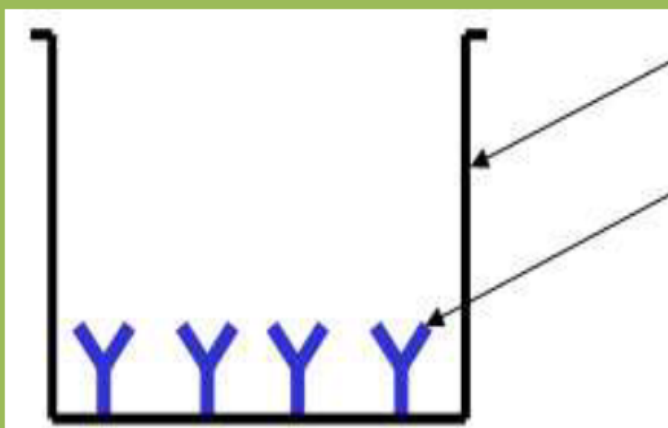
лабораторіях України, Казахстану й ін. країнах СНД, якість тест-систем перевірена Міжнародною Асоціацією хіміків-аналітиків (АОАС RI), Федеральною зерною інспекцією США (FGIS), Науковим комітетом Європейського Агентства по харчовій безпеці (EFSA), методики пройшли метрологічну експертизу в Белгіме й внесені до реєстру Держстандарту.

### **Послідовність виконання роботи.**

**1. Одержати зразок продукції галузі для дослідження на наявність мікотоксинів. Провести аналіз можливих біологічних забруднень залежно від виду продукції.**

**2. Вибрати необхідні тест-системи і проводити дослідження на наявність мікотоксинів, антибіотиків, гормональних препаратів.**

**3. Зробити висновок про наявність контамінантів біологічного походження і дати рекомендації про використання досліджуваного продукту.**

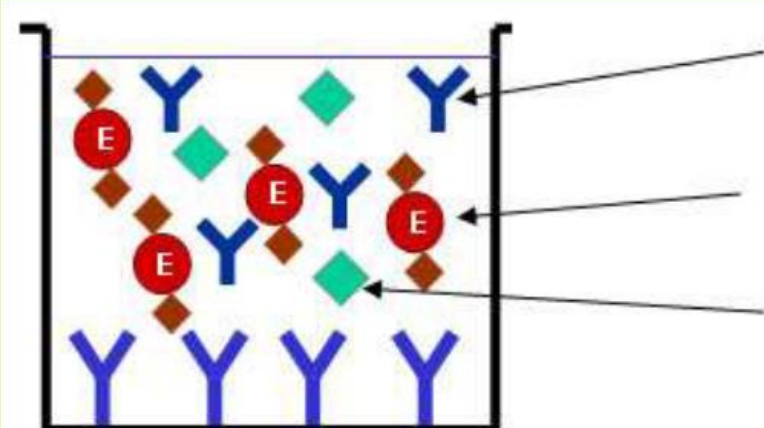


Лунка ІФА-планшета

На поверхні лунок сорбовані «антитіла захвату»

Рисунок 1

На рисунку 1 схематично показана лунка полістиролового планшета, в якій послідовно виконуються всі стадії імуноферментного аналізу.



Антитіла до афлатоксину  $M_1$

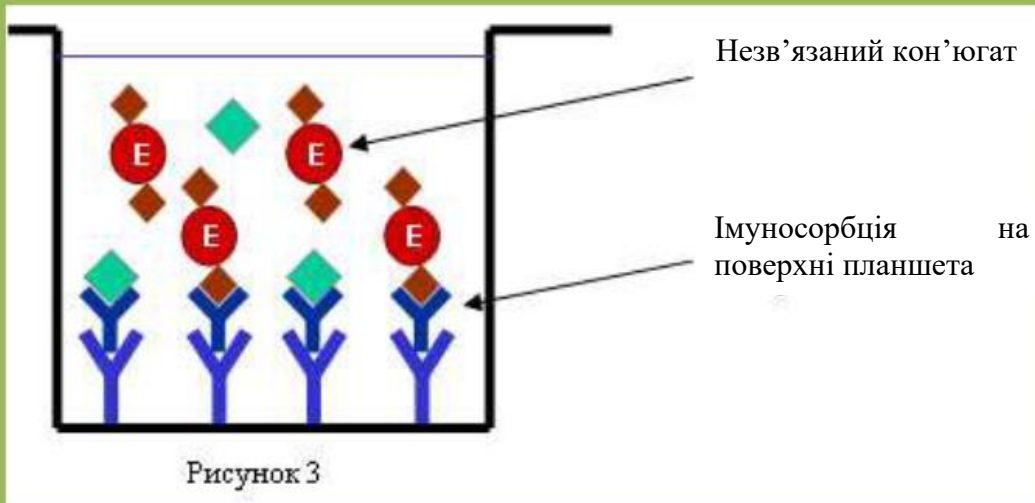
Кон'югат антигена з ферментом

Афлатоксин  $M_1$

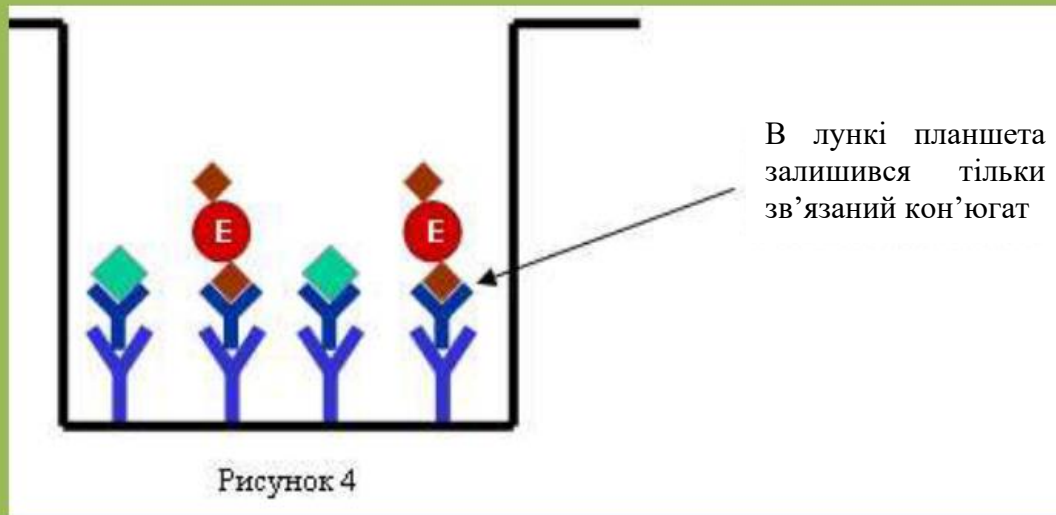
Рисунок 2

В лунки планшета дозуються стандартні та досліджувані розчини, препарат, що містить антитіла до афлатоксину  $M_1$  та препарат, який містить кон'югат афлатоксину  $M_1$  із ферментом.

