МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра захисту і карантину рослин

Допущено до захисту
«___» (_____) 2023
року
Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент
_____Ігор КРИКУНОВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ В УМОВАХ НВВ УМАНСЬКОГО НУС

Виконав: студент ___курсу, групи_____
спеціальності 202 Захист і карантин рослин
Владислав ЗАГОРОДНИЙ

Керівник: Олександр ФОМЕНКО

Умань – 2023

Зміст

ВСТУП .....**ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКУ НЕ ВИЗНАЧЕНО.**

РОЗДІЛ 1 БІОЛОГІЧНІ ТА АГРОТЕХНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ.....**ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКУ НЕ ВИЗНАЧЕНО.**

1.1 Ботанічна характеристика культури**Помилка! Закладку не визначено.**

1.2 Реакція кукурудзи цукрової на дію різних чинників навколишнього природного середовища та регуляторів росту рослин.....**Помилка! Закладку не визначено.**

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ**ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКУ НЕ ВИЗНАЧЕНО.**

РОЗДІЛ 3 УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....**ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКУ НЕ ВИЗНАЧЕНО.**

3.1 Характеристика ґрунту.....**Помилка! Закладку не визначено.**

3.2 Погодні умови .....**Помилка! Закладку не визначено.**

3.3 Схема досліду.....**Помилка! Закладку не визначено.**

3.4 Агротехніка вирощування кукурудзи цукрової в досліді**Помилка! Закладку не визначено.**

3.5 Методика обліків і спостережень**Помилка! Закладку не визначено.**

РОЗДІЛ 4 ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ І ЗЕАСТИМУЛІН НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ**ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКУ НЕ ВИЗНАЧЕНО.**

4.1 Висота рослин .....**Помилка! Закладку не визначено.**

4.2 Площа листкового апарату ..**Помилка! Закладку не визначено.**

4.3 Біомаса рослин .....**Помилка! Закладку не визначено.**

4.4 Урожайність і товарна якість качанів**Помилка! Закладку не визначено.**

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ

КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ, ЗЕАСТИМУЛІН ТА ЇХ СУМІШІ .....**ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКУ НЕ ВИЗНАЧЕНО.**

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ТА ОБРОБКИ РОСЛИН РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ РОСЛИН.....**ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКУ НЕ ВИЗНАЧЕНО.**

РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН.....**ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКУ НЕ ВИЗНАЧЕНО.**

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКУ НЕ ВИЗНАЧЕНО.**

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКУ НЕ ВИЗНАЧЕНО.**

ДОДАТКИ .....**ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКУ НЕ ВИЗНАЧЕНО.**

РОЗДІЛ 1

ПРОГРАМА, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об’єктом дослідження були умови праці під час обробки яблуневих садів пестицидами у зв’язку з можливим надходженням їх діючих речовин у повітря робочої зони та на поверхню відкритих ділянок шкіри та робочого одягу працюючих. Предметом досліджень були інсектициди Актара 25 WG, в.г., Рімон 10, к.е., Циперкіл 250 ЕС, к.е., Альфагард 100, к.е., Ф’юрі, в.е. та фунгіциди Флінт 50, в.г. і Стробі, в.г. (табл. 1). Діючі речовини цих пестицидів належать до класу неонікотиноїдів (тіаметоксам), похідних сечовини (новалурон), синтетичних піретроїдів (циперметрин, альфа-циперметрин, зета-циперметрин) та стробілуринів (трифлоксистробін та крезоксим-метил).

Гігієнічну оцінку умов праці при використанні препаратів у яблуневому саду в агропромисловому комплексі здійснювали відповідно до „Методических указаний по гигиенической оценке новых пестицидов” [14].

До початку та після завершення робіт проводили медичний огляд працюючих: вимірювали артеріальний тиск, пульс, вивчали стан шкіри, слизових оболонок очей. Скарг на погіршення самопочуття під час проведення робіт та після їх завершення робітники не пред’являли.

Умови праці оцінювали на підставі результатів визначення тіаметоксаму, новалурону, циперметрину, альфа-циперметрину, зета-циперметрину, трифлоксистробіну, крезоксим-метилу в повітрі робочої зони у різних робочих місцях, у змивах з відкритих ділянок шкіри та під спецодягом, у нашивках на спецодязі.

