

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені О.О. БОГОМОЛЬЦЯ
КАФЕДРА ГІГІЄНИ ТА ЕКОЛОГІЇ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему «Шляхи управління ризиком небезпечного впливу пестицидів на
здоров'я населення при споживанні олійних культур»

Здобувач вищої освіти

групи 13401АГЗ, спеціальності

229 «Громадське здоров'я»

ОПП 229 «Громадське здоров'я »

(підпис)

Чаплієв Сергій

Олександрович

Науковий керівник

науковий ступінь,

вчене звання

(підпис)

д.мед.н., професор

О.П. Вавріневич

Керівник освітньо-

професійної програми

науковий ступінь, вчене звання

(підпис)

д.мед.н., професор

Т.С. Грузєва

Завідувач кафедри,

науковий ступінь

вчене звання

(підпис)

член-кор. НАМН

України, д.мед.н.,

професор В.Г. Бардов

Київ – 2025 рік

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1	8
1.1 Огляд літератури	8
1.2 Матеріали і методи досліджень	22
РОЗДІЛ 2	29
ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ПЕСТИЦИДІВ В ОЛІЙНИХ КУЛЬТУРАХ ТА ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ	29
2.1 Аналіз результатів натурних досліджень щодо вмісту пестицидів в олійних культурах	29
2.2 Оцінка ризику та прогнозування небезпеки для здоров'я населення при споживанні рослинних олій	37
РОЗДІЛ 3	48
АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ	48
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
Додаток А.....	75
ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	75

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВГ	– Водорозчинні гранули (препаративна форма)
ДДД	– Допустима добова доза
ДДН	– Допустиме добове надходження пестициду
д.р.	– Діюча речовина
ДСанПіН	– Державні санітарні правила і норми
ЄС	– Європейський союз
ПІНВП	– інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів
КЕ	– Концентрат емульсії (препаративна форма)
КС	– Концентрат суспензії (препаративна форма)
М	– середнє значення (медіана)
m	– похибка середнього арифметичного
МД	– Масляна дисперсія (препаративна форма)
МДР	– Максимально допустимий рівень
МОЗ	– Міністерство охорони здоров'я
МДНПП	– Можливе добове надходження пестициду з продуктами
ДДНПП	– Допустиме добове надходженням пестициду з продуктами
Р	– Ризик небезпечного впливу населення
РК	– Розчинний концентрат (препаративна форма)
СЕ	– Суспоемульсія (препаративна форма)
T50	– період напіврозпаду, період розкладання 50 % вихідної кількості речовини
ФК	– (препаративна форма)
ADI	– добову норму споживання
ISO	– International Organization for Standardization
logP K _{ов}	– Коефіцієнт сорбції пестициду в системі октанол-вода
MRL	– Максимальні рівні залишків

ВСТУП

Актуальність теми

Україна є однією із провідних країн-постачальників олійних культур і продукції їх переробки [1]. Останні роки спостерігається зростання вирощування олійних культур, які користуються попитом як в Україні та і в багатьох країнах світу [2]. Запорукою отримання сталих, високих врожаїв є використання сучасних новітніх технологій у сільськогосподарській галузі при вирощуванні культур, в т.ч. олійних. Так, доведено, що застосування пестицидів в комбінації з гуміновими препаратами збільшує врожайність олійних культур на 25-30 % [3], при застосуванні регуляторів росту рослин – на 14 % [4].

Застосування пестицидів при вирощуванні сільськогосподарських культур може призвести до негативних ефектів на здоров'я населення при споживанні продукції контамінованої їх залишками. Вплив пестицидів на тварин і людей може бути пов'язаний з гострими та хронічними впливами, таких як нейротоксичністю, ендокринними порушеннями, ураженням печінки та нирок, раком, репродуктивними ефектами (аномалії сперматозоїдів, зниження фертильності, затримка розвитку плоду, вроджені дефекти або спонтанні аборти) і зміною росту [5, 6, 7].

Для попередження негативного впливу пестицидів важливо удосконалювати методи визначення залишків пестицидів, регулювання довгострокової безпеки використання пестицидів, захисту навколишнього середовища та здоров'я населення [5]. Важливим шляхом попередження негативного впливу пестицидів є оцінка ризику [7]. Серед шляхів управління ризиком небезпечного впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні харчових продуктів є 1) Аналітичний контроль залишків пестицидів; 2) Нормування залишків пестицидів в насіння, зерні та олії олійних культур; 4) Оцінка ризику для населення при споживанні харчових

продуктів; 5) Запровадження програм моніторингу залишків пестицидів у харчових продуктах.

Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є обґрунтування шляхів управління ризиком небезпечного впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні продукції олійних культур.

Завданнями дослідження є:

1. Аналіз обсягів та асортименту пестицидів, дозволених до використання в Україні для захисту олійних культур;
2. Проаналізувати результати натурних досліджень щодо вмісту залишків пестицидів в олійних культурах;
3. Оцінити ризик та здійснити прогноз небезпеки для здоров'я населення при споживанні продукції олійних культур, вирощених при застосуванні пестицидів;
4. Розробка рекомендацій та підходів щодо збереження здоров'я населення.

Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є закономірності впливу пестицидів на організм населення при споживанні продукції олійних культур та шляхи збереження їх здоров'я.

Предметами дослідження є здоров'я населення, як споживачів продукції олійних культур, пестициди та їх діючі речовини (д.р.): *4 фунгіциди*: Айболит, КС (д.р. епоксиконазол, 160 г/л, піраклостробін, 100 г/л, боскалід, 90 г/л), Баррет, КЕ (д.р. пропіконазол, 100 г/л, тебуконазол, 160 г/л, прохлораз, 340 г/л), Босфан Про, КС (д.р. боскалід, 200 г/л + азоксистробін, 300 г/л), Сайпрес 400 ЕС, КЕ (д.р. ципроконазол, 150 г/л і дифеноконазол, 250 г/л); *4 інсектициди*: Амісект Дуо, ВГ (д.р. ацетаміприд, 250 г/кг + тіаклоприд, 50 г/кг) Бомбардир Аква, РК (д.р. імідаклоприд, 200 г/л), Інзак Зеон 280 ЗС, ФК (д.р. лямбда-цигалотрин, 80 г/л + ацетаміприд, 200 г/л), Разит, КС (д.р. альфа-циперметрин, 100 г/л + імідаклоприд, 140 г/л + ацетаміприд, 160 г/л); 3

гербіциди Ніколь-Стар, МД (д.р. нікосульфурон 40 г/л), Сутон, СЕ (д.р. S-метолахлор, 468 г/л + тербутилазин, 281 г/л), Церіс, ВГ (д.р. етаметсульфурон-метил, 750 г/кг); вегетуючі сільськогосподарські олійні культури, показники ризику небезпечного впливу пестицидів для населення, як споживачів.

Практичне значення отриманих результатів.

1. Для збереження та покращення здоров'я населення було розроблено рекомендації щодо контролю і моніторингу досліджуваних груп пестицидів в продукції олійних культур.
2. Розроблені шляхи збереження здоров'я населення від шкідливого впливу різних груп пестицидів внаслідок споживання продукції олійних культур.

Наукова новизна.

1. Отримано дані щодо стійкості пестицидів в рослинах олійних культур та проведено порівняльну оцінку з даними поведінки досліджуваних пестицидів в інших країнах світу.
2. проведено оцінку ризику небезпечного впливу пестицидів на населення при споживанні олійних культур, вирощених при застосуванні пестицидів.
3. Узагальнено та удосконалено критерії, які слід використовувати при проведенні моніторингових досліджень вмісту пестицидів в продукції олійних культур.

Впровадження результатів дослідження.

1. Рекомендації щодо моніторингу можуть бути впроваджені в практичну діяльність роботи установ, що займаються контролем і моніторингу пестицидів в об'єктах довкілля та сільськогосподарській сировині.
2. Матеріали дослідження можуть бути використані для підготовки навчальних програм та методичних посібників з громадського здоров'я.

Апробація результатів роботи і публікації.

Результати кваліфікаційної роботи опубліковано в 1 статті у фаховому виданні (Категорія Б), 3 тезах доповідей.

Результати магістерської роботи апробовано на науково-практичній конференції молодих вчених науково-практичній Актуальні питання гігієни праці та професійної патології» до 96-ї річниці створення державної установи «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва Національної академії медичних наук України» (2024), студентській науково-практичній конференції «Інноваційні підходи у наукових дослідженнях у сфері громадського здоров'я та профілактичної медицини: досягнення та перспективи» (2025), конференції з міжнародною участю «Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини» (2025).

Кваліфікаційна робота складається зі Вступу, основної частини (три розділи), висновків та додатку. Загальний обсяг роботи 76 сторінок.

РОЗДІЛ 1

1.1 Огляд літератури

Олійні культури – рослини, при переробці яких отримують рослинну олію. Належать культури до складу насіння та плодів входить не менше 15% олії. До таких культур в помірних кліматичних умовах належать ріпак, льон, соняшник, соя, маслини, рицина, гірчиця, мак, тропічних – арахіс, кокоси, пальма [8]. Також є культури, з яких отримують олію в процесі переробки як побічний продукт (соя, арахіс, бавовник та ін.) [8].

Згідно з даними аналізу, проведеного дослідниками було встановлено, що відбувається постійне розширення посівних площ під посіви олійних культур. Площі під посіви зазначених культур за останні 20 років збільшились практично в 3-4 рази [9, 10].

Така ситуація пов'язана з багатьма чинниками. По-перше олійні культури є джерелом рослинних олій і, відповідно є складовою раціонального харчування [11]. Саме рослинні олії рекомендовано споживати, як джерело поліненасичених жирних кислот, олеїнової, лінолевої кислот [12, 13].

По-друге – рослинна олія, а саме соняшникова – є основним продуктом експорту та запорукою сталого економічного розвитку України [2, 11].

Серед факторів ризику для населення і навколишнього середовища виділяють забруднення важкими металами, залишками пестицидів та ін. [11].

Захист олійних культур, при їх вирощуванні, в промислових умовах здійснюється на всіх етапах вегетації і направлений проти усіх видів ураження (патогени різних видів, бур'яни та шкідники) [14].

За даними Державної служби статистики України станом на 2023 рік загальний обсяг застосованих пестицидів (по діючій речовині) склав 19360,8 тонн (0,94 кг/га). На посівах кукурудзи застосовано 3756,6 тонн (1,422 кг/га) пестицидів (у діючі речовині), технічних культурах – 11949,9 тонн (1,878 кг/га) [15].

Нами був проведений аналіз асортименту пестицидів, дозволених до застосування на території України для захисту сільськогосподарських культур, в т.ч. олійних культур. В Державному реєстрі пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України) у період з 2020 по 2024 рр. всього зареєстровано 2797 препаратів. З них, 325 інсектицидів, в т.ч. 207 для захисту олійних культур (63,7 % від загальної кількості інсектицидів), 916 гербіцидів, в т.ч. 508 на олійних культурах (55,5 %), 498 фунгіцидів, в т.ч. 269 на олійних культурах (54,0 %) [14].

На першому етапі виконано аналіз асортименту інсектицидів та встановлено, що станом на 2024 рік зареєстровано 325 інсектицидів, в т.ч. 207 для захисту олійних культур (63,7 %) на основі 47 діючих речовин різних хімічних класів. В структурі інсектицидів, дозволених до застосування на олійних культурах, 60,4 % становили монопрепарати, які містять одну діючу речовину, 38,2 % - комбіновані препарати, до складу яких входило дві діючі речовини і 1,4% - комбіновані препарати з трьома діючими речовинами (рис. 1.1.1). Серед факторів, що зумовлюють небезпеку пестицидів є їх фізико-хімічні властивості, які зумовлені належністю до хімічного класу. Тому нами було проведено аналіз структури інсектицидів та інших груп пестицидів за хімічними класами (рис. 1.1.2).



Рис. 1.1.1
Структура
асортименту
інсектицидів,
дозволених до
застосування на
олійних культурах
у 2024 році

Аналіз структури інсектицидів, які зареєстровано на олійних культурах за хімічними класами показав, що перше місце посідали інсектициди класу піретроїди (54,1 %), друге – неонікотиноїди – 45,4%, третє – фосфорорганічні сполуки (14,5%) (рис. 1.1.2).



Рис. 1.1.2 Структура асортименту інсектицидів, дозволених до застосування на олійних культурах, за хімічними класами у 2024 році

Проведено аналіз асортименту гербіцидів, дозволених до використання в Україні, в т.ч. на олійних культурах та встановлено, що 66,9 % становили монопрепарати, які містять одну діючу речовину, 26,8 % – комбіновані препарати, до складу яких входило дві діючі речовини і 6,3 % – комбіновані препарати з трьома діючими речовинами (рис. 1.1.3).



Рис. 1.1.3 Структура асортименту гербіцидів, дозволених до застосування на олійних культурах у 2024 році

Серед гербіцидів провідне місце посідають препарати на основі сечовин і сульфонілсечовин (26,4 %). Друге місце посідають сполуки класу хлорацетаміди (12,8 %), триазини, триазинони (12,6 %), триазолпіримідини (12,0 %) (рис. 1.1.4).



Рис. 1.1.4 Структура асортименту гербіцидів, дозволених до застосування на олійних культурах, за хімічними класами у 2024 році



Рис. 1.1.5 Структура асортименту фунгіцидів, дозволених до застосування на олійних культурах у 2024 році

В структурі фунгіцидів переважають сполуки класу триазоли (71,3 %), стробілурини (25 %), карбамати (17,9 %), амідні сполуки (12,3 %) (Рис. 1.1.6).



Рис. 1.1.6 Структура асортименту фунгіцидів, дозволених до застосування на олійних культурах, за хімічними класами у 2024 році

Враховуючи вищевикладене, слід приділити увагу проблемі забруднення залишками пестицидів сільськогосподарських культур.

Внаслідок накопичення пестицидів в сільськогосподарській продукції можливий небезпечний вплив на здоров'я населення. Можливі такі ефекти як, нейротоксичність, ендокринні порушення, ураження печінки та нирок, рак, репродуктивні ефекти і зміна росту [5, 6].

Люди, які зазнають прямого або опосередкованого впливу пестицидів, можуть зазнати гострого впливу або отримати хронічні захворювання [7].

Серед факторів, які впливають на ймовірність накопичення пестицидів в об'єктах довкілля та сільськогосподарських вегетуючих культурах та їх

стійкість виділяють наступні: фізико-хімічні властивості пестицидів (леткість, розчинність та ін.), спосіб та місце застосування, мікрокліматичні умови (температура, вологість, швидкість руху повітря), властивості рослин (вид рослин, стадія росту, загальний стан рослини), тип ґрунту (вміст органічної речовини, глини, кислотність, лужність, вміст мінералів, мікроорганізмів) [16, 17, 18].

Так до прикладу швидкість руйнування відрізнялась для п'яти пестицидів (паратіон-метилу, ендосульфану, фенпропіморфу, ліндану, трифлураліну), застосованих для захисту посівів квасолі. Для всіх сполук руйнування з бобів було вищим порівняно з руйнуванням із поверхні ґрунту. Швидкість руйнування з поверхонь рослин для паратіон-метилу, ендосульфану, фенпропіморфу та ліндану становила 50–70%, трифлуралін майже повністю руйнувався протягом 24 годин. Було доведено, що руйнування достовірно корелювала від тиску пари досліджуваних пестицидів [18].

Так згідно підходів, чинних в країнах ЄС, Регламент 396/2005 встановлює максимальні рівні залишків (MRL) для 10 груп сільськогосподарських продуктів, в тому числі олійне насіння/олійні плоди. Даний Регламент передбачає використання коефіцієнту переробки при встановленні величин MRL в рослинних оліях.

Коефіцієнт переробки відображає концентрацію або розбавлення, спричинене обробкою. Додаток VI Регламенту 396/2005, який повинен прописувати коефіцієнти обробки, сьогодні все ще відсутній. За відсутності узгоджених факторів переробки на рівні ЄС держави-члени по-різному обґрунтовують величини MRL в продуктах переробки (олії, соки), що спричиняє проблеми в уніфікації нормативної бази [19, 20].

FEDIOL для усунення проблеми, пов'язаної з відсутністю законодавчо встановлених факторів обробки, розробив і застосовує з 2007 року підхід до факторів обробки для жиророзчинних пестицидів у сирих рослинних оліях і жирах. А саме рекомендовано враховувати значення коефіцієнту сорбції

пестициду в системі октанол-вода ($\log P$ $K_{ов}$) при вирішенні питання нормування в рослинних оліях [19, 20].

На сьогоднішній день в світі існує занепокоєння, щодо залишків пестицидів, які регулярно виявляються в харчових продуктах і можуть становити ризик для здоров'я споживача [21, 22].

У зв'язку з особливостями вирощування олійних культур, в т.ч. із активним використанням пестицидів існує небезпека шкідливого впливу на здоров'я населення внаслідок їх накопичення у вирощеному урожаї культур, а також їх продуктах переробки, в т.ч. при споживанні олії, отриманої із сировини, вирощеної із застосуванням хімічних засобів захисту рослин. Згідно з даними досліджень проведеними в 12 провінціях Китаю було оцінено рівні залишків 38 пестицидів, які найчастіше використовувались в даних регіонах. 8,4% проб насіння ріпаку містили пестициди (імідаклоприд, хізалофоп-П-етил, тіаметоксам, паклобутразол, прохлораз, тебуконазол, дифеноконазол, S-метолахлор, карбофуран і карбендазим) з рівнем залишків від 0,001 до 0,634 мг/кг. Проведена оцінка ризиків для різних вікових груп населення при гострому та хронічному впливі залишків пестицидів в насінні ріпаку показала відсутність небезпеки для споживачів даної продукції [21].