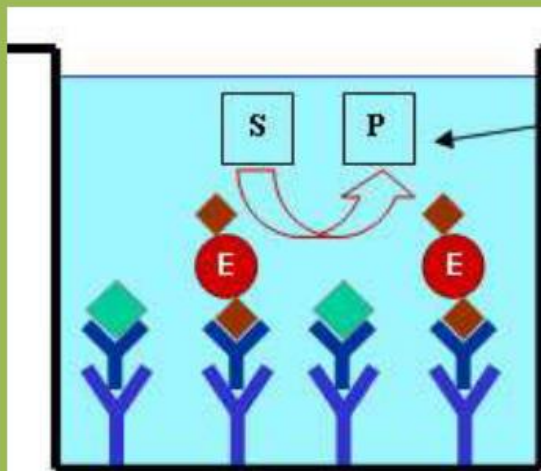




Під час інкубації відбувається імуносорбція антитіл до антигену, який визначається "антитілами захоплення". На поверхні лунок планшета утворюється структура типу "сендвіч".



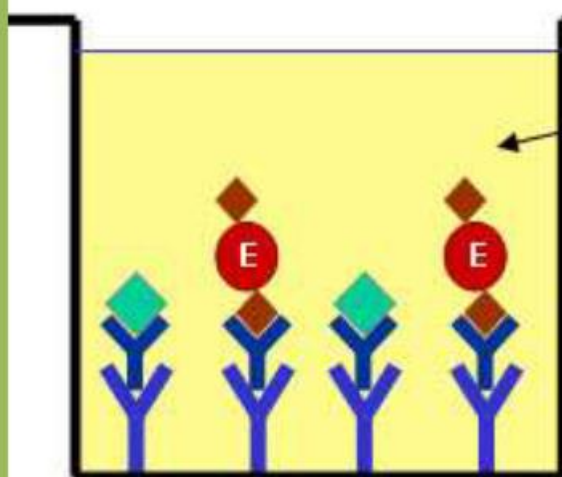
Після промивання із лунок планшета видаляються вільні молекули кон'югату.



Субстрат (S) в присутності фермента утворює забарвлений продукт реакції (P)

Рисунок 5

Після промивання планшету в його лунки дозується розчин, що містить субстрат і хромоген. В процесі інкубації, при хімічній взаємодії безбарвного субстрату з хромогеном, в якому ферментний фрагмент молекули кон'югату зв'язаний на поверхні лунки, виступає в якості каталізатора, перетворює субстрат в забарвлений продукт реакції.



Зупинка реакції. Вимірювання оптичної густини розчинів в лунках (візуально або на ІФА-фотометрі)

Рисунок 6

Після інкубації, в лунки додається стоп-реагент, при цьому голубий колір розчину міняється на жовтий.

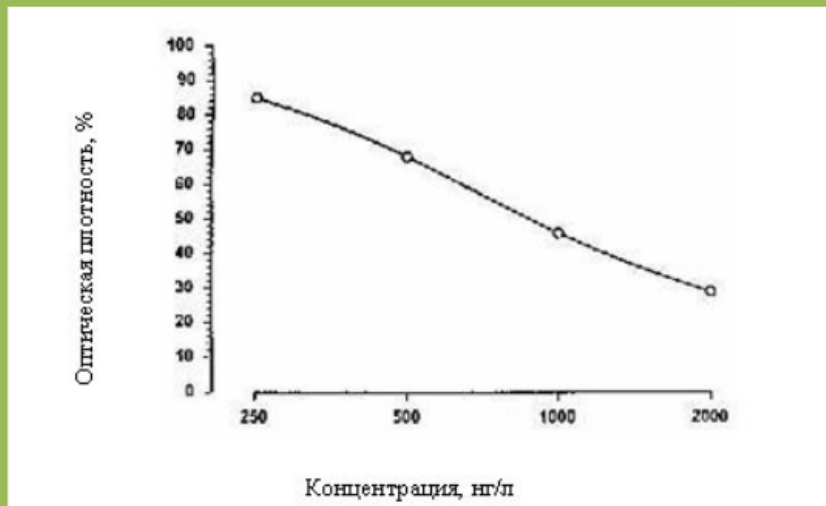


Рисунок 7. Калібрувальна крива мікотоксину.

Інтенсивність забарвлення в лунках ІФА-планшету зворотно пропорційна концентрації мікотоксину, іншими словами - чим насиченіший колір розчинів, тим менша концентрація мікотоксину.

Обробка результатів вимірювань може виконуватися вручну, або за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

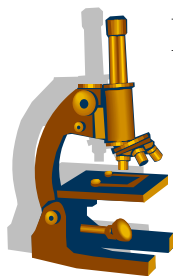
Час проведення аналізу від 1-єї до 3-ьох годин.

**Схема визначення мікотоксинів, в тому числі, деоксиниваленолу (ДОН, вомітоксин), афлатоксинів, охратоксину, зеараленону, Т-2 токсину, фумонізіну, цитриніну в солоді, зерні, горіхах і комбікормах за допомогою тест-систем серії RIDASCREEN®FAST.**

1. Розмол 5 г проби **1-2 хвилини**.
2. Екстракція проби з 25 мл водно-метиноль- 3 хвилининого розчину (при визначенні ДОН із водою).
3. Фільтрування екстракту **2-5 хвилин**.
4. Розведення фільтрату водою **30 секунд** (при визначенні ДОН без розведення).
5. Постановка імуноферментної реакції **15-20 хвилин**.
6. Зчитування результатів на ІФА-фотометрі **30 секунд** (450 нм) або візуально.
7. Обробка результатів аналізу.
8. **ЗАГАЛЬНА ТРИВАЛІСТЬ АНАЛІЗУ близько 30 ХВИЛИН**

## Додаток Б

Каталожний №	Назва продукту	Специфікація	Чутливість (ppb)	Зразок
LSY-10028	Афлатоксини В1 тест-набір ELISA	96 лунок / набір	0,02	Зерно, арахіс, корм, їстівне масло, торт, кремівий торт, борошно, клей пудинг, пиво, соєвий соус, оцет, тканина
LSY-10032	Афлатоксин М1 тест-набір ELISA	96 лунок / набір	0,03	молоко,сухе молоко, йогурт
LSY-10029	Загальний афлатоксин тест-набір ELISA	96 лунок / набір	0,02	Зерно, арахіс, корм, їстівне масло, торт, кремівий торт, борошно, клей пудинг, пиво, соєвий соус, оцет, тканина
LSY-10030	Зеараленон тест-набір ELISA	96 лунок / набір	0,1	Корм, кукурудза, арахіс, рис
LSY-10031	Деоксиніваленол (DON) тест-набір ELISA	96 лунок / набір	3	Корм, кукурудза, арахіс, рис
LSY-10033	Фумонізін В1 тест-набір ELISA	96 лунок / набір	0,5	Зерно, корм
LSY-10034	Охратоксин А тест-набір ELISA	96 лунок / набір	0.2	Зерно, корм
LSY-10035	Трихотецини (Т-2) тест-набір ELISA	96 лунок / набір	0.05	Корм, арахіс, рис