Відбір проб повітря, їх підготовку та хроматографічний аналіз здійснювали згідно з [15—21]. Для визначення експозиційної інгаляційної дози досліджуваних речовин здійснювали одночасний відбір 5 проб повітря, які об'єднували на етапі екстракції. Об'єм повітря кожної з 5 проб становив: для тіаметоксаму, новалурону, альфа-циперметрину, зета-циперметрину, крезоксим-метилу – 80 л, для циперметрину – 60 л і для трифлоксистробіну – 50 л. При цьому межа кількісного визначення (МКВ) новалурону методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) становила 0,005 мг/м^3. Межа кількісного визначення методом газорідинної хроматографії (ГРХ) трифлоксистробіну в повітрі становила 0,004 мг/м^3, а інших досліджуваних речовин – 0,005 мг/м^3.

Змиви з поверхні шкіри тіла працюючих проводили по завершенні виробничих операцій за допомогою знежирених і змочених етанолом ватних тампонів. Межа визначення досліджуваних речовин методом ВЕРХ (новалурон) та ГРХ (інші пестициди) у змивах зі шкіри та у нашивках становила 1 мкг.

Отримані у ході натурних досліджень результати були використані для розрахунку потенційного ризику шкідливого впливу досліджуваних пестицидів на організм працюючих. Серед моделей (алгоритмів розрахунку) оцінки ризику впливу пестицидів на працюючих найбільш широко застосованими в Україні є „російська", розроблена фахівцями Федерального наукового центру гігієни ім. Ф.Ф. Ерисмана [22, 23], та „німецька" [26] моделі. Порівняльний аналіз зазначених методик свідчить, що ризик за „російською" моделлю виявляється більш високим, ніж при застосуванні „німецької" моделі [27]. Це пов'язано з різними підходами до визначення допустимих рівнів впливу: величини, розраховані за „російською" моделлю, значно нижчі, ніж за „німецькою". Саме тому з метою агравації для оцінки ступеню можливого ризику шкідливого впливу досліджуваних речовин при обробці саду ми використовували „російську" модель.

Відповідно до „російської" моделі ступінь ризику крізьшкірного надходження досліджуваних речовин визначали шляхом порівняння фактичної

дермальної експозиції ($Д_ф$) з орієнтовним допустимим рівнем забруднення шкіряних покривів ($ОДР_{зшп}$).

Орієнтовний допустимий рівень забруднення шкіряних покривів ($ОДР_{зшп}$) розраховували за формулою:

$$ОДР_{зшп} = \frac{Lim_{ch} \times M \times K_1 \times K_2}{S \times K_3},$$

де Lim_{ch} – порогова доза при перкутанному надходженні в хронічному експерименті (мг/кг); М – маса тіла дорослої людини (70 кг); $К_1$ – експозиційний коефіцієнт, в середньому дорівнює 0,25; S – площа шкіряних покривів тіла людини, в середньому 16120 $см^2$; $К_2$– коефіцієнт відносної проникності, орієнтовно дорівнює 2; $К_3$ – коефіцієнт запасу залежно від класу небезпечності речовини. Розрахунок Lim_{ch} здійснено згідно з урахуванням величини $ЛД_{50}$ досліджуваних пестицидів при перкутанному надходженні та класу небезпечності речовин

Фактичну дермальну експозицію ($Д_ф$) визначали за формулою:

$$Д_ф = \frac{Д_{ср} \times F}{F_1},$$

де $Д_ф$ – фактична дермальна експозиція, мг/$см^2$; $Д_{ср}$ – середня дермальна експозиція, мг/$см^2$; F – щоденна нормована площа обробки (50 га); F_1 – фактично оброблена площа (2 га).

РОЗДІЛ 3

ПОРІВНЯЛЬНА ТОКСИКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА СУЧАСНИХ ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ЯБЛУНЕВИХ САДІВ

Потенційна та реальна небезпека широкої хімізації сільського господарства для здоров'я населення та професійних контингентів, безпосередньо зайнятих застосуванням ХЗЗР, зумовлена в першу чергу токсичними властивостями діючих речовин та пестицидних препаративних на їх основі.

В Україні оцінка небезпечності пестицидів, яка є обов'язковою умовою їх державної реєстрації, здійснюється на основі системного підходу із застосуванням принципів сучасної гігієнічної класифікації пестицидів, прийнятої у 2000 р. [58]. Згідно з нею [53] пестициди розподіляють на 4 класи небезпечності: 1 – надзвичайно небезпечні, 2 – небезпечні, 3 – помірно небезпечні та 4 – мало небезпечні. Класифікація враховує 21 показник, з яких 10 – токсикометричних, 6 – віддалені наслідки дії та 5 – гігієнічних, які характеризують поведінку у довкіллі. Інтегральний клас небезпечності конкретної речовини встановлюється з урахуванням лімітуючого критерію шкідливості. Чинна в Україні класифікація пестицидів принципово відрізняється від класифікації ВООЗ, у якій враховується лише гостра токсичність при пероральному та перкутанному надходженні. Класифікація, що подібна до нашої, діє у Російській Федерації [55].