Також були проведені дослідження залишків пестицидів в харчових продуктах (фруктах і овочах) на шведському ринку (1996–1998) за допомогою програм моніторингу та оцінені коефіцієнти ризиків впливу сумішей пестицидів з харчовим раціоном на рівень захворюваності та смертності населення. Не було виявлено жодних ознак впливу сумішей залишків пестицидів у раціоні на збільшення смертності, а також захворюваності населення [22].

За даними інших досліджень, виконаних в Бангладеші, виконано оцінку ризику для здоров'я від залишків пестицидів (фосфорорганічних (хлорпірифос, фенітротіон, паратіон, етіон, ацефат, фентіон), карбаматних (карбарил і карбофуран), піретроїдних (циперметрин) пестицидів) внаслідок споживання овочів. Залишки пестицидів коливалися від нижчої межі

виявлення ($<0,01$) до 0,36 мг/кг. Ацефат, хлорпірифос, етіон, карбарил і циперметрин виявлені в одному зразку, фенітротіон, паратіон – в двох зразках, хлорпірифос і циперметрин в більшості досліджених зразків. Усі залишки пестицидів перевищували MRL, їх класифікували як небезпечні для здоров'я. Слід запровадити постійний моніторинг і суворе регулювання щодо контролю залишків пестицидів в овочах та інших харчових продуктах [23].

Згідно даними досліджень Інституту фітопатології (Афіни, Греція) оцінювали залишки метилпіриміфосу в кукурудзі, які становили 8 мг/кг, тоді як для кукурудзяної олії вони в 11 разів були вищими (88 мг/кг), оскільки відомо, що він концентрується в олії. Схожі результати отримано для оливкової олії, які базувались на даних випробувань залишків відповідно до належної сільськогосподарської практики, довгострокової токсичності кожного пестициду, вираженої його ADI для людини, і моделей споживання оливкової олії. Проте, через високу дієтичну і медичну цінність оливкової олії рекомендовано, щоб залишки пестицидів були меншими. Тому, піднімається питання застосування альтернативних методи захисту рослин [24].

У дослідженні, виконаному в лабораторії промислової хімії департаменту хімії Університету Яніни (Греція) було виявлено залишки пестицидів різних класів у різних типах оливкової олії першого віджиму, а також було оцінено внесок оливкової олії в хронічний ризик споживання залишків пестицидів. Були виявлені залишки 20 інсектицидів у 90 % проб олії. Найвищий вміст залишків спостерігався для фентіону, диметоату та ендосульфану. Рівень залишків пестицидів залежав від сорту оливок. Оскільки в оливковій олії були присутні численні залишки пестицидів, немає нульового ризику споживання оливкової олії. Однак вплив кожного виявленого залишку на споживачів оливкової олії значно нижчий за прийнятну добову норму споживання (ADI) [25].

Серед шляхів управління ризиком небезпечного впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні харчових продуктів, тому числі олійних культур виділяють наступні:

1. Аналітичний контроль залишків пестицидів;
2. Нормування залишків пестицидів в насіння, зерні та олії олійних культур;
3. Оцінка ризику для населення при споживанні харчових продуктів;
4. Запровадження програм моніторингу залишків пестицидів у харчових продуктах.

Розробка відповідних аналітичних методів вимірювання залишків пестицидів у рослинних оліях і жирах є складним завданням. FEDIOL, як ключовий член ISO, уважно стежить за дискусіями щодо цього питання [19, 20]. Дуже широко використовується метод QuEChERS для визначення мультизалишків пестицидів [25, 26].

В Європі існують відповідні стандарти для визначення залишків пестицидів в маслах та оліях [27]. Для 166 пестицидів використано метод гел'проникної хроматографії (GPC) (EN 1528:1997) і виявлення GC-Orbitrap, ГХ-МС/МС, 65 пестицидів – з використанням методу QuOil (CEN/TS 17062:2020) для підготовки зразків і системи LC-TQ для кількісного визначення.

Оцінка ризику залишків пестицидів у харчових продуктах є ключовим пріоритетом у сфері безпеки харчових продуктів. Фахівці ЄС, запроваджують програми моніторингу, вимірюючи фактичні рівні залишків пестицидів у харчових продуктах, і підтримують широкомасштабні програми біомоніторингу людини для підтвердження фактичних рівнів впливу та потенційного ризику для споживачів [28]. Так, на прикладі фосфорорганічного інсектициду хлорпірифосу було запропоновано використовувати біомоніторинг – маркери сечі 3,5,6-трихлор-2-піридинол, використовуючи два джерела даних моніторингу: моніторинг харчового ланцюга за програмою ЄС і біомоніторинг європейських громадян за проектом HB4EU. Обидва методи підтвердили різке зниження рівня впливу пестициду з 2016 року.

На думку фахівців, важливо здійснювати моніторинг на всіх етапах виробництва олії, включаючи вирощування, збирання, переробку та її

зберігання, щоб гарантувати якість та безпеку харчових рослинних олій (Рис. 1.1.7) [11].



Рис. 1.1.7 Схема моніторингу якості і безпечності рослинних олій [11]

Виділяють наступні етапи моніторингу безпечності рослинних олій згідно рекомендацій ЄС на національного законодавства:

1. Відбір зразків:

- Відбір зразків рослинних олій на різних етапах виробництва (виращування, збір, переробка, зберігання).

2. Лабораторний аналіз:

- Хімічний аналіз (визначення складу жирних кислот, наявності пестицидів, важких металів).

- Фізико-хімічний аналіз (в'язкість, щільність, точка плавлення).

- Мікробіологічний аналіз (наявність мікроорганізмів, бактерій).

3. *Контроль якості:*

- Оцінка відповідності зразків до стандартів якості (наприклад, ISO, НАССР).

- Перевірка на відповідність маркуванню та інформації на упаковці.

4. *Документація та звітність:*

- Ведення записів про результати аналізів та перевірок.

- Формування звітів для внутрішнього та зовнішнього контролю (органи сертифікації, регулюючі органи).

5. *Корекційні заходи:*

- Виправлення виявлених невідповідностей.

- Розробка планів дій для запобігання подібним невідповідностям у майбутньому.

6. *Моніторинг та аудит:*

- Регулярний моніторинг якості та безпечності рослинних олій на всіх етапах виробництва.

- Проведення внутрішніх та зовнішніх аудитів для підтвердження відповідності стандартам якості та безпечності.

Ця схема допомагає забезпечити високу якість та безпечність рослинних олій на всіх етапах їх виробництва та зберігання.

Згідно чинного законодавства, в Україні якість і вимоги до виробництва рослинних олій регулює низка законодавчих документів таких як:

1. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» від 22.07.2014 № 1602-VII [29].

2. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000–2001 Допустимі дози, концентрації, кількості на рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водойм, ґрунтів, затверджені Міністерством охорони здоров'я України, Постановою Головного державного санітарного лікаря 19.02.03 № 137 [30].

3. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.02.2016 № 55 «Про затвердження Гігієнічних нормативів і регламентів безпечного застосування пестицидів і агрохімікатів», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 10.02.2016 р. за № 207/28337 (із змінами) [31].

4. ГН 6.6.1.1-130–2006 Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування і питній воді, затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 03.05.2006 № 256, зареєстрованим у Міністерстві юстиції від 17.07.2006 за № 845/12719 [32].

5. Державні гігієнічні правила і норми «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України 13.05.2013 р. № 368, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 18.05.2013 за № 774/23306 [33].

6. Перелік харчових продуктів, щодо яких здійснюється контроль вмісту генетично модифікованих організмів, затверджений наказом Міністерства охорони здоров'я України 09.11.2010 № 971 [34].

7. Регламент комісії (ЄС) № 1881/2006 від 19.12.2006. Про встановлення максимального рівня вмісту певних забруднюючих речовин у продуктах харчування [35].

8. Технічний регламент щодо деяких товарів, які фасують за масою та об'ємом у готову упаковку, затверджений постановою КМУ 16.12.2015 № 1193 [36].

9. Державні стандарти (ДСТУ): ДСТУ 2423-94, ДСТУ 2575–94, ДСТУ 4349:2004, ДСТУ 4350:2004, ДСТУ 4455:2005, ДСТУ 4492:2017, ДСТУ 4518:2008, ДСТУ 4568:2006, ДСТУ 4569:2006, ДСТУ 4570:2006, ДСТУ 4602:2006, ДСТУ 4603:2006, ДСТУ 4633:2006, ДСТУ 4689:2006, ДСТУ 4694:2006, ДСТУ 5063:2008, ДСТУ 6032:2008, ДСТУ 6048:2008, ДСТУ 6050:2008, ДСТУ 7082:2009, ДСТУ 9127:2021, ДСТУ EN 12821:2005, ДСТУ CAC/RCP 36–2005, ДСТУ EN 12822:2005, ДСТУ EN 12823-2:2006, ДСТУ EN 12955–2001, ДСТУ EN 1528-1–2002, ДСТУ ISO 12193:2004, ДСТУ ISO 15774:2009, ДСТУ ISO 21569:2008, ДСТУ ISO 21570:2008, ДСТУ ISO

21571:2008, ДСТУ ISO 24276:2008, ДСТУ ISO 3596:2004, ДСТУ ISO 3657:2004, ДСТУ ISO 3960–2001, ДСТУ ISO 3961:2004, ДСТУ ISO 5508–2001, ДСТУ ISO 5555–2003, ДСТУ ISO 5558:2004, ДСТУ ISO 662:2004, ДСТУ ISO 663–2003, ДСТУ ISO 6885–2002, ДСТУ ISO 6886–2003, ДСТУ ISO 8294:2004, ДСТУ ISO 8534:2004, ДСТУ ISO 9832:2004, ДСТУ ISO 9936:2004, ДСТУ ISO/TS 21098:2009, ДСТУ OIML R 79:2012, ДСТУ OIML R 87:2012 [37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46].

Міжнародні стандарти, які регулюють високу якість та безпечність олій на всіх етапах виробництва та обробки:

ISO (International Organization for Standardization) 22000:2018. Стандарт для систем управління безпечністю харчових продуктів, який включає вимоги до контролю якості олій.

ISO 9001: Стандарт для систем управління якістю, який може бути застосований до виробництва олій.

Codex Alimentarius: Міжнародний стандарт, розроблений FAO та WHO, який включає вимоги до якості та безпечності харчових продуктів, включаючи олії [47]:

- Codex Standard for Named Vegetable Oils (CODEX-STAN 210 - 1999),
- Codex Standard for Olive Oil, Virgin and Refined and for Refined Olive-Pomace Oil (CODEX STAN 33-1981, Rev. 1-1989),
- Codex Standard for Edible Fats and Oils not Covered by Individual Standards (CODEX STAN 19-1981, Rev. 2 - 1999).

НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) : система управління ризиками, пов'язаними з харчовими продуктами через аналіз та контроль біологічних, хімічних та фізичних небезпек від виробництва до споживання [48].

Враховуючи вищевикладене та керуючись наказом МОЗ України від 04.04.2023 № 625 «Про затвердження Порядку встановлення максимально допустимих рівнів залишків пестицидів у / на харчових продуктах і кормах рослинного та тваринного походження» та згідно Закону України «Про

пестициди і агрохімікати», впроваджуються заходи з виконання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, з метою імплементації Регламенту (ЄС) № 396/2005 Європейського парламенту і Ради від 23 лютого 2005 року щодо максимальних залишків пестицидів у / на харчових продуктах і кормах рослинного і тваринного походження, а також використання підходів ЄС щодо контролю якості харчових продуктів, в тому числі рослинної олії [49, 50, 51].

Актуальним є розробка шляхів управління ризиком небезпечного впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні олійних культур.

1.2 Матеріали і методи досліджень

Вирішення поставлених мети та завдань дослідження було здійснено в 3 етапи (табл. 1.2.1). Узагальнена інформація про пестицидні формуляції, їх діючі речовини, особливості застосування наведено в таблицях 1.2.2 та 1.2.3.

Таблиця 1.2.1

Етапи, матеріали і методи досліджень

I етап			
Аналіз результатів натурних досліджень щодо вмісту пестицидів в олійних культурах			
<i>Проаналізовано результати 25 серії натурних досліджень</i>			
Використані методи:	1) математичного моделювання	константи швидкості руйнації (K) періоди напівруйнації (T50) пестицидів у рослина	n= 67
	2) статистичні методи	медіани (середнього значення), похибки медіани (середнього), дисперсія вибірок, нормальність розподілу даних, достовірність розходжень, регресійний аналіз	n= 226
II етап			
Оцінка ризику та прогнозування небезпеки для здоров'я населення при споживанні рослинних олій.			
<i>25 серій розрахунків для 11 препаратів на основі 19 діючих речовин</i>			
Використані методи:	1) розрахунковий метод	Ризик небезпечного впливу пестицидів на населення (P)	n= 25
		ПНВП – інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів	n= 25
	2) статистичні методи	медіани (середнього значення), похибки медіани (середнього), дисперсія вибірок, нормальність розподілу даних, достовірність розходжень	n= 120
III етап			
Обґрунтування шляхів управління ризиком небезпечного впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні олійних культур			
Використані методи:	статистичні методи	медіани (середнього значення), похибки медіани (середнього), дисперсія вибірок, нормальність розподілу даних, достовірність розходжень	n= 372
Виділення критеріїв, які слід враховувати при вирішенні питання моніторингу пестицидів в олії та обґрунтування рекомендацій			

Таблиця 1.2.2

Перелік досліджуваних препаратів, їх діючих речовин та спектр оброблених культур

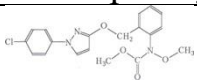
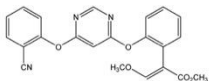
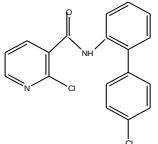
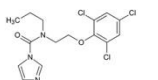
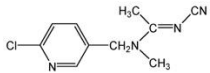
Назва препарату	Діючі речовини, вміст в препаративній формі	Хімічний клас	Культура	Норма витрат
Фунгіциди				
Айболит, КС	епоксиконазол 160 г/л + піраклостробін 100 г/л + боскалід 90 г/л	триазол стробілури карбоксаміди	соняшник	0,5 л/га, двократно
Баррет, КЕ	пропіконазол, 100 г/л+ тебуконазол, 160 г/л + прохлораз, 340 г/л	триазол триазол аміди	соняшнику	1,2 л/га, двократно
Босфан Про, КС	боскалід, 200 г/л + азоксистробін, 300 г/л	карбоксаміди стробілури	соняшнику	0,6 л/га, двократно
Сайпрес 400 ЕС, КЕ	ципроконазол, 150 г/л і дифеноконазол, 250 г/л	триазоли триазоли	соняшник	0,5 л/га, двократно
Інсектициди				
Амісект Дуо, ВГ	ацетаміприд, 250 г/кг + тіаклоприд, 50 г/кг	неонітотиноїди неонітотиноїди	ріпак	0,6 кг/га, двократно
Бомбардир Аква, РК	імідаклоприд, 200 г/л	неонітотиноїди	соняшник, кукурудза	0,3 л/га, однократно
Інзак Зеон 280 ЗС, ФК	лямбда-цигалотрин, 80 г/л + ацетаміприд, 200 г/л	піретроїди неонітотиноїди	ріпак, соняшник	0,2 л/га, двократно
Разит, КС	альфа-циперметрин, 100 г/л + імідаклоприд, 140 г/л + ацетаміприд, 160 г/л	піретроїди неонітотиноїди неонітотиноїди	соняшник	0,25 л/га, двократно
Гербіциди				
Ніколь-Стар, МД	нікосульфурон 40 г/л	сульфонілсечовини	кукурудза	1,25 л/га, однократно
Сутоп, СЕ	S-метолахлор, 468 г/л + тербутилазин, 281 г/л	хлорацетаміди триазини	соняшник	3,0 л/га, однократно
Церіс, ВГ	етаметсульфурон-метил, 750 г/кг	сульфонілсечовини	ріпак	25 г/га, однократно

Таблиця 1.2.3

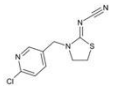
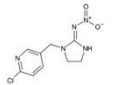
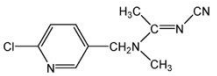
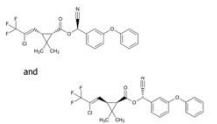
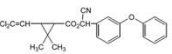
Фізико-хімічні властивості діючих речовин [61]