## Визначення наявності мікотоксинів біопробою на інфузоріях тетрахімена піріформіс в кормі.

**Мета:** Опанувати метод визначення токсичності корму біопробою на інфузоріях тетрахімена піріформіс.

**Об'єкт вивчення:** зерно, продукти його переробки та комбікорм.

**Предмет вивчення:** метод визначення токсичності корму біопробою на інфузоріях тетрахімена піріформіс.

### Загальні відомості

**Мікотоксини** - вторинні метаболіти мікроскопічних (цвілевих) грибів, що відрізняються високою токсичністю.

Мікотоксини здатні забруднювати корми та харчові продукти і продовольчу сировину на будь-якому етапі виробництва: у полі, під час збирання урожаю, його транспортування, зберігання, у процесі виготовлення харчових продуктів як рослинного так і тваринного походження. Значна кількість мікотоксинів має мутагенні та канцерогенні властивості, які вражають печінку, пригнічують синтез ДНК. Висока токсичність мікотоксинів полягає в тому, що вони мають токсичний ефект у надзвичайно малих кількостях і здатні дуже інтенсивно дифундувати у середину продукту. До широко розповсюджених мікотоксинів з найбільш токсичними властивостями належать **афлатоксини (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>)**, **патуліни**, **охратоксини**, **трихотецени** (у т.ч. Т-2 і НТ-2 токсини), **зеараленон**.

Мікотоксини дуже стійкі, практично не руйнуються у процесі звичайної технологічної або кулінарної обробки.

Використання зерна та продуктів його переробки, кормів і комбікормів, які містять мікотоксини у кількостях, що перевищують гранично допустимі концентрації, заборонене.

Гранично допустимі концентрації мікотоксинів у продукції галузі наведені у табл. 1.

Таблиця 1. - Гранично допустимий рівень мікотоксинів у продукції галузі, мг/кг.

Назва мікотоксину	Назва продукту	Гранично допустимий рівень у продукті
Афлатоксин В <sub>1</sub>	Харчові продукти	0,005
	Корми та комбікорми:	
	- для корів та свиней	0,05
	- для курей-несучок та бройлерів	0,025

Дезоксініваленол	Зерно продовольче:	
	- пшениці м'якої	0,5
	- пшениці твердої	1,0
	Корми та комбікорми	1,0
Зеараленон	Зерно та зернові продукти	1,0
Охратоксин А	Комбікорм:	
	- для свиней	0,2
	- для птиці	0,5
Т-2 токсин	Комбікорм:	
	- для свиней	10,0
	- для птиці	0,25-1,21

Для визначення наявності мікотоксинів у зерні та продуктах його переробки використовуються токсикобіологічні методи: шкірна проба на кролях, визначення токсичності на рибах гуппі, на лабораторних тваринах (білих мишах, курчатах, каченятах), біопробаю на тест-організмах (інфузоріях тетрахімена піріформіс, стілоніхія, колподі). Для визначення вмісту мікотоксинів у продуктах використовують методи тонкошарової та вискоєфективної рідинної хроматографії.

**Суть методу визначення токсичності біопробаю на інфузоріях тетрахімена піріформіс** засновано на екстракції ацетоном із досліджуваної проби токсичних речовин, в основному мікогенного походження, і подальшій дії водних розчинів цих фракцій на інфузорії тетрахімена піріформіс.

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

### 1. Підготувати проби.

Середню пробу корму за необхідністю подрібнити і просіяти крізь сито з отворами діаметром 1 мм.

### 2. Екстрагувати токсичні речовини із проб корму.

2.1. Наважку досліджуваного корму близько 50г (зерно подрібнити, комбікорми, висівки та інші розсипні корми використати без подрібнення) висипати у плоскодонну колбу зі шліфом, долити 100 см<sup>3</sup> ацетону і екстрагувати на приладі для струшування рідини протягом 1 год.

2.2. Потім рідину обережно злити через паперовий фільтр у колбу або чашку для випаровування. Повторне екстрагування з 50 см<sup>3</sup> ацетону проводити протягом 30 хвилин.

2.3. Рідину злити через паперовий фільтр, промити його від 10 до 20 см<sup>3</sup> ацетону. Екстракти об'єднати і випарувати на водяній бані за температури від 50 до 60°C у витяжній шафі до повного випаровування ацетону.

2.4. Після випаровування внести від 1 до 2 см<sup>3</sup> ацетону, для змиття олійного екстракту із стінок чашки, і долити 10 см<sup>3</sup> пептонового середовища.

Перемішати і випарувати вміст до зникнення запаху розчинника, фільтрувати у флакони та довести до рН 7-7,5 розчином гідроксиду натрію

молярною концентрацією еквівалента 0,1, або 0,01 моль/дм<sup>3</sup>, рН перевірити на рН-метрі.

2.5. Паралельно, з метою визначення якості розчинника і середовища приготувати контрольний екстракт. Для цього провести випаровування розчинника (без наважки корму), внести середовище, довести рН вищевказаним способом.

### 3. Провести випробування.

3.1. Кожну пробу випробовують 3 рази.

У три флакони для антибіотиків внести по 1 см<sup>3</sup> екстракту токсичних речовин, додати 0,1 см<sup>3</sup> 3-5 добової культури інфузорії тетрахімена піріформіс і залишити за кімнатної температури.

3.2. Через 30 і 60 хвилин обчислити ефект біопроби в краплі, взятій пастерівською піпеткою, на предметному склі під мікроскопом (збільшення 7\*10), проглянути місткість краплі і всіх її шарів.

3.3 У досліджуваних пробах обчислити кількість живих і загиблих інфузорій, яка залежить від ступеня токсичності корму. Спостереження провести на фоні контролю пептонного середовища, всі інфузорії у контролі повинні бути живими. У випадку загибелі інфузорій контроль повторити на новому середовищі і культурі.

### 4. Опрацювати результати.

4.1. Ступінь токсичності продукту визначити за кількістю живих інфузорій через 30 і 60 хвилин після початку випробувань.

✓ нетоксичний продукт – загибелі та ніяких морфологічних змін у інфузорій не відбувається протягом 60 хв спостережень;

✓ слаботоксичний продукт – морфологічні зміни та часткова (від 25% до 30%) загибель інфузорій протягом 60 хвилин спостережень;

✓ токсичний продукт – загибель усіх інфузорій протягом 60 хвилин спостережень.

### 5. Оформити результати.

Результати випробувань записати до табл. 2.

Таблиця 2. – Визначення токсичності продукту

Назва тест-організму	Назва продукту	Кількість інфузорій, пгг.					
		Через 30 хвилин			Через 60 хвилин		
		загальна	загиблих	% загиблих від загальної	загальна	загиблих	% загиблих від загальної

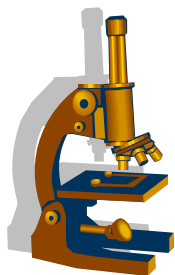
Слаботоксичний і токсичний продукт направляють на повторне дослідження основним методом.