На підставі отриманих результатів визначають найменшу підпорогову дозу речовини. Для розрахунку ДДД вводять коефіцієнт запасу. Якщо мінімальна підпорогова доза визначена за загальнотоксичною дією, то коефіцієнт запасу дорівнює 100 і передбачає ймовірні міжвидові (10) та внутрішньовидові (10) розбіжності. Якщо лімітуючою виявилась специфічна дія (ембріотоксична, канцерогенна тощо), то коефіцієнт запасу збільшують до 1000.

Порівняння величин ДДД, встановлених в Україні, з аналогічними регламентами ВООЗ свідчить, що у 62 % випадків наші регламенти жорсткіші за закордонні, у 30 % випадків знаходяться на одному рівні і лише у 8 % випадків є вищими [57]. Розбіжності виникають з двох причин. По-перше, за підходами, прийнятими у нашій країні [42], при обґрунтуванні ДДД спираються на підпорогову дозу, тоді як за кордоном – на порогову. По-друге, в Україні прийнято більш жорсткий підхід до визначення коефіцієнту запасу: крім токсикологічної оцінки діючої речовини пестициду обов'язково враховуються критерії її поведінки у навколишньому середовищі.

3.1. Токсиколого-гігієнічна характеристика досліджуваних препаратів

Як свідчать дані, наведені у розділі 1.4. циперметрин, альфа-циперметрин, зета-циперметрин, лямбда-цигалотрин та есфенвалерат при одноразовому пероральному введенні в організм щурів та мишей є помірно токсичними речовинами (табл. 1) згідно з чинною в Україні гігієнічною класифікацією пестицидів [12]. При перкутанному надходженні в організм щурів лише лямбда-цигалотрин є помірно токсичним, решта досліджуваних речовин – малотоксичні. В той же час ціанопіретроїди є високотоксичними при гострому інгаляційному надходженні в організм щурів: за величиною $ЛК_{50}$ більшість з них відноситься до 2 класу, а лямбда-цигалотрин навіть до І класу небезпечності (табл. 1).

Щодо досліджуваних препаративних форм синтетичних піретроїдів, то відповідно до наведених у табл. 2 параметрів гострої токсичності та характеристики подразнюючої та сенсибілізуючої дії їх можна віднести до небезпечних пестицидів за лімітуючим показником – інгаляційною токсичністю з позначкою „небезпечний при потраплянні на слизові оболонки очей" у разі Сумі-альфа, к.е. та Циперкілу 250 ЕС, к.е. Причому Сумі-альфа, к.е., Циперкіл 250 ЕС, к.е. та Альфагард 100, к.е. чинять більш виражену подразнюючу дію, ніж їх діючі речовини есфенвалерат, циперметрин та альфа- циперметрин. На відміну

від них Ф'юрі, в.е. не чинить подразнюючої та сенсибілізуючої дії, тоді як його діюча речовина – зета-циперметрин – слабкий алерген і слабо подразнює слизові оболонки очей та шкіру. Останнє може бути пов'язано з характером препаративної форми: усі згадані синтетичні піретроїди за винятком Ф'юрі, в.е. є концентрати емульсій і наявність в цих препаративнихформах органічних розчинників посилює їх подразнюючі властивості порівняно з їхніми діючими речовинами.

Віддалені ефекти дії (мутагенна, канцерогенна, ембріотоксична, тератогенна активність та репродуктивна токсичність) не є лімітуючим критерієм при токсикологічній оцінці та обґрунтуванні допустимої добової дози (ДДД) циперметрину, альфа-циперметрину, зета-циперметрину, лямбда-цигалотрину, есфенвалерату та препаратів на їх основі. Найменші величини максимально недіючих доз (NOEL) встановлені за загальнотоксичною дією: лямбда-цигалотрину (0,5 мг/кг) – в хронічному (12 місяців) досліді на собаках, есфенвалерату (2 мг/кг) – в субхронічному (35 днів) досліді на щурах та в досліді з вивчення ембріотоксичної дії на кролях за впливом на організм вагітних самок, циперметрину (5 мг/кг) – в субхронічному (90 днів) та хронічному (24 місяці) дослідах на щурах, альфа-циперметрину (1 мг/кг) – в субхронічному (90 днів) досліді на собаках та хронічному (18 місяців) досліді на мишах, зета-циперметрину (1,25 мг/кг) – в досліді з вивчення ембріотоксичної дії на кролях (табл. 3,4)