Діюча речовина	Хімічна назва (IUPAC) [CAS RN]	Структурна формула	Емпірична формула	log P Ко/в	Розчинність у воді, мг/л	Розчинність в органічних розчинниках, г/л
триазоли						
епокси-коназол	(2RS,3SR)-1-[3-(2-хлорфеніл)-2,3-епокси-2-(4-фторфеніл) пропіл]-1H-1,2,4-триазол [135319-73-2]		C ₁₇ H ₁₃ ClF ₁ N ₃ O	3,3	7,1	толуолі – 40000, ацетоні – 140000, етанолі – 28800, етилацетаті – 100000
пропі-коназол	(2RS,4RS;2RS,4SR)-1-[2-(2,4-дихлорфеніл)-4-пропіл-1,3-діоксолан-2-ілметил]-1H-1,2,4-триазол [60207-90-1]		C ₁₅ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₂	3,72	150	н-гетані – 1585, ацетоні, метолахлорі, метанолі, ксилені – розчиняється
тебу-коназол	(RS)-1-п-хлорфеніл-4,4-диметил-3-(1H-1,2,4-триазол-1-ілметил) пентан-3-ол [107534-96-3]		C ₁₆ H ₂₂ ClN ₃ O	3,7	36	дихлорметан – 200000, н-гексан – 80, толуен – 57000, октанол - 96000
ципро-коназол	(2RS,3RS;2RS,3SR)-2-(4-хлорфеніл)-3-циклопропіл-1-(1H-1,2,4-триазол-1-іл)бутан-2-ол [94361-06-5]		C ₁₅ H ₁₈ ClN ₃ O	3,09	93	ацетоні – 360000, етилацетаті – 240000, гексані – 1300, метанолі – 410000
дифено-коназол	3-хлоро-4-((2RS,4RS; 2RS,4SR)-4-метил-2-(1H-1,2,4-триазол-1-ілметил)-1,3-діоксолан-2-іл)феніл 4-хлорфеніловий ефір [119446-68-3]		C ₁₉ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₃	4,36	15	етанолі – 330000, ацетоні – 610000, толуені – 500000, н-гексані – 3400

Продовження табл. 1.2.3

Діюча речовина	Хімічна назва (IUPAC) [CAS RN]	Структурна формула	Емпірична формула	log P Ко/в	Розчинність у воді, мг/л	Розчинність в органічних розчинниках, г/л
стробілурини						
піракло-стробін	метил {2-[1-(4-хлорфеніл)піразол-3-ілоксиметил]феніл} (метокси) карбамат [175013-18-0]		C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃ O ₄	3,99	1,9	н-гептані – 3700, метанолі – 100800, ацетоні – 500000, октанолі – 24200
азокси-стробін	метил (Е)-2-{2-[6-(2-цианофенокси)піримідин-4-ілокси]феніл}-3-метоксиакрилат [131860-33-8]		C ₂₂ H ₁₇ N ₃ O ₅	2,5	6,7	гексані – 57, метанолі – 20000, толуолі – 55000, ацетоні - 86000
аміди, карбоксаміди						
боскалід	2-хлор-N-(4'-хлоробіфеніл-2-іл)нікотинамід [188425-85-6]		C ₁₈ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O	2,96	4,64	толуолі – 22500, метанолі – 45000, ацетоні – 180000, октанолі - 10000
про-хлораз	N-пропіл-N-(2-(2,4,6-трихлорофенокси)етил)-1Н-імідазол-1-карбоксамід [67747-09-5]		C ₁₅ H ₁₆ Cl ₃ N ₃ O ₂	3,5	26,5	етилацетаті, ацетоні, метанолі – 600000, гексані – 7500
неонікотиноїди						
ацета-міприд	(Е)-N1-[(6-хлоро-3-піридил)метил]-N2-циано-N1-метилацетамідин [135410-20-7]		C ₁₀ H ₁₁ ClN ₄	0,8	2950	гексані – 6,54, хлороформі, дихлорметані, ацетоні – 200000

Продовження табл. 1.2.3

Діюча речовина	Хімічна назва (IUPAC) [CAS RN]	Структурна формула	Емпірична формула	log P Ко/в	Розчинність у воді, мг/л	Розчинність в органічних розчинниках, г/л
тіа-клоприд	(Z)-3-(6-хлоро-3-піридилметил)-1,3-тіазолідин-2-іліденацетамід [111988-49-9]		C ₁₀ H ₉ ClN ₄ S	1,26	184	н-гексані – 100, ксилені – 300, ацетоні – 64000, етилацетаті - 9400
іміда-клоприд	(E)-1-(6-хлоро-3-піридилметил)-N-нітроімідазолідін-2-іліденамін [138261-41-3]		C ₉ H ₁₀ ClN ₅ O ₂	0,57	610	дихлорметан – 67000, толуол – 690, н-гесан – 100, пропанол - 2300
ацета-міприд	(E)-N1-[(6-хлоро-3-піридил)метил]-N2-ціано-N1-метилацетамідин [135410-20-7]		C ₁₀ H ₁₁ ClN ₄	0,8	2950	хлороформі, дихлорметані, ацетоні – 200000, гексані – 6,54
піретроїди						
лямбда-цигалотрин	[(R)-ціано-(3-феноксифеніл)метил] (1S,3S)-3-[(Z)-2-хлоро-3,3,3-трифторопроп-1-еніл]-2,2-диметилцикло-пропан-1-карбоксилат [91465-08-6]		C ₂₃ H ₁₉ ClF ₃ NO ₃	5,5	0,005	гексані, толуолі – 500000, метанолі, ацетоні – 250000
альфа-циперметрин	[ціано-(3-феноксифеніл)метил] (1R,3R)-3-(2,2-дихлоро-етеніл)-2,2-диметилцикло-пропан-1-карбоксилат [67375-30-8]		C ₂₂ H ₁₉ Cl ₂ NO ₃	5,8	0,004	толуолі – 596000, метанолі – 21300, етилацетаті – 584000

Продовження табл. 1.2.3

Діюча речовина	Хімічна назва (IUPAC) [CAS RN]	Структурна формула	Емпірична формула	log P Ко/в	Розчинність у воді, мг/л	Розчинність в органічних розчинниках, г/л
сульфонілсечовини						
нікосульфурон	2-[(4,6-диметоксипіримідин-2-ілкарбомойл)сульфамойл]-N,N-диметилнікотинамід [111991-09-4]		C ₁₅ H ₁₈ N ₆ O ₆ S	-2,16	90700	ацетоні – 14900, дихлорметані – 16500, метанолі – 356, етилацетаті - 2230
етаметсульфурон-метил	метил 2-[(4-етокси-6-метиламіно-1,3,5-триазин-2-іл)карбамоїл-сульфамойл] бензоат [97780-06-8]		C ₁₅ H ₁₈ N ₆ O ₆ S	-0,28	223	ацетоні – 764, дихлорметані – 2066, гексані – 3, етилацетаті – 173
хлорацетаміди						
S-метола-хлор	суміш (aRS,1S)-2-хлоро-6'-етил-N-(2-метокси-1-метилетил)ацет-о-толуїдин та 20–0% (aRS,1R)-2-хлоро-6'-етил-N-(2-метокси-1-метилетил) ацет-о-толуїдин [87392-12-9]		C ₁₅ H ₂₂ ClNO ₂	3,05	480	розчиняється в ацетоні, метанолі, толуолі, гексані
триазини						
тербутилазин	N2-терт-бутил-6-хлоро-N4-етил-1,3,5-триазини-2,4-діамін [5915-41-3]		C ₉ H ₁₆ ClN ₅	3,4	6,6	ацетоні – 41000, толуолі – 9800, октанолі – 12000, гексані - 410

Примітка: log P Ко/в – коефіцієнт розподілу в системі н-октанол/вода

Було проведено аналіз результатів натурних досліджень, які виконувались у 2023 р. на базі Інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця (ІГЕ).

Математичне моделювання поведінки досліджуваних пестицидів, рекомендованих для захисту олійних культур з використання рівняння першого порядку, що дозволило розрахувати період напівруйнації (T_{50}) досліджуваних пестицидів [52].

Оцінку ризику проведено за моделлю запропонованою фахівцями ІГЕ [53, 54]. Вибір критеріїв для визначення доцільності моніторингу інсектицидів здійснено з урахуванням рекомендацій вітчизняних та європейських фахівців [55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63].

Статистичну обробку починали з оцінки вибірок на нормальність розподілу даних за критерієм Д'Агостіно-Пірсона (для ряду даних із n більше 30, відповідно) та W Шапіро-Уїлка (для ряду даних із n менше 30, відповідно). Для порівняння вибірок використовували в залежності від нормальності розподілу W - та T -критерій Вілкоксона та t -критерій Ст'юдента (у тому випадку, коли відмічено нормальний розподіл). В процесі статистичного аналізу визначали наступні параметри: медіану (середнє значення), похибку медіани (середнє), дисперсію вибірок, середнє квадратичне відхилення, частку. Рівень статистичної значимості 80% при 0,05. Статистичну обробку результатів проводили з використанням пакету ліцензійних статистичних програм MedStat v.5.2 (Copyright© 2003-2019).

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ПЕСТИЦИДІВ В ОЛІЙНИХ КУЛЬТУРАХ ТА ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

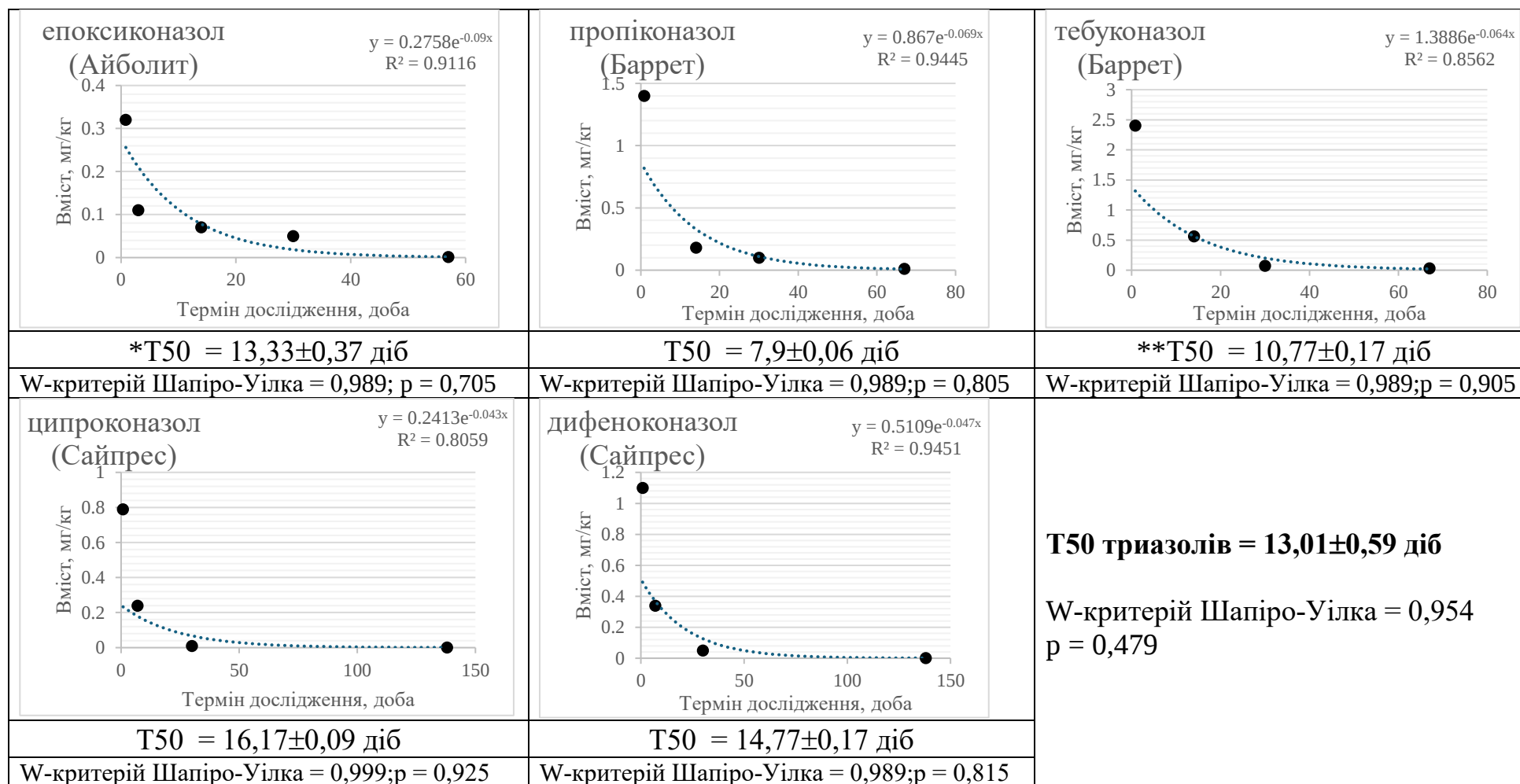
2.1 Аналіз результатів натурних досліджень щодо вмісту пестицидів в олійних культурах

Нами проведено аналіз даних натурних досліджень динаміки вмісту пестицидів різних груп та класів у рослинах олійних культур протягом періоду вегетації на підставі яких виконано математичне моделювання результатів. Проведені обчислення дозволили встановити параметри стійкості пестицидів у вегетуючих сільськогосподарських культурах (період напіврозкладання – T50) (рис. 2.1-2.4).

Дані математичного моделювання показали, що у всіх випадках залишкові кількості досліджуваних фунгіцидів, інсектицидів знижувались протягом вегетаційного періоду та не виявлялись в урожаї олійних культур (рис. 2.1.1-2.1.4).

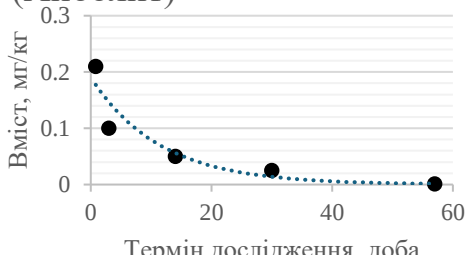
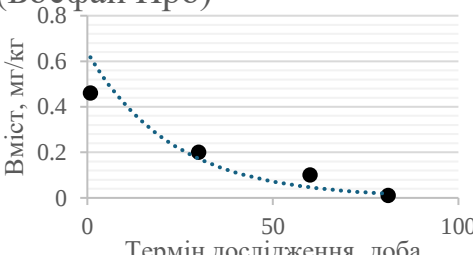
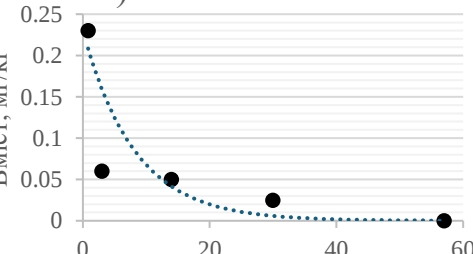
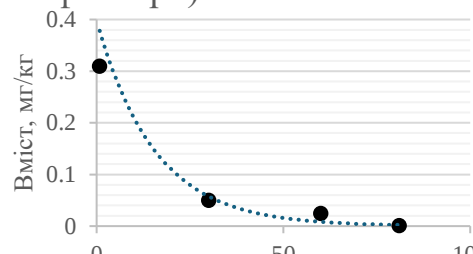
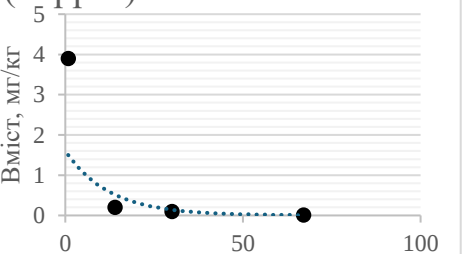
На основі результатів обчислень за критерієм Шапіро-Уїлка, всі наведені вибірки д.р. класу триазолів (епоксиконазолу, пропіконазолу, тебуконазолу, ципроконазолу та дифеноконазолу) відповідають нормальному розподілу ($p > 0,05$). Це означає, що розподіл даних у вибірках можна вважати нормальним. Середні значення T50 епоксиконазолу у вегетуючих олійних культурах склав $13,33 \pm 0,37$ діб, пропіконазолу – $7,9 \pm 0,06$ діб, тебуконазолу – $10,77 \pm 0,17$ діб, ципроконазолу – $16,17 \pm 0,09$ діб та дифеноконазолу – $14,77 \pm 0,17$ діб.

На основі аналізу відмінностей поведінки д.р. класу триазолів у вегетуючих сільськогосподарських культурах за t-критерієм Стюдента, ми можемо зробити висновок про значну відмінність між вибірками епоксиконазолу та пропіконазолу ($p = 0,002$), тебуконазолу та ципроконазолу,



Примітки: 1. * виявлено статистично значущі відмінності у стійкості епоксиконазолу і пропіконазолу (t-критерій Стюдента = 5,42, p = 0,002), тебуконазолу і ципроконазолу (t-критерій Стюдента = -14,68, p = <0,001), ципроконазолу і дифеноконазолу (t-критерій Стюдента = 6,48, p = <0,001), 2. ** - відсутня статистично значуща відмінність у стійкості пропіконазолу і тебуконазолу (t-критерій Стюдента = -0,22, p = 0,83), дифеноконазолу і епоксиконазолу (t-критерій Стюдента = 0,42, p = 0,69).