### 6. Зробити висновки по роботі.

### **Питання для самоперевірки.**

1. Дати визначення терміну "мікотоксини".
2. Назвати шляхи забруднення мікотоксинами харчових продуктів, продовольчої сировини та комбікормів.
3. Назвати мікотоксини з найбільш токсичними властивостями.
4. Перелічити гранично допустимий рівень мікотоксинів в продукції галузі.
5. Назвати суть методу визначення токсичності біопробою на інфузоріях тетрахімена піріформіс.





## Визначення токсичних металів в зерні, борошні, крупах і комбікормах.

**Мета:** придбати теоретичні знання та практичні навички підготовки проб до мінералізації для визначення токсичних елементів.

**Об'єкт вивчення:** зерно, борошно, крупи і комбікорм

**Предмет вивчення:** підготовка проб продукції галузі, їх мінералізація для визначення токсичних елементів.

### Загальні відомості

Забруднення навколишнього середовища важкими металами та іншими токсичними елементами з подальшим накопиченням їх у зернових культурах призводить як до придушення розвитку самої рослини (а значить, і зниження врожайності), так і до отруєння кінцевих споживачів в подальшому. Через високу токсичність вже за низького вмісту токсичні елементи – це один із найважливіших показників, який нормується в зернових культурах. Як правило, в більшості країн регламентується вміст таких токсичних елементів, як ртуть, миш'як, кадмій, свинець, мідь і цинк, хоча іноді цей список доповнюється й іншими токсичними металами.

Токсичні елементи небезпечні тим, що здатні накопичуватися й утворювати високотоксичні сполуки і втручатися в метаболічний цикл живих організмів, викликаючи в людини і у тварин ряд захворювань.

Для визначення у пробах зерна та зернопродуктів міді, свинцю, кадмію, цинку, олова, заліза, миш'яку попередньо треба одержати золу з продукції галузі способами сухої, мокрої мінералізації і кислотної екстракції (неповної мінералізації).

Мінералізація або озолення – це хімічна операція, яка полягає в руйнуванні органічного субстрату (зазвичай за допомогою спалювання).

Неорганічні складові частини субстрату при цьому перетворюються на золу (оксиди або солі), а органічна частина розкладається до  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  та  $\text{H}_2\text{O}$ , які випаровуються або входять до складу мінеральних солей. Мінералізація застосовується при якісних і кількісних визначеннях неорганічних речовин в органічних субстратах. Розрізняють суху та вологу мінералізацію.

Волога мінералізація полягає у додаванні до органічного субстрату сильних окисників, таких як сульфатна, нітратна кислоти, пероксид гідрогену. Для прискорення мокрої мінералізації використовують автоклави. Кислотна

екстракція використовується для вилучення токсичних елементів з продуктів з високим вмістом жирів.

Суша мінералізація здійснюється в порцелянових, платинових тиглях або кварцових чашках шляхом нагрівання газовим полум'ям або в електричних муфельних печах. Ретельно висушену речовину спочатку нагрівають до повного обвуглювання і припинення виділення диму, потім температуру підвищують до початку червоного розжарювання. Нагрівання закінчують після отримання білої золи та зникнення останніх слідів вугілля.

Якщо в субстраті містяться речовини, легко зникаючі при нагріванні (галогени, фосфор, сірка), то їх зв'язують у вигляді солей, додаючи окиснюючу лужну суміш. Для цього субстрат сплавляють з сумішшю карбонатів та нітратів натрію або калію.

Спосіб сухої мінералізації заснований на повному розкладанні органічних речовин шляхом спалення проб сировини або продукту в муфельній печі при контрольованому температурному режимі для всіх видів сировини і продуктів, окрім продуктів з вмістом жиру 60 % і більше.

Сухий метод зазвичай використовують для пробопідготовки зразків з високим вмістом органічної речовини, яка може бути повністю перетворена на оксиди карбону чи карбонати. Деякі з них можуть бути стабільні до дії кислот, інші – легко розчиняються в ній. Правильний вибір відповідної температури озолення та посуду для нього забезпечує кількісне розкладання органічної речовини, утворення тугоплавких оксидів, які важко розчиняються в кислоті, та відсутність реакцій з речовиною посудини.

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

### 1. Обрати продукт згідно варіанту, табл. 1.

№ вар-ту	Продукт	№ вар-ту	Продукт
1	Зерно пшениці м'якої	10	Борошно пшеничне хлібопекарське
2	Зерно пшениці твердої	11	Борошно пшенично-житнє
3	Зерно жита	12	Борошно житнє обдирне
4	Зерно ячміню	13	Рис шліфований довгозернистий
5	Зерно вівса	14	Крупа ячнева
6	Зерно кукурудзи жовтої	15	Крупа гречана ядриця
7	Висівки пшеничні	16	Пшоно шліфоване

8	Висівки житні	17	Рис шліфований круглий
9	Зерно гороху	18	Вівсяні пластівці „Геркулес”

## 2. Підготовка до мінералізації

2.1. Фарфорові тиглі помити, обробити розчином оцтової кислоти на киплячій водянній лазні протягом 1 години, потім промити водопровідною і ополоснути дистильованою водою.

## 3. Мінералізація проб продукції галузі для наступного визначення вмісту міді.

3.1 У тигель взяти 5-7 г зернопродуктів або подрібненого зерна згідно завдання, зважити з точністю до 0,01 г.

3.2 Тигель з наважкою поставити у муфельну піч з відкритими дверцятами і спалити до завершення виділення диму (при температурі початку його появи).

3.3 Мінералізацію проб проводити поступово підвищуючи температуру муфельної печі на 50 С° через кожні 30 хвилин до 450 С° до одержання сірої золи.

3.4 Тигель з золою витягти з муфельної печі, поставити до ексикатора для охолодження. Мінералізація вважається закінченою, якщо зола буде білого або легко пофарбованого кольору, без часток.

3.5 При наявності часток у тигель додають декілька крапель води або 1 см<sup>3</sup> (мл) концентрованої азотної кислоти і ставлять його знову у муфельну піч і повторюють мінералізацію.

3.6 Після закінчення мінералізації тигель з золою ставлять до ексикатора для охолодження.

## 4. Занести дані спостережень до таблиці 1.

Назва продукції галузі	Маса тиглю з зразком продукції галузі, г	Маса порожнього тиглю, г	Наважка проби продукту, г	Маса тиглю з сирою золою, г	Маса сирої золи, г

## 5. Зробити висновки по роботі.

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. З якою метою використовується мінералізація ?
2. Які існують способи мінералізації ?
3. У чому полягає суть сухої мінералізації ?

4. Яка максимальна температура може бути в муфельній печі під час мінералізації ?
5. З якою метою додають дистильовану воду або концентровану азотну кислоту до сирії золи ?

## Лабораторна робота № 7

# Визначення вмісту радіонуклідів та міді у продукції галузі

**Мета:** придбати теоретичні знання з визначення радіоактивності продукції галузі та практичні навички визначення вмісту міді з діетилдитіокарбаматом натрія у зерні та комбікормі

**Об'єкт вивчення:** зерно, борошно, крупи та комбікорм

**Предмет вивчення:** забрудненість продукції галузі радіоактивними елементами та метод визначення вмісту міді з діетилдитіокарбаматом натрія у зерні та комбікормі

## ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

**Радіоактивність** – це здатність ядер радіонуклідів довільно перетворюватися на ядра інших елементів із випромінюванням мікрочастинок.

**Радіоактивними** називаються хімічні елементи, які виділяють  $\alpha$ -,  $\beta$ -частинки і  $\gamma$ -кванти (уран, радій, полоній, плутоній та ін.), а радіонуклідами – радіоактивні атоми.

Організм людини, рослини і тварини постійно зазнають дії іонізуючого випромінювання, яке складається з природної (космічне випромінювання, випромінювання радіоактивних газів з верхніх шарів земної кори) і штучної (рентгенівські апарати, телевізійні прилади, радіоізотопи, атомоходи, атомні електростанції і т.ін.) радіоактивності.

Радіоактивні речовини потрапляють у повітря, ґрунти, ріки, озера, моря, океани і звідти поглинаються рослинами, рибами, тваринами і молюсками. Через листя і коріння радіоактивні речовини потрапляють у рослини, а потім в організм тварин і з продуктами рослинного та тваринного походження, з водою - в організм людини.

Їжа є основним джерелом надходження радіонуклідів (94 %) до організму людини.

Споживання забруднених радіонуклідами харчових продуктів приводить до порушення процесів обміну, пригнічення активності ферментних систем, затримки росту тканин, утворення токсинів, загибелі клітин, росту пухлин, різноманітних хромосомних ушкоджень.

За Міжнародною системою одиниць (СІ) радіоактивність визначають у **беккерелях (Бк)**.

**1 Бк** – це активність такої кількості радіоактивних речовин, в яких за 1 сек утворюється 1 ядерний розпад.

Для виміру ступеню біологічного пошкодження слугує така одиниця як **бер. Бер** – енергія будь-якого виду випромінювання, увібрана 1 г тканини, при якій спостерігається біологічний ефект, що і при поглинанні дози в 1 рад фотонного випромінювання.

**Рад** – одиниця виміру випромінювання, що поглинув організм. Для  $\beta$  - та  $\gamma$ -рентгенівського випромінювання 1 рад дорівнює приблизно 1 бер. Для  $\alpha$  - випромінювання 1 рад еквівалентний 10-20 бер.

Вміст радіонуклідів в продуктах харчування регламентується державними гігієнічними нормами (ДР - 97) за вмістом цезію - 137 і стронцію - 90. Середня гранична активність добового раціону для цезію - 137 становить 210 Бк/ добу та для стронцію - 90 - 35 Бк/добу. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів в продуктах харчування наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у харчових продуктах, Бк/кг

Назва харчового продукту	Вміст радіонуклідів	
	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>
1	2	3
<b>Зерно, борошно-круп'яні та хлібобулочні вироби</b>		
Зерно продовольче, у т.ч. пшениця, жито, овес, ячмінь, просо, гречка, рис, кукурудза, сорго та інших зернових культур	50	20
Борошно, борошняні хлібопекарські суміші, крупа, крохмаль, зерно плющене чи перероблене в пластівці; макаронні вироби, круп'яні вироби, толокно; напівфабрикати зернові; готові продукти, виготовлені із зерна, зернових культур, у т.ч. сухі сніданки, м'юслі, продукти, одержані шляхом здуття чи обсмажування зернових та інше	30	10
Хліб та хлібобулочні вироби, у т.ч. з добавками; продукти борошняні, у т.ч. борошняні кондитерські вироби, напівфабрикати з тіста	20	5
<b>Молоко та молочні продукти</b>		
Сире товарне молоко для промислової переробки (крім продуктів дитячого харчування), молоко рідке та вершки, сироватка молочна; продукти кисломолочні, у т.ч. сири свіжі, йогурти, йогуртні продукти, десерти кисломолочні свіжі, напої кисломолочні та інші; продукти, вироблені на основі молока та вершків, у т.ч. з додаванням немолочних компонентів (морозиво, виготовлене на основі молока чи вершків, торти з морозива, напої молочні, десерти молочні та інше)	100	20
Масло вершкове (у т.ч. масло коров'яче, спреди, молочний жир та інше); бутербродні пасти на основі масла вершкового	200	40
Сири сичужні тверді, сири розсольні, сири плавлені, сири голубі	200	100
Продукти молочні сухі, у т.ч. молоко, вершки, казеїн та інші; сухі молочні суміші, концентрати харчові на основі молока	500	100
Сире товарне молоко для промислової переробки (для продуктів дитячого харчування)	40	5
<b>М'ясо та м'ясопродукти</b>		
М'ясо забійних тварин, птиці (свіже, охолоджене, заморожене) без кісток для промислової переробки, м'ясо, харчові субпродукти (у т.ч. кишки-сирець, кров харчова) забійних тварин та свійської птиці свіжі, заморожені, різних способів обробки; продукти їх переробки, у т.ч.	200	20

напівфабрикати, готові продукти, ковбаси, консерви м'ясні та м'ясо-рослинні		
М'ясо диких тварин та птиці	400	40
М'ясо забійних тварин, свійської птиці сушене та продукти його переробки	400	40
Кістки тварин та птиці всіх видів	50	200
<b>Риба, нерибні об'єкти промислу та продукти їх переробки</b>		
Риба свіжа та морожена, різних способів обробки; риб'ячий жир, ікра (у т.ч. штучна), молочко та інші рибні продукти; продукти переробки, у т.ч. рибні напівфабрикати, готові продукти з риби (масло рибне, масло ікорне, рибні пасти та інші), рибні пресерви та консерви	150	35
Сушені або в'ялені риба та нерибні об'єкти промислу (ракоподібні, молюски та інші водяні безхребетні, м'ясо земноводних, плазунів та морських ссавців)	300	70
Водорості, морські трави та продукти їх переробки	200	70
Водорості та морські трави сушені	600	200
<b>Яйця птиці та продукти їх переробки</b>		
Яйця птиці та рідкі яєчні продукти; напівфабрикати та готові вироби з яєць птиці	100	30
Сушені продукти переробки яєць птиці, у т.ч. яєчний порошок, сушені білок, жовток; сухі суміші, вироблені на основі яєць птиці	400	100
<b>Овочі та продукти їх переробки</b>		
Картопля свіжа та продукти переробки картоплі, у т.ч. картопля консервована, картопля заморожена; кулінарні картопляні вироби, напівфабрикати з картоплі	60	20
Свіжі овочі (листові, у т.ч. столова зелень, плодові, баштанні, коренеплоди), бобові, кукурудза цукрова, гриби (культивовані); продукти переробки овочів, у т.ч. напівфабрикати, готові продукти, соки, консерви та інше	40	20
Овочеві концентрати (у т.ч. томатна паста, томатні соуси, кетчупи, тощо)	120	50
Сушені овочі (у т.ч. картопля), гриби (культивовані) та овочеві суміші; продукти переробки сушених овочів	240	80
<b>Фрукти та ягоди</b>		
Фрукти та ягоди свіжі, заморожені, консервовані; соки фруктові та ягідні	70	10
Продукти переробки фруктів та ягід (варення, пасти, джеми, повидло, желе та інші)	140	20
Сухі фрукти та ягоди, у т.ч. продукти сублимаційної сушки, сухі суміші на фруктовій та ягідній основі	280	40
Горіхи та продукти їх переробки	70	10
Суміші соків фруктових-ягідних з овочевими	50	15
Цукор, кондитерські вироби (карамель, ірис, пастила, мармелад, тощо), желейні вироби, шоколад та вироби з нього; гумка жувальна	50	30

Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання продуктів з радіонуклідами, а також швидкості виведення їх з організму.

Іонізуюче випромінювання знаходять і вимірюють по специфічним фізичним процесам, які відбуваються при взаємодії цих випромінювань з

речовинами сприймаючого пристрою - детектора. Існують декілька принципів реєстрації, що покладені в основу роботи радіометрів.

### **Іонізаційний метод.**

Сутність методу полягає у знаходженні активності досліджуваного препарату шляхом порівняння з активністю еталонного препарату, визначеного у цих умовах.

Приймальною частиною приладу є газовий або повітряний конденсатор. Іонізаційні камери працюють як пропорційні газорозрядні рахівниці, в яких кількість газових разрядів пропорційна кількості іонізованих часток, що в свою чергу, пропорційно кількості розпадів в досліджуваному об'єкті.

### **Сцинтиляційний метод.**

Цей метод реєстрації базується на здатності іонізуючого випромінювання викликати спалахи у деяких речовинах, що використовуються як детектори у сцинтиляційних рахівницях. Сцинтиляційна рахівниця складається із речовини, здатної до випромінювання під дією заряджених радіоактивних часток. Реєстрація спалахів відбувається спеціальним фотоелектронним множником, який перетворює цей спалах в імпульс електричного струму та посилює його у мільйон разів. Сцинтиляційні детектори більш ефективні за газорозрядні. Вони використовуються у радіометрах для реєстрації  $\alpha$ -,  $\beta$ - та випромінювання.

Налічується близько 20 токсичних важких металів. їх поділяють на 3 класи небезпечності. До першого ( найбільш небезпечного класу віднесено свинець, кобальт, миш'як. До другого класу небезпечності належать мідь, цинк, марганець, а до третього - селен, сурма, хром, залізо, ванадій, вісмут, срібло, олово і деякі інші. Харчові продукти та продовольча сировина контролюються на вміст тільки кадмію, міді, ртуті, свинцю, цинку, олова, миш'яку, заліза.

Всі метали токсичні, якщо вони споживаються у надлишковій кількості. Ртуть змінює біологічні властивості тканинних білків і інактивує деякі гідролітичні та окислювальні ферменти, кадмій уражає нирки і нервову стему, свинець токсично діє на кровотворну, нервову, шлунково-кишкову системи і нирки. Крім цього, кадмій та свинець є канцерогенними. Мідь може викликати хворобу легенів.

Вміст важких металів визначають фотоколориметричним, атомно-аосорбційним, інверсійно-вольтамперометричним і деякими іншими методами.

В основі фотоколориметричного методу покладені закони поглинання світла досліджуваною речовиною у зоні спектру, яку видно. А і оптично-абсорбційний метод визначення важких металів полягає у властивості атомів



хімічних елементів, утворених при розпиленні зольних розчинів у полум'я, поглинати світло визначеної довжини хвилі.

Суть методу визначення вмісту міді з діетилдитіокарбаматом натрію полягає у наступному. У слаболужному або аміачному середовищі (рН = 7-10) діетилдитіокарбамат натрію утворює з міддю інтенсивно забарвлені у коричневий колір комплексні сполуки (хелати), нерозчинні у воді, які екстрагуються хлороформом або чотирихлористим вуглецем. Порівнюючи колір екстракту за допомогою фотоелектроколометра з кольором стандартного розчину можна визначити вміст міді.

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

**1. Визначити вміст цезію - 137 та стронцію - 90 в добовому раціоні людини розрахунковим методом.**

1.1. Знайти завдання у додатку 1.

1.2. Розрахувати вміст радіонуклідів ( цезію - 137 та стронцію-90 ) в раціоні людини і дані записати до таблиці 2.

Таблиця 2 - Розрахунок вмісту цезію - 137 та стронцію - 90 в раціоні людини

Харчові продукти	Добова кількість, кг	Цезій - 137, Бк/кг			Стронцій - 90, Бк/кг		
		вміст в кг продукту	вміст в раціоні	допустимий рівень	вміст в кг продукту	вміст в раціоні	допустимий рівень
М'ясо і м'ясопродукти							
Яйця							
Риба							
Картопля							
Овочі							
Фрукти							
Хліб							
Міститься в раціоні							
Норма				210			35
± до норми							

1.3. Визначити співвідношення між фактичним і нормативним вмістом цезію-137 та стронцію - 90 в харчових продуктах раціону; зробити висновки відносно придатності харчових продуктів до споживання. Для визначення співвідношення між фактичним і нормативним вмістом цезію - 137 та стронцію - 90 в харчових продуктах використати формулу:

$$\frac{C_{cs}}{ДР_{cs}} + \frac{C_{sr}}{ДР_{sr}}$$

де  $C_{cs}$  і  $C_{sr}$  - вміст цезію - 137 та стронцію - 90 в даному харчовому продукті, Бк/кг;

$ДР_{cs}$  і  $ДР_{sr}$  - нормативи вмісту цезію - 137 та стронцію - 90 для даного харчового продукту, Бк/кг.

Дані розрахунків записати до таблиці 2.

## 2. Визначення вмісту міді з діетилдитіокарбаматом натрію.

2.1. Знайти завдання у додатку 2.

2.2. Влити в ділильну лійку 5-10-20 мл розчину, що аналізується ( еквівалент сухої речовини продукту ) і додати дистильовану воду до об'єму 20 мл.

Додати в ділильну лійку 5 мл суміші розчину трилону Б і лимоннокислого амонію і 2-3 краплі індикатора тимолблау або крезолроту.

2.3. Нейтралізувати вміст ділильної лійки розчином аміаку до рН 8,5-8, ( синьо - зелений колір розчину по тимолблау або червоний по крезолроту ), збільшити об'єм розчину до 30 мл.