Рис. 2.1.1 Математичне моделювання поведінки сполук класу триазолів в олійних культурах

піраклостробін (Айболит) $y = 0.1905e^{-0.087x}$ $R^2 = 0.9644$  Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба	азоксистробін (Босфан Про) $y = 0.6401e^{-0.044x}$ $R^2 = 0.867$  Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба	T50 стробілурини = 11,3±1,66 діб W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,821 p = 0,019	
*T50 = 7,9±0,06 діб	T50 = 15,8±1,93 діб		
W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,999, p = 0,993	W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,900, p = 0,423		
боскалід (Айболит) $y = 0.2304e^{-0.122x}$ $R^2 = 0.8976$  Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба	боскалід (Босфан Про) $y = 0.3988e^{-0.065x}$ $R^2 = 0.8921$  Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба	прохлораз (Баррет) $y = 1.6039e^{-0.081x}$ $R^2 = 0.887$  Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба	T50 амідів, карбоксамідів = 9,24±0,38 діб W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,892 p = 0,145
*T50 = 8,17±0,14 діб	T50 = 10,7±0,06 діб	**T50 = 8,5±0,06 діб	
W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,983 p = 0,867	W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,974 p = 0,842	W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,978 p = 0,847	

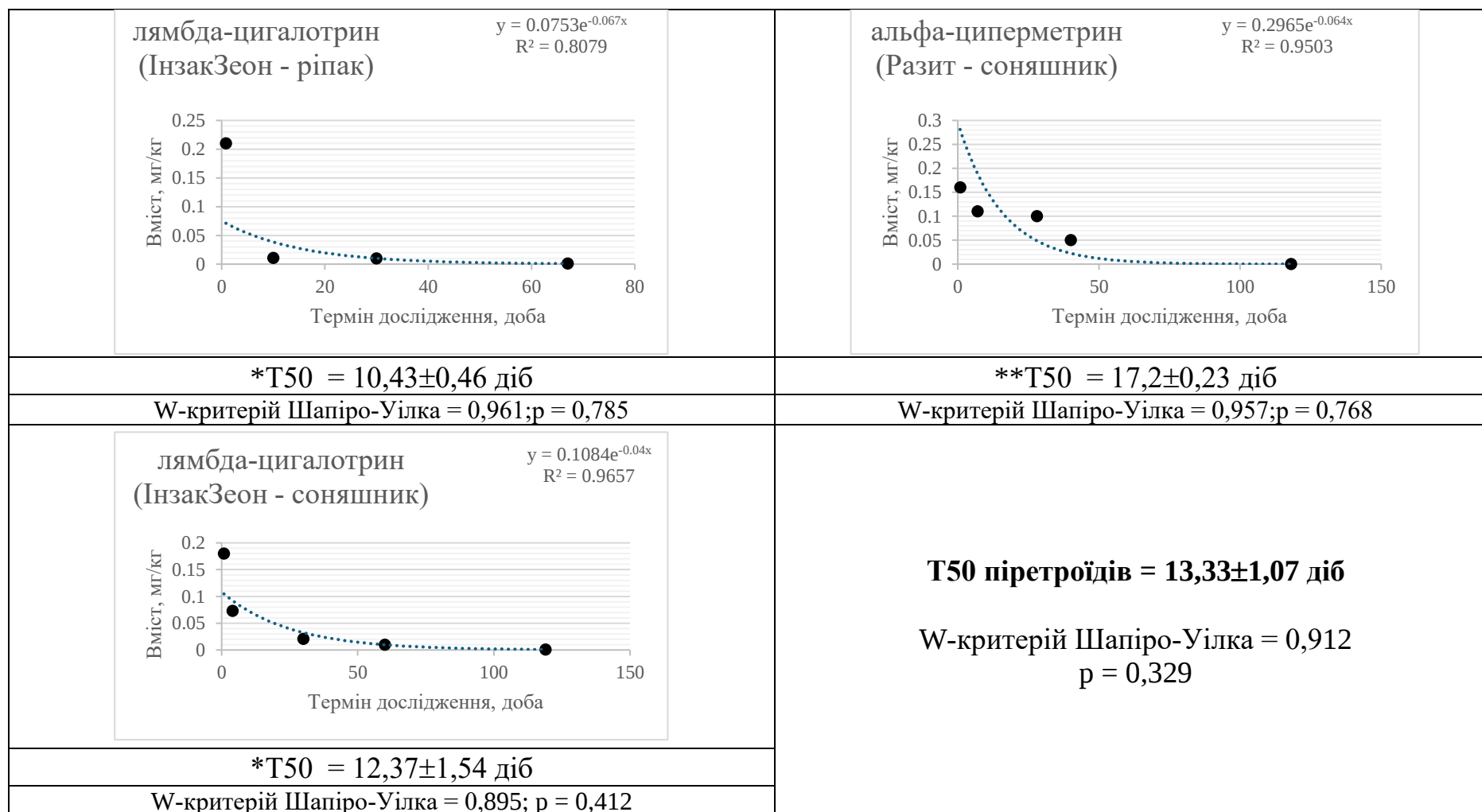
Примітки: 1. * виявлено статистично значущі відмінності у стійкості піраклостробіну і азоксистробіну (t-критерій Ст'юдента = -8,94, p = <0,001), боскаліду при застосуванні препаратів Айболит і БосфанПро (t-критерій Ст'юдента = -24,0, p = <0,001), боскаліду (Айболит) і прохлоразу (t-критерій Ст'юдента = 22,0, p = <0,001), 2. ** - відсутня статистично значуща відмінність у стійкості боскаліду (Босфан Про) і прохлоразу (t-критерій Ст'юдента = -0,37, p = 0,722), дифеноконазолу і епоксиконазолу (t-критерій Ст'юдента = 0,42, p = 0,69).

Рис. 2.1.2 Математичне моделювання поведінки сполук класу стробілуринів, амідів, карбоксамідів в олійних культурах

ацетаміприд (Амісект Дуо- ріпак) $y = 0.542e^{-0.093x}$ $R^2 = 0.9842$ Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба	ацетаміприд $y = 0.1865e^{-0.083x}$ (Інзак Зеон - ріпак) $R^2 = 0.8708$ Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба	ацетаміприд $y = 0.1855e^{-0.078x}$ (Інзак Зеон - соняшник) $R^2 = 0.8649$ Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба	ацетаміприд $y = 0.2796e^{-0.041x}$ (Разит - соняшник) $R^2 = 0.9545$ Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба
*T50 = 7,4±0,058 діб	T50 = 8,3±0,12 діб	T50 = 8,8±0,14 діб	T50 = 16,17±0,29 діб
W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,997; p = 0,960	W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,975; p = 0,885	W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,986; p = 0,934	W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,999; p = 0,998
імідаклоприд $y = 0.3304e^{-0.062x}$ (Бомбардир Аква - кукурудза) $R^2 = 0.9733$ Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба	імідаклоприд $y = 0.5215e^{-0.083x}$ (Бомбардир Аква - соняшник) $R^2 = 0.9916$ Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба	імідаклоприд $y = 0.2602e^{-0.04x}$ (Разит - соняшник) $R^2 = 0.9875$ Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба	тіаклоприд $y = 0.1819e^{-0.1x}$ (Амісект Дуо - ріпак) $R^2 = 0.8656$ Вміст, мг/кг Термін дослідження, доба
**T50 = 10,5±1,07 діб	T50 = 11,03±0,14 діб	T50 = 16,27±1,15 діб	T50 = 11,37±2,17 діб
W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,942; p = 0,780	W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,997; p = 0,960	W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,965; p = 0,895	W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,932; p = 0,767
T50 неонікотинοїдів = 11,02±0,68 діб		W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,953; p = 0,277	

Примітки: 1. * виявлено статистично значущі відмінності у стійкості ацетаміприду при застосуванні препаратів Амісект Дуо і Інзак Зеон (t-критерій Ст'юдента = -5,00, p = 0,007), ацетаміприду при застосуванні препаратів Інзак Зеон і Разит (t-критерій Ст'юдента = -14,72, p < 0,001), 2.** - відсутня статистично значуща відмінність у стійкості імідаклоприду при застосуванні препарату Бомбардир Аква на кукурудзі та соняшнику (t-критерій Ст'юдента = -1,34, p = 0,243), імідаклоприду і тіаклоприду (Разит) (t-критерій Ст'юдента = 0,53, p = 0,623).

Рис. 2.1.3 Математичне моделювання поведінки сполук класу неонікотинοїдів в олійних культурах



Примітки: 1. * виявлено статистично значущі відмінності у стійкості лямбда-цигалотрину при застосуванні препарату Інзак Зеон на ріпаку і соняшнику (t-критерій Стьюдента = -18,56, $p < 0,001$), лямбда-цигалотрину і альфа-циперметрину в соняшнику (t-критерій Стьюдента = 6,12, $p = 0,003$), 2.** - відсутня статистично значуща відмінність у стійкості лямбда-цигалотрину в ріпаку і альфа-циперметрину в соняшнику (t-критерій Стьюдента = -0,70, $p = 0,522$).

Рис. 2.1.4 Математичне моделювання поведінки сполук класу піретроїдів в олійних культурах

ципроконазолу та дифеноконазолу ($p < 0,001$). Проте, вибірки пропіконазолу та тебуконазолу, а також дифеноконазолу та епоксиконазолу не мають значущих відмінностей у своїх середніх значеннях ($p > 0,05$).

На підставі проведеного аналізу визначено середні показники стійкості фунгіцидів класу триазолів (T_{50} триазолів = $13,01 \pm 0,59$ діб).

Наступний етап був присвячений математичному моделюванню поведінки сполук класу стробілуринів, амідів, карбоксамідів в олійних культурах (Рис. 2.1.2). На основі результатів критерію Шапіро-Уїлка, вибірки T_{50} для д.р. класу стробілуринів піраклостробіну та азоксистробіну відповідають нормальному розподілу. Аналогічні результати отримано для д.р. класу амідів, карбоксамідів (боскаліду, прохлоразу).

Визначено величину T_{50} для д.р. класу стробілуринів піраклостробіну на рівні $7,9 \pm 0,06$ діб, азоксистробіну – $15,8 \pm 1,93$ діб, д.р. класу амідів, карбоксамідів боскаліду – $8,17 \pm 0,14$ діб і $10,7 \pm 0,06$ діб, прохлоразу – $8,5 \pm 0,06$ діб. Аналіз достовірності розходжень поведінки сполук класу стробілурини і амідів показав, що за t-критерієм Стюдента виявлено достовірні відмінності між параметрами стійкості боскаліду при застосуванні препаратів БосфанПро і Айболит, а також між показниками стійкості боскаліду (при застосуванні препарату БосфанПро) та прохлоразу ($p = < 0,001$). T_{50} боскаліду (при застосуванні препарату Айболит) та прохлоразу не мають значущих відмінностей у своїх середніх значеннях ($p = 0,69$) (Рис. 2.1.2). Аналіз нормальності розподілу в цілому по вибірці величин стійкості д.р. класу стробілуринів і амідів за W-критерієм Шапіро-Уїлка показав, що вибірка даних відповідає нормальному розподілу ($p > 0,01$).

Проведено також математичне моделювання стійкості інсектицидів класу неонікотиноїдів і піретроїдів, які рекомендовано для захисту олійних культур на етапі їх вегетації.

На основі аналізу результатів обчислення W-критерію Шапіро-Уїлка, всі наведені вибірки стійкості д.р. класу неонікотиноїдів (ацетаміприду, імідаклоприду, тіаклоприду), а також піретроїдів (лямбда-цигалотрину, альфа-

циперметрину) відповідають нормальному розподілу, оскільки $p > 0.05$. Це означає, що розподіл даних у вибірках можна вважати нормальним.

На підставі математичного моделювання поведінки д.р. класу неонікотиноїди було встановлено величини T50 для ацетаміприду на рівні від $7,4 \pm 0,058$ діб до $16,17 \pm 0,29$ діб, імідаклоприду – від $10,5 \pm 1,07$ діб до $16,27 \pm 1,15$ діб, тіаклоприду – $11,37 \pm 2,17$ діб. Порівняльний аналіз поведінки д.р. класу неонікотиноїдів (ацетаміприду, імідаклоприду, тіаклоприду) в олійних культурах за t-критерієм Стюдента показав достовірну відмінність між стійкістю ацетаміприду при застосуванні препаратів Амісект Дуо і Інзак Зеон на ріпаку ($p = 0,007$), а також при застосуванні препаратів Інзак Зеон і Разит на соняшнику ($p < 0,001$). Не виявлено достовірних відмінностей між поведінкою імідаклоприду на різних культурах (кукурудза, соняшник) та тіаклоприду не мають значущих відмінностей у своїх середніх значеннях ($p = 0,243$ та $p = 0,623$, відповідно) (Рис. 2.1.3).

Встановлено величини T50 д.р. класу піретроїдів лямбда-цигалотрину в рослинах олійних культур від $10,43 \pm 0,46$ діб до $12,37 \pm 1,54$ діб, альфа-циперметрину – $17,2 \pm 0,23$ діб. Порівняльний аналіз стійкості досліджуваних д.р. класу піретроїди показав, що за t-критерієм Стюдента достовірні розбіжності між поведінкою лямбда-цигалотрину при застосуванні препарату Інзак Зеон на різних олійних культурах (ріпак, соняшник) ($p < 0,001$), а також між лямбда-цигалотрином та альфа-циперметрином при їх застосуванні на соняшнику ($p = 0,003$). Не встановлено достовірних відмінностей між стійкістю лямбда-цигалотрину (в ріпаку) та альфа-циперметрину (в соняшнику) ($p = 0,522$) (Рис. 2.1.4).

В цілому для класу неонікотиноїдів аналіз параметрів стійкості д.р. в сільськогосподарських культурах на нормальність W-критерій Шапіро-Уїлка $= 0,953$ ($p = 0,277$), для піретроїдів – $0,912$ ($p = 0,329$), що свідчить про нормальний розподіл сукупності даних.

Застосування гербіцидів Ніколь-Стар, МД (д.р. нікосульфурон), Сутон, СЕ (д.р. S-метолахлор, тербутилазин) та Церіс, ВГ (етаметсульфурон-метил) не супроводжувалось надходженнях їх д.р. у рослини олійних культур. У всі терміни дослідження не було виявлено їх залишкові кількості в кукурудзі, соняшнику та ріпаку.

Враховуючи вищевикладене, не представлялось за можливе виконати математичне моделювання стійкості нікосульфурону, S-метолахлору, тербутилазину та етаметсульфурон-метилу в олійних культурах ($T_{50} < 5$ діб).

2.2 Оцінка ризику та прогнозування небезпеки для здоров'я населення при споживанні рослинних олій

Для оцінки потенційного ризику небезпечного впливу пестицидів, рекомендованих для захисту соняшнику, кукурудзи та ріпаку, на населення, як споживачів продукції олійних культур, попередньо було обчислено можливе добове надходження пестициду з продуктами (МДНПП) та допустиме добове надходженням пестициду з продуктами (ДДНПП). Величини ризику визначали шляхом співставлення МДНПП та ДДНПП (табл. 2.2.1-2.2.3).

Проведені обчислення показали, що при застосуванні досліджуваних інсектицидів на основі д.р. класу піретроїдів та неонікотиноїдів для захисту олійних культур величин ризику (P) є допустимими (менше 1). Слід відзначити, що найбільші ризики для людини при споживанні олійних культур виявлено при використанні лямбда-цигалотрину на соняшнику ($3,10 \times 10^{-02}$) та ріпаку ($1,55 \times 10^{-02}$), а найменші величини ризику встановлено при застосуванні інсектицидів на основі імідаклоприду на соняшнику та кукурудзі ($3,87 \times 10^{-04}$) (табл. 2.2.1).

Базуючись на аналіз результатів тесту Шапіро-Уїлка, було встановлено що обидві вибірки величин ризику для неонікотиноїдів (W -критерій Шапіро-Уїлка = 0,876, $p = 0,069$) і піретроїдів (W -критерій Шапіро-Уїлка = 0,791, $p = 0,123$) відповідають нормальному розподілу. В середньому величини P для піретроїдів склали $1,86 \times 10^{-02} \pm 4,97 \times 10^{-04}$, неонікотиноїдів – $2,14 \times 10^{-03} \pm 5,94 \times 10^{-04}$ (табл. 2.2.1).

Встановлено, що величини ризику небезпечного впливу інсектицидів класу піретроїдів достовірно вищі за t -критерієм Стюдента ніж неонікотиноїдів ($t=6,07$; $p=0,001$).

Аналогічний аналіз ризику проведено при застосуванні фунгіцидів класу триазоли, стробілурини, амідів та карбоксамідів та встановлено, що $P < 1$ (допустимий) (табл. 2.2.2).

Таблиця 2.2.1

Оцінка ризику несприятливого впливу досліджуваних інсектицидів при споживанні продукції олійних культур,
вирощених при їх застосуванні

Препарат	Діюча речовина	Культура	ДДД, мг/кг [30, 31]	МДР, мг/кг [30, 31]	Добове споживання продукту	МДНПП, мг/добу	ДДН, мг/добу	ДДНПП, мг/добу	Р
піретроїди									
Разит	альфа-циперметрин	соняшник	0,005	0,1	19,5	0,002	0,3	0,21	$9,29 \times 10^{-03}$
Інзак Зеон	лямбда-цигалотрин	ріпак	0,003	0,1	19,5	0,002	0,18	0,126	$1,55 \times 10^{-02}$
Інзак Зеон	лямбда-цигалотрин	соняшник	0,003	0,2	19,5	0,004	0,18	0,126	$3,10 \times 10^{-02}$
неоніотиноїди									
Амісект Дуо	ацетаміприд	ріпак	0,01	0,05	19,5	0,001	0,6	0,42	$2,32 \times 10^{-03}$
Інзак Зеон	ацетаміприд	ріпак	0,01	0,05	19,5	0,001	0,6	0,42	$2,32 \times 10^{-03}$
Інзак Зеон	ацетаміприд	соняшник	0,01	0,1	19,5	0,002	0,6	0,42	$4,64 \times 10^{-03}$
Разит	ацетаміприд	соняшник	0,01	0,1	19,5	0,002	0,6	0,42	$4,64 \times 10^{-03}$
Бомбардир Аква	імідаклоприд	соняшник	0,06	0,05	19,5	0,001	3,6	2,52	$3,87 \times 10^{-04}$
Разит	імідаклоприд	соняшник	0,06	0,05	19,5	0,001	3,6	2,52	$3,87 \times 10^{-04}$
Бомбардир Аква	імідаклоприд	кукурудза	0,06	0,05	19,5	0,001	3,6	2,52	$3,87 \times 10^{-04}$
Амісект Дуо	тіаклоприд	ріпак	0,006	0,05	19,5	0,001	0,36	0,252	$3,87 \times 10^{-03}$

Примітки (тут і далі): ДДД – допустима добова доза; МДНПП – можливе добове надходження пестициду з продуктами;
ДДН – допустиме добове надходження пестициду; ДДНПП – допустиме добове надходження пестициду з продуктами; Р
– величина ризику.

Таблиця 2.2.2

Оцінка ризику несприятливого впливу досліджуваних фунгіцидів при споживанні продукції олійних культур,
вирощених при їх застосуванні

Препарат	Діюча речовина	Культура	ДДД, мг/кг [30, 31]	МДР, мг/кг [30, 31]	Добове споживання продукту	МДНПП, мг/добу	ДДН, мг/добу	ДДНПП, мг/добу	Р
триазоли									
Айболит	епоксиконазол	соняшник	0,004	0,05	19,5	0,001	0,24	0,168	$5,80 \times 10^{-03}$
Баррет	пропіконазол	соняшник	0,04	0,1	19,5	0,002	2,4	1,68	$1,16 \times 10^{-03}$
Баррет	тебуконазол	соняшник	0,03	0,07	19,5	0,001	1,8	1,26	$1,08 \times 10^{-03}$
Сайпрес	ципроконазол	соняшник	0,002	0,2	19,5	0,004	0,12	0,084	$4,64 \times 10^{-02}$
Сайпрес	дифеноконазол	соняшник	0,002	0,4	19,5	0,008	0,12	0,084	$9,29 \times 10^{-02}$
стробілурини									
Айболит	піраклостробін	соняшник	0,03	0,2	19,5	0,004	1,8	1,26	$3,10 \times 10^{-03}$
БосфанПро	азоксистробін	соняшник	0,03	0,2	19,5	0,004	1,8	1,26	$3,10 \times 10^{-03}$
аміди, карбоксаміди									
Баррет	прохлораз	соняшник	0,001	0,2	19,5	0,004	0,06	0,042	$9,29 \times 10^{-02}$
БосфанПро	боскалід	соняшник	0,04	2,0	19,5	0,039	2,4	1,68	$2,32 \times 10^{-02}$
Айболит	боскалід	соняшник	0,04	2,0	19,5	0,039	2,4	1,68	$2,32 \times 10^{-02}$

Таблиця 2.2.3

Оцінка ризику несприятливого впливу досліджуваних гербіцидів при споживанні продукції олійних культур,
вирощених при їх застосуванні

Препарат	Діюча речовина	Культура	ДДД, мг/кг [30, 31]	МДР, мг/кг [30, 31]	Добове споживання продукту	МДНПП, мг/добу	ДДН, мг/добу	ДДНПП, мг/добу	Р
сульфонілсечовини									
Ніколь- Стар, МД	нікосульфурон	кукурудза	2,0	0,01	19,5	0,000	120	84	$2,32 \times 10^{-06}$
Церіс, ВГ	етамесульфурон- метил	ріпак	0,02	0,01	19,5	0,000	1,2	0,84	$2,32 \times 10^{-04}$
хлорацетаміди									
Сутон, СЕ	S-метолахлор	соняшник	0,01	0,1	19,5	0,002	0,6	0,42	$4,64 \times 10^{-03}$
триазини									
Сутон, СЕ	тербутилазин	соняшник	0,003	0,4	19,5	0,008	0,18	0,126	$6,19 \times 10^{-02}$

Найвищий ризик для людини виявлено при застосуванні фунгіцидів на основі дифеноконазолу і прохлоразу на соняшнику ($P=9,29 \times 10^{-02}$), найменший – при застосуванні фунгіцидів на основі д.р. тебуконазолу для захисту соняшнику ($P=1,08 \times 10^{-03}$) (табл. 2.2.2).

Результати тесту Шапіро-Уїлка показали, що досліджувані вибірки величин ризику для фунгіцидів класу триазолів (W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,861, $p = 0,115$), стробілуринів (W-критерій Шапіро-Уїлка = 1,0, $p = 1,0$) і амідів, карбоксамідів (W-критерій Шапіро-Уїлка = 0,856, $p = 0,330$) відповідають нормальному розподілу.

Середнє значення Р фунгіцидів класу триазолів – $3,73 \times 10^{-02} \pm 1,82 \times 10^{-02}$, стробілуринів – $3,1 \times 10^{-03} \pm 0,0$ (табл. 2.2.2), амідів (в т.ч. карбоксамідів) – $4,64 \times 10^{-02} \pm 1,96 \times 10^{-02}$.

Порівняльний аналіз величин ризику показав відсутність достовірних їх розходжень між триазолами і стробілуринами, а також триазолами і амідами ($p > 0,05$) ($t=1,83$, $p=0,101$ і $t=0,39$, $p=0,705$). Виявлено достовірно відмінності ($p < 0,05$) між величинами ризику стробілуринів і амідів, карбоксамідів ($t=-2,91$, $p=0,034$).

Аналіз величин ризику небезпечного впливу досліджуваних гербіцидів класу сульфонілсечовини, хлорацетаміди і триазини на людину при споживанні олійної продукції, вирощеної при їх застосуванні, показав допустимі величини ($P < 1$) (табл. 2.2.3). Середнє значення Р сульфонілсечовин = $1,17 \times 10^{-04} \pm 1,15 \times 10^{-04}$. Виявлено, що найвищий Р при застосуванні препаратів на основі тербутилазину на посівах соняшнику ($6,19 \times 10^{-02}$), а найнижчий ризик для людини при застосуванні гербіцидів на основі нікосульфурону на кукурудзі ($2,32 \times 10^{-06}$).

Наступний етап нашої роботи був присвячений оцінці ІПНВП (інтегрального показника небезпечності при вживанні продуктів). ІПНВ враховує стійкість пестицидів (Т50), величину ДДД і середнє споживання продукту за добу.

Аналіз результатів математичного моделювання поведінки досліджуваних інсектицидів в олійних вегетуючих культурах показав, що в середньому T_{50} в олійних культурах альфа-циперметрину складав $12,4 \pm 1,6$ доби, лямбда-цигалотрину – $13,8 \pm 1,5$ доби, ацетаміприду – $10,8 \pm 1,1$ доби, імідаклоприду – $12,6 \pm 1,0$ доби, тіаклоприду – $11,4 \pm 2,3$ доби.

Отримані результати були використані при обчисленні ІПНВП (інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів) досліджуваних інсектицидів, фунгіцидів та гербіцидів (табл. 2.2.4, 2.2.5, 2.2.6).

Було встановлено, що діючі речовини класу піретроїди (лямбда-цигалотрин і альфа-циперметрин) належать до 3 класу небезпеки, неонікотинноїди (ацетаміприд, імідаклоприд, тіаклоприд) – до 4 класу небезпеки (табл. 2.2.4). Такі відмінності у класах небезпеки між інсектицидами різних хімічних класів за показником ІПНВП зумовлені тим, що піретроїди є більш токсичними і стійкішими у сільськогосподарських культурах.

Згідно даних, наведених в табл. 2.2.5 виявлено, що сполуки класу триазолів за показником ІПНВП належать до 3 (епоксиконазол, ципроконазол, дифеноконазол) і 4 (пропіконазол, тебуконазол) класу небезпеки, фунгіциди класу стробілуринів (піраклостробін, азоксистробін) – до 4 класу небезпеки, амідів, карбоксамідів – до 3 (прохлораз) і 4 (боскалід) класу небезпеки.

Такі відмінності у класах небезпеки між інсектицидами, фунгіцидами різних хімічних класів за показником ІПНВП зумовлені токсичними властивостями і стійкістю у вегетуючих сільськогосподарських культурах.

Результати оцінки показника ІПНВП досліджуваних гербіцидів класу сульфонілсечовин, хлорацетамідів і триазинів свідчать, що усі сполуки є малонебезпечними (4 клас) (табл. 2.2.6). Отримані результати зумовлені ранніми строками застосування досліджуваної групи пестицидів (рання весіння обробка) і, відповідно, відсутністю залишків в сільськогосподарській продукції.

Таблиця 2.2.4

Оцінка показників небезпечності інсектицидів при вживанні продукції олійних культур, вирощеної при їх застосуванні

Діюча речовина	Препарат	Культура	T ₅₀ (UA), діб (M±m)	Σ T ₅₀ (UA), діб (M±m)	Бали	ДДД, мг/кг [30, 31]	Бали	Середнє споживання продукту, г/добу**	Бали	ІПНВП, Σ балів	Клас небезпеки			
											4 (мало-небезпечні)	3 (помірно небезпечні)	2 (небезпечні)	1 (надзвичайно небезпечні)
											3-5 балів	6-8 балів	9-11 балів	> 11 балів
Піретроїди														
альфа-циперметрин	Разит	соняшник	12,4±1,6	12,4±1,6	2	0,005	3	19,5	1	6	-	+	-	-
лямбда-цигалотрин	Інзак Зеон	ріпак	10,4±0,5	13,8±1,5	2	0,003	3	19,5	1	6	-	+	-	-
	Інзак Зеон	соняшник	17,2±0,2		3	0,003	3	19,5	1	7	-	+	-	-
Неонікотиноїди														
ацетаміприд	Амісект Дуо	ріпак	9,7±2,4	10,8±1,1	2	0,01	2	19,5	1	5	+	-	-	-
	Інзак Зеон	ріпак	8,3±0,1		2	0,01	2	19,5	1	5	+	-	-	-
	Інзак Зеон	соняшник	8,8±0,2		2	0,01	2	19,5	1	5	+	-	-	-
	Разит	соняшник	8,8±0,1		2	0,01	2	19,5	1	5	+	-	-	-
імідаклоприд	Бомбардир Аква	соняшник	10,5±1,1	12,6±1,0	2	0,06	1	19,5	1	4	+	-	-	-
	Разит	соняшник	16,3±1,2		3	0,06	1	19,5	1	5	+	-	-	-
	Бомбардир Аква	кукурудза	11,0±0,2		2	0,06	1	19,5	1	4	+	-	-	-
тіаклоприд	Амісект Дуо	ріпак	11,4±2,3	11,4±2,3	2	0,006	2	19,5	1	5	+	-	-	-

Примітки (тут і далі): 1. T₅₀ (UA) – середні значення стійкості пестицидів в ґрунтово-кліматичних умовах України (власні дослідження); 2. T₅₀ (EU) – дані літератури стійкості пестицидів в країнах ЄС та інших країнах світу; 3. M – середнє значення, 4. m – похибка середнього арифметичного; 5. ІПНВП – інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів; 6. «**» - споживання вказано по олій, крупам.

Таблиця 2.2.5

Оцінка показників небезпечності фунгіцидів при вживанні продукції олійних культур (соняшнику), вирощеної при їх застосуванні

Діюча речовина	Препарат	T ₅₀ (UA), діб (M±m)	Бали	ДДД, мг/кг [30, 31]	Бали	Середнє споживання продукту, г/добу**	Бали	ІНВП, Σ балів	Клас небезпеки			
									4 (мало- небезпечні)	3 (помірно небезпечні)	2 (небезпечні)	1 (надзвичайно небезпечні)
									3-5 балів	6-8 балів	9-11 балів	> 11 балів
Триазоли												
епоксиконазол	Айболит	13,33±0,75	2	0,004	3	19,5	1	6	-	+	-	-
пропіконазол	Баррет	10,0±0,3	2	0,04	1	19,5	1	4	+	-	-	-
тебуконазол	Баррет	10,77±0,24	2	0,03	1	19,5	1	4	+	-	-	-
ципроконазол	Сайпрес	16,17±0,15	3	0,002	3	19,5	1	7	-	+	-	-
дифеноконазол	Сайпрес	14,77±0,24	3	0,002	3	19,5	1	7	-	+	-	-
Стробілурини												
піраклостробін	Айболит	7,9±0,06	2	0,03	1	19,5	1	4	+	-	-	-
азоксистробін	БосфанПро	15,8±1,93	3	0,03	1	19,5	1	5	+	-	-	-
Аміди, карбоксаміди												
боскалід	Айболит	8,17±0,14	2	0,04	1	19,5	1	4	+	-	-	-
	БосфанПро	10,7±0,06	2	0,04	1	19,5	1	4	+	-	-	-
прохлораз	Баррет	8,5±0,06	2	0,001	4	19,5	1	7	-	+	-	-

Таблиця 2.2.6

Оцінка показників небезпечності гербіцидів при вживанні продукції олійних культур, вирощеної при їх застосуванні

Діюча речовина	Препарат	Культура	T ₅₀ (UA), діб (M±m)	Бали	ДДД, мг/кг [30, 31]	Бали	Середнє споживання продукту, г/добу**	Бали	ІПНВП, Σ балів	Клас небезпеки			
										4 (мало- небезпечні)	3 (помірно небезпечні)	2 (небезпечні)	1 (надзвичайно небезпечні)
										3-5 балів	6-8 балів	9-11 балів	> 11 балів
сульфонілсечовини													
нікосульфурон	Ніколь-Стар, МД	кукурудза	<5	1	2,0	1	19,5	1	3	+	-	-	-
етаметсульфуро н-метил	Церіс, ВГ	ріпак	<5	1	0,02	2	19,5	1	4	+	-	-	-
хлорацетаміди													
S-метолахлор	Сутон, СЕ	соняшник	<5	1	0,01	2	19,5	1	4	+	-	-	-
триазини													
тербутилазин	Сутон, СЕ	соняшник	<5	1	0,003	3	19,5	1	5	+	-	-	-

Висновки до розділу 2

1. Встановлено на підставі математичного моделювання стійкість (T50) фунгіцидів класу триазолів у вегетуючих олійних культурах на рівні $13,01 \pm 0,59$ діб (W-критерій Шапіро-Уїлка (W) = 0,954, p = 0,479), стробілуринів – $11,3 \pm 1,66$ діб (W = 0,821, p = 0,019), амідів, карбоксамідів – $9,24 \pm 0,38$ діб (W = 0,892, p = 0,145); інсектицидів класу неонікотиноїдів – $11,02 \pm 0,68$ діб (W = 0,953; p = 0,277), піретроїдів – $13,33 \pm 1,07$ діб (W = 0,912, p = 0,329).

2. Визначено, що при застосуванні досліджуваних інсектицидів (піретроїдів, неонікотиноїдів), фунгіцидів (триазоли, стробілурини, амідиди та карбоксамідиди) та гербіцидів (сульфонілсечовини, хлорацетамідиди і триазини) для захисту олійних культур величин ризику (P) є допустимими (менше 1).

3. Виявлено, що найвищий P при використанні інсектицидів на основі лямбда-цигалотрину на соняшнику ($P=3,10 \times 10^{-02}$) та ріпаку ($P=1,55 \times 10^{-02}$), а найменші величини ризику встановлено при застосуванні інсектицидів на основі імідаклоприду на соняшнику та кукурудзі ($P=3,87 \times 10^{-04}$); при застосуванні фунгіцидів на основі дифеноконазолу і прохлоразу на соняшнику ($P=9,29 \times 10^{-02}$), найменший – при застосуванні фунгіцидів на основі д.р. тебуконазолу для захисту соняшнику ($P=1,08 \times 10^{-03}$); при застосуванні гербіцидів на основі тербутилазину на посівах соняшнику ($P=6,19 \times 10^{-02}$), а найнижчий ризик для людини при застосуванні гербіцидів на основі нікосульфурону на кукурудзі ($P=2,32 \times 10^{-06}$).

4. Розраховано інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів (ІПНВ) та встановлено, що інсектициди класу піретроїдів (альфа-циперметрин, лямбда-цигалотрин), фунгіциди класу триазоли (епоксиконазол, ципроконазол, дифеноконазол), амідів (прохлораз) є помірно небезпечними (3 клас безпеки), інсектициди класу неонікотиноїди (ацетаміприд, імідаклоприд, тіаклоприд), фунгіциди класу триазоли (пропіконазол,

тебуконазол), стробілуринів (піраклостробін, азоксистробін), карбоксамідів (боскалід), гербіцидів класу сульфонілсечовини (нікосульфурон, етаметсульфурон-метил), хлорацетаміди (S-метолахлор) і триазини (тербутилазин) – мало небезпечними (4 клас небезпеки).