Додати 2 мл 1-% розчину діетилдитіокарбамату натрію , 5 мл чотирихлористого вуглецю, закрити ділильну лійку, енергійно струшува протягом 2 хвилин

2.5. Злити екстракт після відстоювання із ділильної лійки , відфільтрувати через висушену гігроскопічну вату у суху пробірку з притертою пробкою. Пробірку з екстрактом поставити у темне місце.

2.6. Налити в контрольну кювету ФЕКу стандартний розчин міді, а в іншу — Досліджуваний екстракт. Фотометрирувати при синьому світлофільтрі ( довжина хвилі 435 нм ).

Визначити вміст міді в 1 г продукту за формулою :

$$X = \frac{C \times V \times P}{V_1 \times H}$$

де X - вміст міді (мг у 1 г продукту );

H - наважка , мг;

C - кількість міді в розчині, що досліджується, згідно показників ФЕКу, мг;

V - загальний об'єм розчину золи після розведення, мл;

P - розведення підфарбованого розчину золи у порівнянні зі стандартним розчином, об'єм якого 100 мл;

$V_1$  - об'єм розчину золи, мл.

Результати розрахунку записати в таблицю 3.

Таблиця 3 – Вміст міді у продукті

Назва продукту	Наважка, г	Кількість міді в розчині, мг	Загальний об'єм розчину золи після розведення, мл	Ступінь розведення розчину золи у порівнянні зі стандартним розчином, об'єм якого 100 мл	Вміст міді, мг/кг		
					об'єм розчину золи, мл	у наважці продукту	Гранично допустима концентрація

2.7. Зробити висновки по завершенню визначення вмісту міді в продукції галузі відносно можливості використання цієї продукції.

**3. Зробити загальні висновки по роботі.**

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Дати визначення термінам «радіоактивність» та «радіонукліди».
2. Назвати одиниці виміру радіоактивності. Дати визначення цим термінам.
3. Сутність іонізаційного методу визначення іонізуючого випромінювання.
4. Сутність сцинтиляційного методу визначення іонізуючого випромінювання.
5. Як впливає споживання забруднених радіонуклідами харчових продуктів на здоров'я людини ?
6. Перелічити важкі метали, що належать до першого класу небезпечності.
7. Назвати сутність фотоколориметричного та атомно-абсорбційного методів визначення вмісту важких металів.
8. Як впливає на здоров'я людини надмірне надходження важких металів до організму?
9. В якій послідовності використовуються реактиви до внесення діетилдитіокарбамату натрію в ділільну лійку ?
10. Яка формула використовується для визначення вмісту міді у продукції галузі?

## Варіанти завдання

Назва харчового продукту	Вміст радіонуклідів															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>
Хліб і хлібопродукти	20	5	15	10	25	5	28	8	30	3	22	10	25	8	27	12
Картопля	60	20	65	25	70	20	60	30	75	10	62	22	65	15	72	20
Овочі (листові, коренеплоди, столова зелень)	40	20	45	20	45	15	50	15	50	20	43	22	45	30	35	25
Фрукти	70	10	80	20	70	30	80	5	75	15	65	15	60	20	70	25
М'ясо і м'ясопродукти	200	20	200	20	200	20	200	20	200	20	200	20	200	20	200	20
Риба і рибні продукти	150	35	150	35	150	35	150	35	150	35	150	35	150	35	150	35
Молоко і молочні продукти	100	20	100	20	100	20	100	20	100	20	100	20	100	20	100	20
Яйця, штук	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2
Інші продукти	600	200	600	200	600	200	600	200	600	200	600	200	600	200	600	200

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Сторонні речовини, що поступають з їжею в організм людини бувають:

- А** звичайні компоненти у незвично високих кількостях
- Б** природні компоненти їжі і речовини з довкілля
- В** харчові добавки

2. Критерії оцінки небезпеки:

- А** тяжкість небезпек, частота тієї, що зустрічається, час настання небезпеки
- Б** кількість випадків або інтенсивність виникнення цього ефекту
- В** час настання небезпеки, безповоротність наслідків

3. Розшифрувати абревіатуру визначення ДДД (*рос.ДСД*):

- А** допустима доза домішки
- Б** допустима добова доза
- В** допустима доза долучення

4. Ртуть - це:

- А** небезпечний і токсичний елемент, не здатний накопичуватися в організмі тварин і людини
- Б** небезпечний і високотоксичний елемент, що має здатність накопичуватися в рослинах і в організмі тварин і людини
- В** небезпечний і елемент, який отруйний в чистому вигляді тільки у високих концентраціях

5. Захисним ефектом при дії ртуті на організм людини володіють:

- А** цинк і кадмій
- Б** цинк і миш'як
- В** цинк і селен

6. Кадмій є:

- А** один з менш небезпечних токсикантов зовнішнього середовища
- Б** один з найбільш небезпечних токсикантов зовнішнього середовища
- В** один з елементів, що мають значення в живленні

7. Пестициди ділять на класи залежно від:

- А** виду шкідливих організмів і способу проникнення в нього
- Б** швидкості розкладання в ґрунті
- В** усі варіанти вірні

8. В усіх об'єктах біосфери знаходиться такий метал:

- А** фосфор
- Б** миш'як
- В** свинець

9. Властивості пестицидів, що впливають на спадковість мають назву:

- А** мутагенні
- Б** ембріотоксичні
- В** тератогенні

10. До шкідливих речовин з довкілля відносяться:

- А** токсичні компоненти і харчові добавки
- Б** контаминанти і харчові добавки
- В** контаминанти і токсичні компоненти

11. Саму високу міру ризику мають небезпеки:

- А** пов'язані з недоліком або надлишком поживних речовин в раціоні людини
- Б** мікробного і вірусного походження
- В** пов'язані із забрудненням харчових продуктів контамінантами із зовнішнього середовища

12. До токсичних металів відносяться:

- А** ртуть, кадмій, свинець, миш'як
- Б** ртуть, фосфор, кальцій
- В** свинець, магній, алюміній

13. Для протрави насіння від шкідливих комах і кліщів використовують:

- А** мікотоксини
- Б** пестициди
- В** антибіотики

14. Найбільшу небезпеку з точки зору поширеності і токсичності мають наступні контаминанти від max до min

- А** пестициди; радіонукліди; нітрати; нітрит; діоксин; поліциклічні ароматичні вуглеводні; антибіотики; токсини мікроорганізмів; токсичні метали;
- Б** токсичні метали; антибіотики; токсини мікроорганізмів; пестициди; нітрати; нітрит; діоксин; поліциклічні ароматичні вуглеводні; радіонукліди
- В** токсини мікроорганізмів; токсичні метали; антибіотики; пестициди; нітрати; нітрит; діоксин; поліциклічні ароматичні вуглеводні; радіонукліди

15. Контаминанти біологічного походження :