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Застосування пестицидів для вирощування сільськогосподарських культур є пріоритетним напрямком збереження і підвищення врожаїв. Згідно з даними наведеними в Державному реєстрі пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [14] за останні 5 років було зареєстровано 2797 пестицидних формуляцій. З них, 325 інсектицидів, в т.ч. 207 для захисту олійних культур (63,7 % від загальної кількості інсектицидів), 916 гербіцидів, в т.ч. 508 на олійних культурах (55,5 %), 498 фунгіцидів, в т.ч. 269 на олійних культурах (54,0 %) (рис. 3.1, 3.2).



Рис. 3.1 Асортимент пестицидів, дозволених до застосування на території України станом на 2024 р.



Рис. 3.2 Асортимент пестицидів, дозволених до застосування на олійних культурах на території України станом на 2024 р.

Застосування пестицидів може спричинити їх накопичення в сільськогосподарській продукції, споживання якої є фактором ризику виникнення захворювання хімічної етіології у населення. Патологічні стани, зумовлені дією пестицидів, внаслідок споживання контамінованих харчових продуктів, можуть носити гострий і хронічний характер (гострі і хронічні отруєння, ураження внутрішніх органів, ендокринні порушення, онкологічна патологія) [5, 6, 7].

Серед шляхів управління ризиком небезпечного впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні харчових продуктів, тому числі олійних культур виділяють запровадження моніторингових програм щодо контролю залишків пестицидів.

Враховуючи вищевикладене робота була виконана в 3 етапи (рис. 3.3)

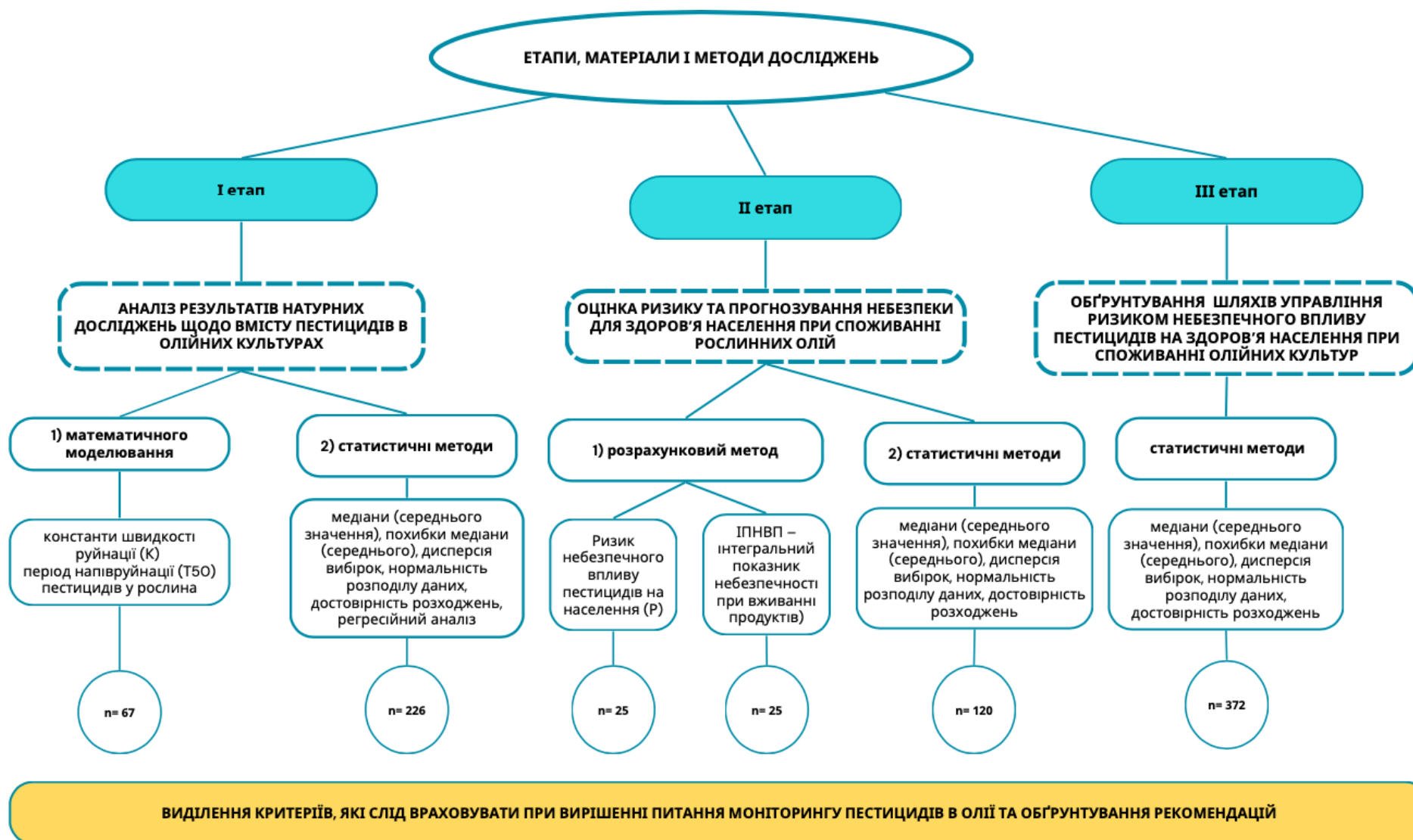


Рис. 3.3 Етапи, матеріали та методи досліджень

I етап – Аналіз результатів натурних досліджень щодо вмісту пестицидів в олійних культурах.

II етап – Оцінка ризику та прогнозування небезпеки для здоров'я населення при споживанні рослинних олій.

III етап – Обґрунтування шляхів управління ризиком небезпечного впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні олійних культур.

Перший етап був присвячений аналізу залишків пестицидів в олійних культурах з подальшим математичним моделюванням їх поведінки в досліджуваних культурах. Результати математичного моделювання поведінки досліджуваних груп і класів пестицидів дозволили встановити їх стійкість (T50). Так, T50 фунгіцидів класу триазолів у вегетуючих олійних культурах визначено на рівні $13,01 \pm 0,59$ діб (W-критерій Шапіро-Уїлка (W) = 0,954, p = 0,479), стробілуринів – $11,3 \pm 1,66$ діб (W = 0,821, p = 0,019), амідів, карбоксамідів – $9,24 \pm 0,38$ діб (W = 0,892, p = 0,145); інсектицидів класу неонікотиноїдів – $11,02 \pm 0,68$ діб (W = 0,953; p = 0,277), піретроїдів – $13,33 \pm 1,07$ діб (W = 0,912, p = 0,329). За стійкістю у вегетуючих культурах усі досліджувані фунгіциди і інсектициди віднесено нами до III класу небезпечності згідно з ДСП 8.8.1.2.002-98.

Враховуючи що, досліджувані гербіциди не були виявлені у вегетуючих рослинах не можливо було виконати математичне моделювання стійкості нікосульфурону, S-метолахлору, тербутилазину та етаметсульфурон-метилу в олійних культурах і, відповідно їх T50 <5 діб. За стійкістю у рослинах усі досліджувані гербіциди віднесено нами до IV класу небезпечності відповідно до ДСП 8.8.1.2.002-98.

Отримані нами результати математичного моделювання стійкості у вегетуючих сільськогосподарських культурах д.р. різних груп та класів порівнювали з даними, отриманими в країнах ЄС (табл. 3.2, 3.3).

Згідно аналізу проведеного з використанням тесту Манна-Уїтні T50 ацетаміприду в рослинах ґрунтово-кліматичних умовах України статистично не відрізняються від поведінки в країнах ЄС ($p > 0,05$).

Для імідаклоприду і тіаклоприду значення $p < 0,05$, тому ми відкидаємо нульову гіпотезу про відсутність значущих відмінностей між вибірками T50 власні дослідження та в країнах ЄС. Отже, є статистично значущі відмінності між поведінкою речовини в Україні та країнах ЄС (за t-критерієм).

Враховуючи дані аналізу поведінки досліджуваних преторіїв встановлено відсутність достовірних розходжень T50 для лямбда-цигалотрину і альфа-циперметрину ($p < 0,05$) між результатами власних досліджень та країн ЄС (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Порівняльний аналіз стійкості досліджуваних інсектицидів у вегетуючих сільськогосподарських культурах

Діюча речовина	T50 (UA), діб (M±m)	T50 (EU), діб (M±m)	Критерій U / t	P*	Клас небезпечності UA/ EU згідно з ДСП 8.8.1.2.002-98
піретроїди					
альфа- циперметрин	12,4±1,6	6,7±2,0	/2,052	0,091	III/III
лямбда- цигалотрин	13,8±1,5	22,9±1,4	22/	0,338	III/II
M±m	12,73±1,22	9,55±2,09	15/	0,158	III/III
неонікотиніоїди					
ацетаміприд	10,8±1,1	8,7±3,2	50/	0,115	III/III
імідаклоприд	12,6±1,0	5,2±2,4	/2,745	0,015	III/III
тіаклоприд	11,4±2,3	5,8±1,8	/2,745	0,036	III/III
M±m	9,67±0,61	9,93±1,09	/-0,748	0,456	III/III

Примітки: * - розбіжності між значеннями T50 в Україні та ЄС не статистично значущі ($p > 0,05$) за критерієм Вілкоксона-Манна-Уїтні (U) / Стьюдента (t).

Згідно аналізу на нормальність розподілу вибірок досліджуваних параметрів стійкості піретроїдів та неонікотиноїдів за результатами власних досліджень та в країнах ЄС показано, що для інсектицидів класу піретроїди розподіл в обох регіонах є нормальним ($p > 0,05$), для неонікотиноїдів не є нормальним в ЄС ($p < 0,05$). Для оцінки достовірності розходжень використовували критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні для неонікотиноїдів, t-критерій для піретроїдів. Не виявлено достовірних розходжень стійкості досліджуваних інсектицидних д.р. в ґрунтово-кліматичних умовах України та країнах ЄС ($p > 0,05$) (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Порівняльний аналіз стійкості досліджуваних фунгіцидів у вегетуючих сільськогосподарських культурах

Діюча речовина	T50(UA), діб ($M \pm m$)	T50 (EU), діб ($M \pm m$)*	Критерій U / t	p*	Клас небезпечності згідно з ДСП 8.8.1.2.002-98
Триазоли					
епоксиконазол	13,33 $\pm$ 0,75	13,80 $\pm$ 9,73 ¹	/0,014	0,989	III/III
пропіконазол	10,0 $\pm$ 0,3	7,36 $\pm$ 5,39	8,0/	0,514	III/III
тебуконазол	10,77 $\pm$ 0,24	15,54 $\pm$ 25,8	2,0/	0,086	III/II
ципроконазол	16,17 $\pm$ 0,15	11,97 $\pm$ 5,67	/0,518	0,626	II/III
дифеноконазол	14,77 $\pm$ 0,24	8,48 $\pm$ 6,57	5,0/	0,272	III/III
$M \pm m$	12,77 $\pm$ 2,52	10,35 $\pm$ 12,29	134,0/	0,0276	III/III
Стробілурини					
піраклостробін	7,9 $\pm$ 0,10	7,08 $\pm$ 7,59	5,0/	0,1806	III/III
азоксистробін	15,8 $\pm$ 1,93	8,05 $\pm$ 6,69	3,0/	0,0637	II/III
$M \pm m$	11,30 $\pm$ 3,75	8,62 $\pm$ 3,75	13,0/	0,1261	III/III
Аміди					
боскалід	9,43 $\pm$ 1,35	7,30 $\pm$ 5,64	11,0/	0,4122	III/III
прохлораз	8,50 $\pm$ 0,10	7,47 $\pm$ 5,76	4,0/	0,2405	III/III
$M \pm m$	9,47 $\pm$ 1,19	7,40 $\pm$ 5,54	19,0/	0,1090	III/III

Примітки: * - розбіжності між значеннями T50 в Україні та ЄС не статистично значущі ($p > 0,05$) за критерієм Вілкоксона-Манна-Уїтні (U) / Стьюдента (t).

Попередньо оцінювали нормальність розподілу вибірки T50 фунгіцидів різних класів за допомогою тесту Шапіро-Вілکا. Встановлено, що розподіл даних T50 триазолів епоксиконазолу і ципроконазолу в обох регіонах є нормальним ($p > 0,05$), для пропіконазолу, тебуконазолу і дифеноконазолу не є нормальним в ЄС ($p < 0,05$), але є нормальним в Україні ($p > 0,05$). На основі результатів перевірки нормальності розподілу T₅₀ епоксиконазолу та ципроконазолу для порівняння використовувати t-тест для незалежних вибірок. При оцінці розбіжностей T50 для пропіконазолу, тебуконазолу та дифеноконазолу використовували критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні (табл. 3.4). У всіх випадках значення $p > 0,05$, що свідчить про те, що розбіжності між значеннями T50 досліджуваних триазолів в Україні та ЄС не є статистично значущими.

При аналізі вибірок T50 стробілуринів (табл. 3.4) встановлено, що для піраклостробіну і азоксистробіну в Україні дані мають нормальний розподіл, а в ЄС – не є нормальним. Для оцінки достовірності розходжень використовували критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні. Як і для триазолів, для стробілуринів не виявлено достовірних розходжень стійкості д.р. в ґрунтово-кліматичних умовах України та країнах ЄС ($p > 0,05$).

Аналіз вибірок T50 амідів показав, що розподіл даних для боскаліду і прохлораз нормальний в Україні, але не є нормальним в ЄС. Для Боскаліду значення $p = 0,4122$ свідчить про те, що розходження між значеннями в Україні та ЄС не є статистично значущими. Для Прохлоразу значення $p = 0,2405$ свідчить про те, що розходження між значеннями в Україні та ЄС не є статистично значущими.

В цілому проведено оцінку стійкості фунгіцидів по класам (табл. 3.4). Для триазолів і стробілуринів у Україні розподіл даних нормальний, але в ЄС розподіл не є нормальним. Для триазолів значення $p = 0,0276$, що менше за 0,05, свідчить про те, що розходження між значеннями в Україні та ЄС є

статистично значущими. Для стробілуринів значення $p=0,1261$, що більше за $0,05$, свідчить про те, що розходження не є статистично значущими. Значення $p=0,1090$ для амідів свідчить про те, що розходження між значеннями амідів в Україні та ЄС не є статистично значущими.

Для оцінки достовірності розходжень між трьома класами діючих речовин: триазолами, стробілуринами та амідами використали тест Краскала-Уолліса та встановлено, що є статистично значущі розходження між трьома класами (триазоли, стробілурини та амід) ($p=0,0173$).

Для визначення відмінностей, між якими саме парами класів є значущі розходження, проведено парні порівняння за допомогою критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні. Виявлено, що T50 у вегетуючих рослинах триазолів достовірно вищі ніж стробілуринів за критерієм Вілкоксона-Манна-Уїтні ($p=0,0177$). Не виявлено достовірних відмінностей між поведінкою триазолів і амідів у рослинах за критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні ($p=0,0901$). При порівнянні стійкості фунгіцидів класу амідів і стробілурини виявлено достовірні розбіжності ($p=0,0211$) (табл. 3.4).

Визначено, що при застосуванні досліджуваних інсектицидів (піретроїдів, неонікотиноїдів), фунгіцидів (триазоли, стробілурини, амідів та карбоксамідів) та гербіцидів (сульфонілсечовини, хлорацетамідів і триазини) для захисту олійних культур величин ризику (P) є допустимими (менше 1).

Виявлено, що найвищий P при використанні інсектицидів на основі лямбда-цигалотрину на соняшнику ($P=3,10 \times 10^{-02}$) та ріпаку ($P=1,55 \times 10^{-02}$), а найменші величини ризику встановлено при застосуванні інсектицидів на основі імідаклоприду на соняшнику та кукурудзі ($P=3,87 \times 10^{-04}$); при застосуванні фунгіцидів на основі дифеноконазолу і прохлоразу на соняшнику ($P=9,29 \times 10^{-02}$), найменший – при застосуванні фунгіцидів на основі д.р. тебуконазолу для захисту соняшнику ($P=1,08 \times 10^{-03}$); при застосуванні гербіцидів на основі тербутилазину на посівах соняшнику ($P=6,19 \times 10^{-02}$), а

найнижчий ризик для людини при застосуванні гербіцидів на основі нікосульфурону на кукурудзі ($P=2,32 \times 10^{-06}$).

Порівняльна оцінка величин ризику для людини при використанні пестицидів для захисту олійних культур за результатами власних досліджень і даними літератури показали, що у всіх випадках ризик є допустимим (менше 1) [64, 65].

Розраховано інтегральний показник небезпечності при вживанні продуктів (ІПНВ) та встановлено, що інсектициди класу піретроїдів (альфа-циперметрин, лямбда-цигалотрин), фунгіциди класу триазолі (епоксиконазол, ципроконазол, дифеноконазол), амідів (прохлораз) є помірно небезпечними (3 клас безпеки), інсектициди класу неонікотинноїди (ацетаміприд, імідаклоприд, тіаклоприд), фунгіциди класу триазолі (пропіконазол, тебуконазол), стробілуринів (піраклостробін, азоксистробін), карбоксамідів (боскалід), гербіцидів класу сульфонілсечовини (нікосульфурон, етаметсульфурон-метил), хлорацетаміди (S-метолахлор) і триазини (тербутилазин) – мало небезпечними (4 клас безпеки).