- А** бактерії і їх токсини, дріжджі, пліснява, мікотоксини, нітрати і нітрит, віруси, стимулятори зростання с/х тварин
- Б** бактерії і їх токсини, дріжджі, миш'як, мікотоксини, гельмінти, селен, комахи-шкідники
- В** бактерії і їх токсини, дріжджі, пліснява, мікотоксини, гельмінти, віруси, комахи-шкідники

16. Отрути, що знищують шкідливих хребетних називаються, :

- А** зооциди
- Б** бактерициди
- В** акарициди

17. Система заходів профілактики мікотоксикозів включає такі методи:

- А** механічні, фізичні, хімічні
- Б** фізико-хімічні, біологічні, механічні
- В** механічні, біологічні, фізичні

18. Які види грибів продукують афлотоксини:

- А** пенициллум, аспергиллус
- Б** фузариум
- В** альтернарія

19. Як частини рослини вражаються при зараженні грибом роду Фузаріум :

- А** колоси, зерно
- Б** коренева система, стебла, листя, колоси, зерно
- В** стебла, листя, зерно

20. Характеристика фузаріозного зерна

- А** зерно зморшкувате, білясте, ендосперм рихлий, зернівка з рожевими плямами.
- Б** зерно щупле, чорне із зеленою плесню, ендосперм кришиться
- В** зерно роздуте, що кришаться, без блиску з пушком сірого кольору

21. Самую високу міру небезпеки мають:

- А** пестициди
- Б** важкі метали
- В** токсини мікроорганізмів

22. Шкідливі речовини їжі - це:

- А** звичайні компоненти в незвично високих кількостях, харчові добавки, контамінанты
- Б** природні і токсичні компоненти їжі, харчові добавки, контамінанты
- В** незвичайні компоненти з нових джерел, харчові добавки, контамінанты

23. Дві характеристики токсичності :

- А** ПДК50, ПДК 100
- Б** ДСД 50, ДСД 100
- В** ЛД 50, ЛД 100

24. Мікотоксини це:
- А** токсичні речовини, що утворюються в результаті життєдіяльності мікроскопічних грибів
  - Б** речовини біологічного або хімічного походження, призначені для знищення шкідливих комах, бур'янів
  - В** речовини самі по собі не мають токсичної дії, але специфічним чином знижують засвоюваність окремих харчових речовин
25. На які класи по хімічному складу діляться пестициди:
- А** сильнодіючі, середньотоксичні, фумігантні
  - Б** контактні, фумігантні, органічні
  - В** хлорорганічні, фосфорорганічні, неорганічні
26. У препаративну форму, окрім самого пестициду, входять:
- А** розчинники, стабілізатори, емульгатори
  - Б** розчинники, емульгатори, допоміжні речовини
  - В** розчинники, допоміжні речовини, органічні сполуки
27. Токсини роду Фузаріум є:
- А** мутагенними токсинами
  - Б** фітопатогенними токсинотворними грибами
  - В** тератогенними токсинотворними грибами
28. Технологічні способи зниження залишкових кількостей пестицидів :
- А** миття водою, розчинами лугів, очищення від зовнішніх частин, варіння, смажіння
  - Б** миття в кислому середовищі, очищення, варіння, квашення
  - В** миття водою, очищення, консервація, маринування
29. Властивість пестицидів викликати пухлини називають:
- А** ембріотоксичні
  - Б** бластомогенні
  - В** мутагенні
30. ЛД 50 для високотоксичних пестицидів:
- А** 50-200 міліграм/кг
  - Б** 200-1000 міліграм/кг
  - В** до 50 міліграма/кг
31. Система заходів профілактики мікотоксикозів включає такі методи:
- А** механічні, фізичні, хімічні
  - Б** фізико-хімічні, біологічні, механічні
  - В** механічні, біологічні, фізичні



32. На скільки груп ділять важкі метали:
- A** на 3
  - Б** на 4
  - В** на 5
33. Класифікація металів як незамінних чинників живлення :
- A** Есенціальні, макроелементи, мікроелементи;
  - Б** Токсичні метали
  - В** контамінанти
34. Чи швидко виводяться важкі метали з біологічного циклу
- A** швидко
  - Б** не виводяться
  - В** повільно
35. Представники важких металів:
- A** Ртуть, кадмій
  - Б** алюміній
  - В** кисень
36. Найбільш відома отрута:
- A** Свинець
  - Б** Ртуть
  - В** алюміній
37. Тяжкі метали відносять до категорії:
- A** Найнебезпечніших забруднюючих речовин
  - Б** Середніх забруднювачів
  - В** Менш небезпечних забруднюючих речовин
38. До контамінантів хімічного походження відносять:
- A** Нітрати, нітроти
  - Б** Бактерії і їх токсини
  - В** пестициди
39. Афлатоксини – це токсини:
- A** Аспергілів
  - Б** Криптококків
  - В** Фузаріїв
40. Не відноситься до мікроміцетів:
- A** *Fusarium verticillioides*
  - Б** *Amanita muscaria*
  - В** *Claviceps purpurea*

## Список літератури

1. Л. Мурашко, наук. співробітник, Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН Журнал «Пропозиція», №5, 2020 р.
2. Антіпіна, О. О., Борта, А. В., Ляшан, Г. Г., & Верещинський, О. П. (2019). Технологічна експертиза процесу зберігання зерна пшениці як інструмент забезпечення якості. *Scientific Works*, 83(2), 65-70.
3. Грицев, О. А., Зозуля, О. Л., Воробйова, Н. Г., & Сківка, Л. М. (2018). Моніторинг видового складу грибів роду *Fusarium* у насінневому матеріалі озимої пшениці на території України. *Мікробіологія і біотехнологія*, (2 (42)), 81-89.
4. Чорнолата, Л. П., Гуцол, Н. В., & Мисенко, О. О. (2021). Мікотоксини у зерні злакових культур та необхідність їх контролю. Publishing House “Baltija Publishing”. С. 266.
5. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*; FAO: Rome, Italy, 2022. [Google Scholar].
6. Edwards, P.; Zhang, W.; Belton, B.; Little, D.C. Misunderstandings, myths and mantras in aquaculture: Its contribution to world food supplies has been systematically over reported. *Mar. Policy* 2019, 106, 103547. [Google Scholar] [CrossRef].

Навчальне видання

## **БЕЗПЕКА ПРОДУКЦІЇ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

Навчально-методичний посібник  
до виконання лабораторних робіт

для студентів спеціальності 181 «Харчові технології»  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
(освітня програма «Харчові технології»)

Укладачі:

ПУЗІК Людмила Михайлівна  
ГАВРИШ Тетяна Володимирівна  
ФОМІНА Ірина Миколаївна  
БОРОВІКОВА Наталія Олексіївна

Відповідальний за випуск старший викладач кафедри Боровікова Н.О.

Авторська редакція

Підписано до друку 02.02.24 . Формат 60x84x16.  
Папір офсетний. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Умовн. друк. аркушів – 3,2. Обл.-вид. аркушів – .  
Тираж 20  
Державний біотехнологічний університет,  
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002.