Порівняльна оцінка ІПНВХП, отриманими за результатами власних досліджень і даними літератури показала, що при застосуванні пестицидів на сої більшість пестицидів належали до 4 класу (малонебезпечні), за винятком абамектину, лямбда-цигалотрину і дифеноконазолу, які було віднесено до помірно небезпечних сполук (3 клас) [66].

Іншими авторами було встановлено, що при застосуванні пестицидів, в промислових умовах та приватних господарствах, для захисту яблуневих садів та виноградників за інтегральним показником небезпечності при споживанні продуктів досліджуваних інсектициди, фунгіциди, гербіциди, регулятори росту рослин належали до 3-4 класу небезпечності [64].

На думку фахівців, важливо здійснювати моніторинг на всіх етапах виробництва олій, включаючи вирощування, збирання, переробку та її зберігання, щоб гарантувати якість та безпеку харчових рослинних олій [11]. Згідно рекомендацій вітчизняних та європейських фахівців при вирішенні

питання необхідності проведення моніторингових досліджень слід враховувати токсичність пестицидів (величина ДДД, клас небезпечності згідно ДСП 8.8.1.2.002-98), фізико-хімічні властивості, стійкість в об'єктах довкілля та сільськогосподарській сировині [55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63]. При вирішенні питання оцінки небезпечності і необхідності моніторингу досліджуваних інсектицидів в продукції олійних культур, на нашу думку, серед фізико-хімічних властивостей важливо враховувати ліпофільність пестицидів (коефіцієнт розподілу в системі октанол-вода ($\log P_{\text{Ков}}$), а також фактор переробки.

Враховуючи викладене, нами було удосконалено вимоги до вибору критеріїв, які слід враховувати при вирішенні питання моніторингу саме в олійних культурах (табл. 3.3) та визначено необхідність виконання моніторингу досліджуваних фунгіцидів та інсектицидів в досліджуваних культурах (табл. 3.4-3.7).

Таблиця 3.4

Критерії необхідності проведення моніторингу пестицидів в олійних культурах

Оцінка в балах залежно від значення показника								Σ балів	Доцільність моніторингу
Кількість балів	розчинність у воді, мг/л [61]	$\log P_{\text{Ков}}$ [61]	РФ (олія) [19, 20]	ДДД, мг/кг [30, 31]	T_{50} в культурі, діб	Р	ІПНВ ХП, бали		
1	>10000	<1	<0,25	>0,02	<5	≤ 1	3-5	7-11	не обов'язково
2	100-10000	1-2	0,25-0,75	0,0051-0,02	5-14	>1	6-8	12-16	бажано
3	1-100	2-3	0,5-1,0	0,0021-0,005	15-30	-	9-11	17-21	обов'язково
4	<1	>3	>1,0	$\leq 0,002$	>30	-	>11	22-26	посилений контроль

Аналіз результатів оцінки критеріїв, які слід враховувати при визначенні необхідності виконання моніторингових досліджень інсектицидів в олійних

культурах показав, що обов'язковому контролю і моніторингу підлягають діючі речовини класу піретроїди (лямбда-цигалотрин, альфа-циперметрин) (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Аналіз критеріїв необхідності проведення моніторингу інсектицидів в олійних культурах

Діюча речовина	Оцінка в балах залежно від значення показника								Доцільність моніторингу
	розчинність у воді, мг/л	logP Ков	PF (олія)	ДДД, мг/кг	T ₅₀ в культурі, діб	P	ІПНВ ХП, бали	Σ балів	
піретроїди									
лямбда-цигалотрин	4	4	3	3	2	1	2	19	обов'язково
альфа-циперметрин	4	4	2	3	2	1	2	18	обов'язково
неонікотиноїди									
ацетаміприд	2	1	1	2	2	1	1	10	не обов'язково
імідаклоприд	2	1	1	1	2	1	1	9	не обов'язково
тіаклоприд	2	2	1	2	2	1	1	11	не обов'язково

Аналіз результатів оцінки критеріїв, які слід враховувати при визначенні необхідності виконання моніторингових досліджень фунгіцидів в олійних культурах показав, що бажано проводити контроль за вмістом сполук класу триазолів (пропіконазол, тебуконазол), стробілуринів (піраклостробін, азоксистробін), амідів (боскалід) та обов'язковому контролю підлягають фунгіциди класу триазолів (епоксиконазол, ципроконазол, дифеноконазол) і карбоксамідів (прохлораз) (табл. 3.6).

Аналіз результатів оцінки критеріїв, які слід враховувати при визначенні необхідності виконання моніторингових досліджень гербіцидів в олійних культурах показав, що бажано проводити контроль за вмістом хлорацетаніліду S-метолахлору, обов'язковому контролю підлягає гербіцид класу триазини (тербутилазин) (табл. 3.7).

Таблиця 3.6

**Аналіз критеріїв необхідності проведення моніторингу фунгіцидів в
олійних культурах**

Діюча речовина	Оцінка в балах залежно від значення показника								Доцільність моніторингу
	розчинність у воді, мг/л	logP Ков	PF (олія)	ДДД, мг/кг	T ₅₀ в культурі, діб	P	ІПНВ ХП, бали	Σ балів	
Триазоли									
епоксиконазол	3	4	4	3	2	1	2	19	обов'язково
пропіконазол	3	4	4	1	2	1	1	16	бажано
тебуконазол	3	4	4	1	2	1	1	16	бажано
ципроконазол	3	4	4	4	3	1	2	21	обов'язково
дифеноконазол	3	4	4	4	2	1	2	20	обов'язково
Стробілурини									
піраклостробін	3	3	4	1	2	1	1	15	бажано
азоксистробін	3	4	4	1	2	1	1	16	бажано
Аміди, карбоксаміди									
боскалід	3	3	2	3	2	1	1	15	бажано
прохлораз	3	4	4	4	2	1	2	20	обов'язково

Таблиця 3.7

**Аналіз критеріїв необхідності проведення моніторингу гербіцидів в
олійних культурах**

Діюча речовина	Оцінка в балах залежно від значення показника								Доцільність моніторингу
	розчин-ність у воді, мг/л	logP Ков	PF (олія)	ДДД, мг/кг	T ₅₀ в культурі, діб	P	ІПНВ ХП, бали	Σ балів	
сульфонілсечовини									
нікосульфурон	1	3	3	1	1	1	1	11	не обов'язково
етамесульфуро н-метил	2	1	1	2	1	1	1	9	не обов'язково
хлорацетаміди									
S-метолахлор	2	4	4	2	1	1	1	15	бажано
триазини									
тербутилазин	3	4	4	3	1	1	1	17	обов'язково

Для збереження здоров'я населення при споживанні олійних культур, вирощених при застосуванні хімічних засобів захисту рослин необхідно дотримуватись заходів безпеки було запропоновано шляхи управління ризиком для населення (рис. 3.4). шляхи управління ризиком небезпечного впливу пестицидів передбачають:

1. Моніторинг та контроль:

Регулярний моніторинг рівнів пестицидів у олійних культурах.

Встановлення максимально допустимих рівнів (МДР) пестицидів у продуктах харчування.

Використання сучасних методів аналізу для виявлення залишків пестицидів.

2. Регулювання та законодавство:

Впровадження та дотримання медико-санітарних нормативів щодо використання пестицидів.

Заборона використання небезпечних та заборонених пестицидів.

Регулярне оновлення списку дозволених пестицидів на основі нових наукових даних.

3. Санітарна освіта та інформування:

Проведення освітніх програм для фермерів щодо безпечного використання пестицидів.

Інформування населення про ризики, пов'язані з пестицидами, та способи їх мінімізації.

Поширення інформації про альтернативні методи боротьби зі шкідниками (біологічні методи, інтегрована боротьба зі шкідниками).

4. Альтернативні методи:

Використання біологічних методів боротьби зі шкідниками (корисні комахи, мікроорганізми).

Впровадження інтегрованої боротьби зі шкідниками (поєднання хімічних, біологічних та агротехнічних методів).

Розробка та впровадження нових, менш токсичних пестицидів.

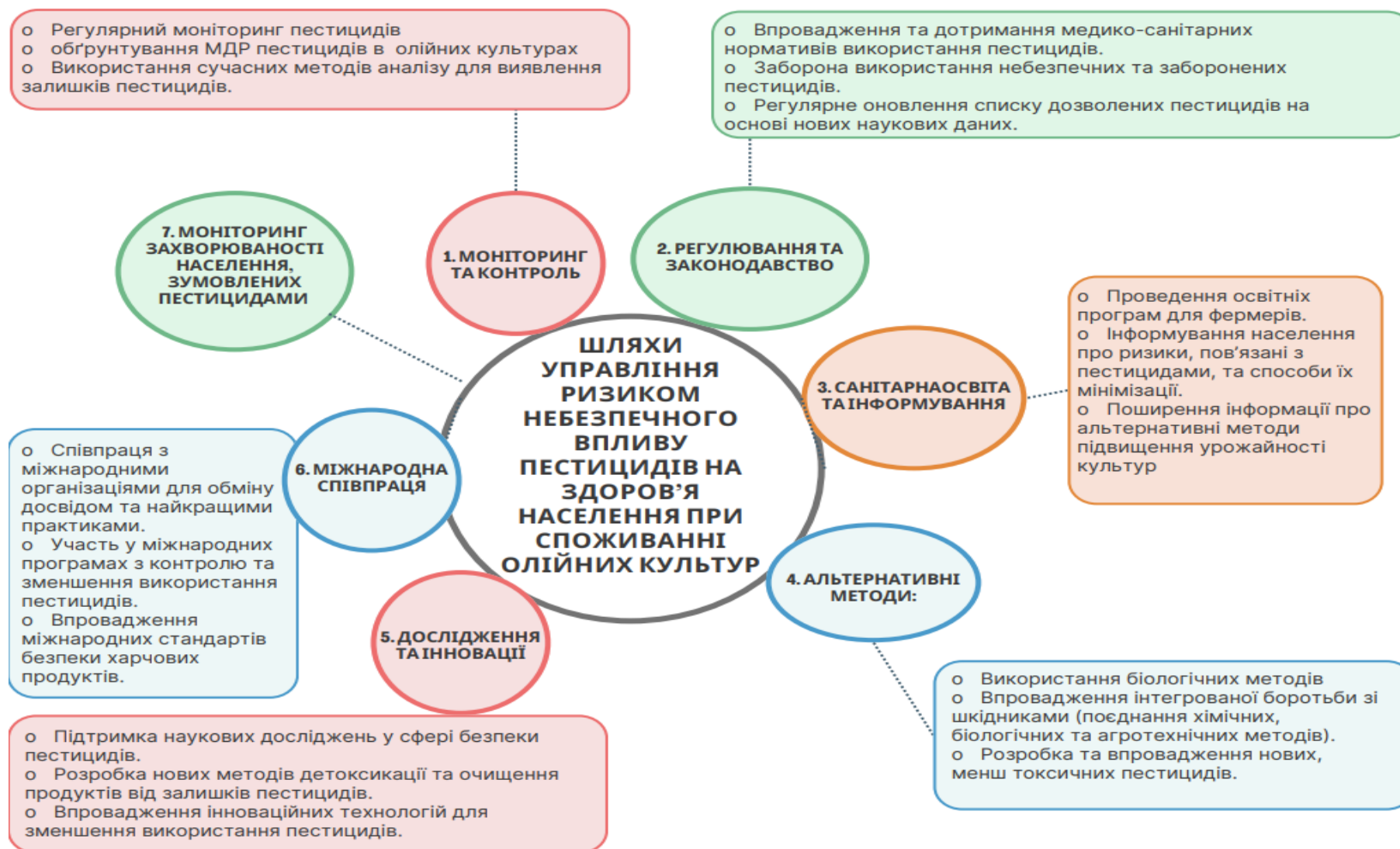


Рис. 3.4 Шляхи управління ризиком небезпечного впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні олійних культур

5. Дослідження та інновації:

Підтримка наукових досліджень у сфері безпеки пестицидів.

Розробка нових методів детоксикації та очищення продуктів від залишків пестицидів.

Впровадження інноваційних технологій для зменшення використання пестицидів.

6. Міжнародна співпраця:

Співпраця з міжнародними організаціями для обміну досвідом та найкращими практиками.

Участь у міжнародних програмах з контролю та зменшення використання пестицидів.

Впровадження міжнародних стандартів безпеки харчових продуктів.

Ця схема допоможе зменшити ризики, пов'язані з використанням пестицидів, та забезпечити безпеку здоров'я населення при споживанні олійних культур.

7. Моніторинг захворюваності населення, зумовлених пестицидами.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі на підставі аналізу та теоретичного узагальнення даних наявної літератури щодо проблеми застосування і моніторингу пестицидів на олійних культурах, а також натурних досліджень, вирішено актуальне наукове завдання в сфері громадського здоров'я – встановлено закономірності поведінки пестицидів в олійних культурах в ґрунтово-кліматичних умовах України та оцінено ризик потенційного небезпечного впливу на населення хімічних засобів захисту рослин при споживанні продукції олійних культур, обґрунтовано критерії їх контролю та шляхи збереження здоров'я населення, що дозволить знизити неінфекційну захворюваність зумовленою активним веденням сільськогосподарського виробництва.

1. Встановлено, що станом на 2023 рік обсяг застосованих пестицидів (по діючій речовині) на посівах кукурудзи та технічних культурах становив 15706,5 тонн (1,65 кг/га), що складає 81 % від загального обсягу використання пестицидів, а їх асортимент на олійних культурах станом на 2024 рік представлений 41 % гербіцидами, 17 % інсектицидами, 21,5 % фунгіцидами та ін.

2. На підставі математичного моделювання результатів натурних досліджень визначено періоди напівруйнації фунгіцидів класу триазолів у вегетуючих олійних культурах на рівні $13,01 \pm 0,59$ діб, стробілуринів – $11,3 \pm 1,66$ діб, амідів, карбоксамідів – $9,24 \pm 0,38$ діб; інсектицидів класу неонікотиноїдів – $11,02 \pm 0,68$ діб, піретроїдів – $13,33 \pm 1,07$ діб гербіцидів класу сульфонілсечовини, хлорацетаміди і триазини – менше 5 діб.

3. Встановлено, що величини ризику при споживанні продукції олійних культур, вирощених при застосуванні досліджуваних фунгіцидів та інсектицидів, є допустимими (менше 1); за інтегральним показником небезпечності при вживанні продуктів інсектициди класу піретроїдів (альфа-

циперметрин, лямбда-цигалотрин), фунгіциди класу триазолі (епоксиконазол, ципроконазол, дифеноконазол), амідів (прохлораз) є помірно небезпечними (3 клас небезпеки), інсектициди класу неонікотиніди (ацетаміпрід, імідаклопрід, тіаклопрід), фунгіциди класу триазолі (пропіконазол, тебуконазол), стробілуринів (піраклостробін, азоксистробін), карбоксамідів (боскалід), гербіцидів класу сульфонілсечовини (нікосульфурон, етаметсульфурон-метил), хлорацетаміди (S-метолахлор) і триазини (тербутилазин) – мало небезпечними (4 клас небезпеки).

4. Удосконалено шляхи управління ризиком небезпечного впливу пестицидів на здоров'я населення при споживанні олійних культур, виділено основні критерії, які слід використовувати при виконанні моніторингових досліджень та запропоновано алгоритм оцінки їх небезпечності. Встановлено, що обов'язковому контролю і моніторингу підлягають діючі речовини інсектицидів класу піретроїди (лямбда-цигалотрин, альфа-циперметрин), фунгіцидів класу триазолів (епоксиконазол, ципроконазол, дифеноконазол), карбоксамідів (прохлораз), гербіцидів класу триазини (тербутилазин) та бажано проводити контроль за вмістом сполук класу триазолів (пропіконазол, тебуконазол), стробілуринів (піраклостробін, азоксистробін), амідів (боскалід), хлорацетамідів (S-метолахлор), що дозволить зберегти здоров'я населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Creative approaches in modern scientific and practical activities : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2023. 102 p. DOI 10.51587/9798-9866-95990-2023-013
2. Петриченко В.Ф., Воронецька І.С. Виробництво олійних культур в Україні: сучасні виклики та перспективи. Економіка АПК. 2017. № 10. С. 32-40.
3. Гаврилюк Л. Л., Круть М. В. ІННОВАЦІЇ ЗАХИСТУ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ. *VII Міжнародна науково-практична конференція. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.* 2023. 46-49.
https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/44970/1/Naukovi%20zasady%20pidvyshchennia%20efektyvnosti%20silskohospodarsko%20vyrobnytstva-2023_46-49.pdf
4. Ласло, О. О. (2022). ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ ЗА УМОВ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН. *Scientific Progress & Innovations*, 2(2), 107–112.
<https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.12>
- 5 Leoci, R. and Ruberti, M. (2021) Pesticides: An Overview of the Current Health Problems of Their Use. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, **9**, 1-20. doi: [10.4236/gep.2021.98001](https://doi.org/10.4236/gep.2021.98001).
- 6 Ali, S., Ullah, M.I., Sajjad, A., Shakeel, Q., Hussain, A. (2021). Environmental and Health Effects of Pesticide Residues. In: Inamuddin, Ahamed, M.I., Lichtfouse, E. (eds) *Sustainable Agriculture Reviews* 48. Sustainable Agriculture Reviews, vol 48. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54719-6_8

7. Tudi, M., Li, H., Li, H., Wang, L., Lyu, J., Yang, L., Tong, S., Yu, Q. J., Ruan, H. D., Atabila, A., Phung, D. T., Sadler, R., & Connell, D. (2022). Exposure Routes and Health Risks Associated with Pesticide Application. *Toxics*, 10(6), 335. <https://doi.org/10.3390/toxics10060335>

8. Зінченко О.І. та ін. Рослинництво: підручник. К. Аграрна освіта, 2001. 591 с.

9. Kateryna Vasylykovska , Olha Andriienko, Oleksii Vasylykovskiy, Andrii Andriienko, Popov Volodymyr and Valentyna Malakhovska Dynamics of export potential of sunflower oil in Ukraine Published by De Gruyter March 17, 2021 From the journal Helia <https://doi.org/10.1515/helia-2021-0001>

10. Гаро І.М., Задирко Р.В., Троїцький І.М., Гаманова В.В. Олійні культури в Україні та вплив факторів вирощування на їх продуктивність. V міжнародна науково-практична онлайн конференція «Інновації в освіті, науці та виробництві» присвячена 100-річчю від дня заснування ВСП «Мукачівський фаховий коледж НУБІП України» Київ. 24-26 листопада 2021. 24-26.

11. Zhou Ying, Zhao Weiwei, Lai Yong, Zhang Baohong, Zhang Dangquan Edible Plant Oil: Global Status, Health Issues, and Perspectives. *Frontiers in Plant Science* Vol. 11. 2020 URL=<https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2020.01315> DOI=10.3389/fpls.2020.01315

12. Радзівєвська І.Г., Громова О.М. Сумішеві олії для здорового харчування. Харчова промисловість. 2013. № 14. С. 30-33. <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/4869>

13. Pal, U.S., Patra, R.K., Sahoo, N.R. *et al.* Effect of refining on quality and composition of sunflower oil. *J Food Sci Technol* 52, 4613–4618 (2015). <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1461-0>

14. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів

України – офіційний сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-dovykorystannya-v-ukrayini/> (дата звернення: 21.12.2024).

15. Застосування мінеральних та органічних добрив, пестицидів (1990-2023). Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>

16. C.A. EDWARDS, FACTORS THAT AFFECT THE PERSISTENCE OF PESTICIDES IN PLANTS AND SOILS, Editor(s): P. VARO, Pesticide Chemistry–3, Butterworth-Heinemann, 1975, Pages 39-56, ISBN 9780408707084, <https://doi.org/10.1016/B978-0-408-70708-4.50007-7>.

17. Bondareva, L., & Fedorova, N. (2021). Pesticides: Behavior in Agricultural Soil and Plants. *Molecules*, 26(17), 5370. <https://doi.org/10.3390/molecules26175370>

18. H. Rüdel, Volatilisation of pesticides from soil and plant surfaces, *Chemosphere*, Volume 35, Issues 1–2, 1997, Pages 143-152, ISSN 0045-6535, [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(97\)00146-X](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(97)00146-X).

19. Pesticide Residues FEDIOL 2024. <https://www.fediol.eu/web/pesticide%20residues/1011306087/list1187970118/f1.html>

20. ESTABLISHING PROCESSING FACTORS FOR FAT SOLUBLE PESTICIDES IN CRUDE VEGETABLE OILS AND FATS July 2022 https://www.fediol.eu/data/11SAF181_rev4%20FEDIOL%20position%20on%20pesticide%20MRLs%20in%20vegetable%20oils%20and%20fats%20-%20July%202022.pdf

21. Qi Guo, Xiaofeng Yue, Xin Qi, Xinyao Feng, Xuefang Wang, Xiaofeng Hu, Fei Ma, Liangxiao Zhang, Peiwu Li, Li Yu, A study of the pesticide residues in rapeseeds in China: Levels, distribution and health risk assessment *Environmental Research*. Volume 246, 2024, 118110, ISSN 0013-9351. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118110>.

22. Agneta Åkesson, Carolina Donat-Vargas, Elinor Hallström, Ulf Sonesson, Anneli Widenfalk, Alicja Wolk Associations between dietary pesticide residue

mixture exposure and mortality in a population-based prospective cohort of men and women, *Environment International*, Volume 182, 2023, 108346, ISSN 0160-4120, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108346>.

23. Hossain MS, Hossain MA, Rahman MA, Islam MM, Rahman MA, Adyel TM. Health Risk Assessment of Pesticide Residues via Dietary Intake of Market Vegetables from Dhaka, Bangladesh. *Foods*. 2013 Feb 21;2(1):64-75. doi: 10.3390/foods2010064. Retraction in: *Foods*. 2013 Jul 31;2(3):350-351. doi: 10.3390/foods2030350. PMID: 28239097; PMCID: PMC5302232

24. Lentza-Rizos C, Avramides EJ. Pesticide residues in olive oil. *Rev Environ Contam Toxicol*. 1995;141:111-34. doi: 10.1007/978-1-4612-2530-0_4. PMID: 7886254.

25. Elpiniki G. Amvrazi, Triantafyllos A. Albanis. Pesticide residue assessment in different types of olive oil and preliminary exposure assessment of Greek consumers to the pesticide residues detected. *Food Chemistry*, Volume 113, Issue 1, 2009, Pages 253-261, ISSN 0308-8146. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.073>.

26. Iosif, K., & Konstantinou, I. (2023). Determination of Pesticide Residues in Olive Oil Using QuEChERS Extraction and Liquid Chromatography–Orbitrap High-Resolution Mass Spectrometry: Comparison of Different Clean-Up Sorbents and Validation Study. *Sustainability*, 15(11), 8714. <https://doi.org/10.3390/su15118714>

27. Quantification of more than 200 pesticide residues in fat and oil samples using LC- and GC-MS/MS and GC-Orbitrap. EU Reference Laboratories for Residues of Pesticides. Published 17-08-2021. https://www.eurl-pesticides.eu/docs/public/tmpl_article.asp?LabID=300&CntID=1189&Theme_ID=1&Pdf=False&Lang=EN

28. Tarazona, J. V., González-Caballero, M. d. C., Alba-Gonzalez, M. d., et al (2022). Improving the Risk Assessment of Pesticides through the Integration of

Human Biomonitoring and Food Monitoring Data: A Case Study for Chlorpyrifos. *Toxics*, 10(6), 313. <https://doi.org/10.3390/toxics10060313>

29. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» від 22.07.2014 № 1602-VII. Available from: <https://ips.ligazakon.net/document/Z970771>

30. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000–2001 Допустимі дози, концентрації, кількості на рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водойм, ґрунтів, затверджені Міністерством охорони здоров'я України, Постановою Головного державного санітарного лікаря 19.02.03 № 137 <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0137588-01#Text>

31. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.02.2016 № 55 «Про затвердження Гігієнічних нормативів і регламентів безпечного застосування пестицидів і агрохімікатів», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 10.02.2016 р. за № 207/28337 (із змінами). Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0207-16#Text>

32. ГН 6.6.1.1-130–2006 Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування і питній воді, затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 03.05.2006 № 256, зареєстрованим у Міністерстві юстиції від 17.07.2006 за № 845/12719. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06#Text>

33 Державні гігієнічні правила і норми «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України 13.05.2013 р. № 368, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 18.05.2013 за № 774/23306. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13#Text>

34. Перелік харчових продуктів, щодо яких здійснюється контроль вмісту генетично модифікованих організмів, затверджений наказом Міністерства охорони здоров'я України 09.11.2010 № 971 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1248-10#Text>

35. Регламент комісії (ЄС) № 1881/2006 від 19.12.2006. Про встановлення максимального рівня вмісту певних забруднюючих речовин у продуктах харчування. <https://ovm.gov.ua/index.php/normativna-baza/110-vymohy-yevropeiskoho-soiuzu-shchodo/422-rehlament-komisii-yes-1881-2006>

36. Технічний регламент щодо деяких товарів, які фасують за масою та об'ємом у готову упаковку, затверджений постановою КМУ 16.12.2015 № 1193 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1193-2015-п#Text>

37. ДСТУ 2423-94. Олії Рослинні виробництво. Available from: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_2423-94.pdf

38. ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови. https://sunflower.ua/wp-content/uploads/2023/10/dstu_44922017_oliia_soniashnikova_tekhnichni_umovi.pdf

39. ДСТУ 4349:2004 Олії. Методи відбирання проб (ISO 5555:1991, NEQ) https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTY2/dsty_4349-2004.pdf

40. ДСТУ 4455:2005 Жири рослинні та олії. Метод визначання температури спалаху https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTY2/dsty_4455-2005.pdf

41. ДСТУ 4518:2008 Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY1/dstu_4518-2008.pdf

42. ДСТУ 4570:2006 Жири тваринні і рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа. https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_4570_2006.pdf

43. ДСТУ 4603:2006 Олії. Методи визначення масової частки вологи та летких речовин. https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_4603_2006.pdf

44. ДСТУ 4689:2006 Продукти харчові. Методи визначання масової частки бенз(а)пірену.

https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_4689_2006_produkty_kharchovi._metodi_viznachannya_masovo.pdf

45. ДСТУ 6048:2008 Жири тваринні і рослинні та олії. Метод визначання мила. https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_6048_2008.pdf

46. ДСТУ 9127:2021 Олія соняшникова високоолеїнова. Технічні умови https://sunflower.ua/wp-content/uploads/2023/11/Текст-ДСТУ-9127_2021-Олія-соняшникова-високоолеїнова.-Технічні-умови_compressed.pdf

47. Codex Alimentarius: Fats, oils and related products, Том 8 https://books.google.com.ua/books?id=OpggG_hDaXsC&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbg_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

48. HACCP Principles & Application Guidelines. <https://www.fda.gov/food/hazard-analysis-critical-control-point-haccp/haccp-principles-application-guidelines>

49. Наказ МОЗ України від 04.04.2023 № 625 «Про затвердження Порядку встановлення максимально допустимих рівнів залишків пестицидів у / на харчових продуктах і кормах рослинного та тваринного походження». <https://moz.gov.ua/uk/decrees/nakaz-moz-ukraini-vid-04042023--625-pro-zatverdzhennja-porjadku-vstanovlennja-maksimalno-dopustimih-rivniv-zalishkiv-pesticidiv-u-na-harchovih-produktah-i-kormah-roslinnogo-ta-tvarinnogo-pohodzhennja>

50. Закон України «Про пестициди і агрохімікати» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, № 14, ст.91) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-вр#Text>

51. Про виконання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони Постанова Кабінету Міністрів України від 25.10.2017 р. № 1106 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1106-2017-п#Text>

52. Generic guidance for Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration [Internet]. 2011. Available from: https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/projects_data/focus/dk/docs/FOCUSkineticsvc_1_0_Nov23.pdf

53. Антоненко АМ, Вавріневич ОП, Коршун ММ, Омельчук СТ, Ставніченко ПВ. Гігієнічне обґрунтування моделі прогнозування небезпеки для людини при вживанні сільськогосподарських продуктів контамінованих пестицидів (на прикладі фунгіцидів класу піразолкарбоксамідів) . Інформаційний лист про нововведення в сфері охорони здоров'я. № 29-2018. <http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/705/1/10.pdf> .

54. Antonenko A.M., Vavrinevych O.P., Omelchuk S.T., et al. Hygienic substantiation of forecasting model of hazard for human when consuming agricultural products contaminated with (on pyrazolecarboxamide class fungicides example). International scientific periodical journal «The Unity of science», 2018:46-48. Available from: <http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/705/1/10.pdf>

55. A.M. Antonenko, O.P. Vavrinevich, S.T. Omelchuk, V.G. Bardov, Borisenko AA. Hygienic grounds for selection criteria for pesticide detection in agricultural commodities, food products and soil (example for fungicides). Актуальні проблеми сучасної медицини Вісник Української медичної стоматологічної академії. 2019 Nov 8;19(3):104–8. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.19.3.104>

56. Вавріневич О. Удосконалення системи моніторингу різних груп та хімічних класів пестицидів у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового використання. Екологічні проблеми сфери життєдіяльності людини: матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Київ.; 2020. Available from: http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/2584/3/Екологічні%20та%20гігієнічні%20проблеми_1-%2021%20ст.pdf.

57. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності (ДСП 8.8.1.2.002-98) [Internet]. Офіційний вебпортал парламенту України. 2015 [cited 2024 Dec 6]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va002282-98#Text>

58. Сирота АІ, Омельчук СТ, Вавріневич ОП. Гігієнічне обґрунтування критеріїв вибору лімітуючих компонентів при застосуванні препаратів з діючими речовинами однонаправленої дії. New trends and unresolved issues of preventive and clinical medicine. 2020 Jan 1; DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-81-5-2.57>

59. Anna A, Olena V, Sergii O, Bohdan S, Vasyl B, Olesia N, et al. Substantiation of necessity for monitoring in the environmental objects of avermectin insecticides considering their possible impact on the thyroid gland. Public Health Forum. 2019;5(XIII),1(48):59. [Internet]. [cited 2024 Nov 6]. Available from: <http://ir.library.nmu.com/bitstream/123456789/748/1/48.pdf>

60. Antonenko A.M, Vavrinevych O.P, Omelchuk S.T, Shpak B.I, Korshun M.M. Improvement of the monitoring system in the environment of pesticides affecting thyroid gland. Environment & Health. 2019 Nov 29;(4 (93)):12–8. <https://doi.org/10.32402/dovkil2019.04.012>

61. Pesticide Properties Database [Internet]. sitem.herts.ac.uk. Available from: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>

62. Zincke F, Fischer A, Kittelmann A, Kraus C, Scholz R, Michalski B. First update of the EU database of processing factors for pesticide residues. EFSA Supporting Publications. 2022 Sep;19(9). doi:10.2903/sp.efsa.2022.EN-7453.

63. Lacoste F, Carré P, Dauguet S, Petisca C, Campos F, Ribera D, et al. Experimental determination of pesticide processing factors during extraction of seed oils. Food Additives & Contaminants: Part A [Internet]. 2020 Jul 21 [cited 2024 Nov 10];37(9):1491–502. Available from:

https://www.feddiol.eu/data/11SAF181_rev4%20FEDIOL%20position%20on%20pesticide%20MRLs%20in%20vegetable%20oils%20and%20fats%20-%20July%202022.pdf

64. Ібрагімова І. В., Вавріневич О. П., Омельчук С. Т. Оцінка ризику для населення небезпечного впливу пестицидів, дозволених для застосування на яблуневих садах і виноградниках. Chapter 3 Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives : scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024. 748 p. DOI:<https://doi.org/10.30525/978-9934-26-497-9-9>
<http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/book/532>

65. Syrota A.I., Vavrinevych O.P., Omelchuk S.T., Blagaia A.V. Hygienic assessment of the population risk after consumption of agricultural products grown with the application of triazole class-based fungicides Довкілля та здоров'я. 2022. № 4 (105). С.20-28. <http://www.dovkil-zdorov.kiev.ua/publ/dovkil.nsf/all/article?opendocument&stype=D913FC1103C4E375C225891800328C83>

66. Вавріневич О., Омельчук С. Оцінка ризику для населення споживання сої, вирощеної при застосуванні пестицидів в системі хімічного захисту. Ukrainian Scientific Medical Youth Journal. Issue 4 (150), 2024. 120-128. [https://doi.org/10.32345/USMYJ.4\(150\).2024.120-128](https://doi.org/10.32345/USMYJ.4(150).2024.120-128)

Додаток А**Перелік публікацій за темою магістерської роботи**

1. Г.П. Бардов, О.П. Вавріневич, С.О. Чаплієв, М.В. Кондратюк Гігієнічна оцінка ризику для працівників за професійного дермального впливу інсектицидів під час обробки сільськогосподарських культур Матеріали 58-ї науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні питання гігієни праці та професійної патології» до 96-ї річниці створення державної установи «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва Національної академії медичних наук України», м. Києві «13» грудня 2024 року. 2024. С. 24-25

2. Сергій Чаплієв, Олена Вавріневич Аналіз асортименту пестицидів, дозволених до застосування на олійних культурах в Україні, як шлях управління ризиком їх небезпечного впливу на населення. Збірка матеріалів студентської науково-практичної конференції «Інноваційні підходи у наукових дослідженнях у сфері громадського здоров'я та профілактичної медицини: досягнення та перспективи». Київ-2025. С. 29-30

3. Чаплієв С.О., Вавріневич О.П., Бардов В.Г. оцінка ризику небезпечного впливу фунгіцидів для здоров'я населення при їх застосуванні для захисту посівів соняшнику. Збірка матеріалів науково-практичної конференції з міжнародною участю «Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини» 19 березня 2025.

4. Чаплієв С.О., Вавріневич О.П. Оцінка ризику небезпечного впливу інсектицидів для здоров'я населення при споживанні продукції олійних культур. Medical science of Ukraine / Медична наука України, 2025, Vol. 21, № 1: 102-109. DOI: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.1.2025.13>