Неонікотиноїд тіаметоксам та препарат на його основі Актара 25 WG, в.г. за параметрами гострої пероральної та дермальної токсичності (табл. 1, 2) є малотоксичними і можуть бути віднесені до 4 класу небезпечності згідно з чинною гігієнічною класифікацією пестицидів. Подразнюючою дією на шкіру та слизові оболонки очей кролів, а також сенсибілізуючою дією препарат і його діюча речовина не володіють.

Ембріотоксична, тератогенна активність та репродуктивна токсичність не є лімітуючим критерієм при токсикологічній оцінці тіаметоксаму та препарату на його основі. Канцерогенний ефект тіаметоксаму виявлений лише на одному

види тварин, що у сукупності з відсутністю генотоксичності, видоспецифічністю механізму онкогенезу, наявністю прямої залежності частоти пухлин від дози та пороговістю цього ефекту дозволяє віднести тіаметоксам до 3 класу небезпечності згідно з гігієнічною класифікацією пестицидів.

Отже лімітуючим показником при токсикологічній оцінці тіаметоксаму та препатару на його основі Актара 25 WG, в.г. є загальнотоксична дія: мінімальний NOEL встановлений у субхронічному (90 днів) експерименті на мишах (1,4 мг/кг) та щурах (1,7 мг/кг) самцях (табл. 3, 4).

Таким чином, препарат Актара 25 WG, в.г. та тіаметоксам відрізняються від досліджуваних синтетичних піретроїдів меншою пероральною та інгаляційною токсичністю. Для інсектицидів обох хімічних класів лімітуючою ознакою серед параметрів первинної токсикологічної оцінки є інгаляційна токсичність, за якою тіаметоксам віднесений до помірно небезпечних (3 клас), тоді як більшість синтетичних ціанопіретроїдів до небезпечних (2 клас), а лямбда-цигалотрин – до надзвичайно небезпечних (1 клас) пестицидів.

Стробілурини трифлоксистробін і крезоксим-метил та препарати на їх основі Флінт 50, в.г. і Стробі, в.г. за параметрами гострої пероральної та дермальної токсичності (табл. 1, 2) є малотоксичними і можуть бути віднесені до 4 класу небезпечності згідно з чинною гігієнічною класифікацією пестицидів [].Обидва стробілурини та препарати на їх основі при інгаляційному надходженні є помірно небезпечними і можуть бути віднесені до 3 класу небезпечності.

Досліджувані речовини не подразнюють або слабко подразнюють шкіру та чинять слабку подразнюючу дію на слизові оболонки очей кролів. Сенсибілізуючі властивості при вивченні за методом Бюхлера не виявлені. В той же час в максимізаційному тесті за Магнусоном і Клігманом трифлоксистробін проявив помірну, а препарат на його основі Флінт 50, в.г. – слабку алергенну активність.

Таким чином, відповідно до наведених у табл. 1, 2 параметрів гострої токсичності та характеристики подразнюючої та сенсибілізуючої дії

трифлоксистробін, крезоксим-метил та препарати на їх основі можна віднести до помірно небезпечних пестицидів (3 клас) за лімітуючим показником – інгаляційною токсичністю для усіх досліджуваних речовин та алергенною дією для трифлоксистробіну і препарату Флінт 50, в.г.

Віддалені ефекти біологічної дії, такі як мутагенна, тератогенна, ембріотоксична канцергенна (лише трифлоксистробін), а також репродуктивна токсичність не є лімітуючими при оцінці небезпечності досліджуваних стробілуринів та обґрунтуванні їх ДДД для людини. В основі онкогенної активності крезоксим-метилу, яка проявилася підвищенням частоти гепатоцелюлярних карцином у щурів в максимально переносних дозах, лежить не генотоксичний механізм, а здатність досліджуваної речовини стимулювати проліферативну активність гепатоцитів, що дозволило віднести речовину за цим ефектом до 3 класу небезпечності.

Поряд з оцінкою досліджуваних пестицидів згідно з чинною гігієнічною класифікацією [12], для порівняння їх потенційного ризику для населення нами використана величина ДДД як один з найбільш інтегральних критеріїв небезпечності при тривалому надходженні в організм з урахуванням можливих віддалених наслідків і видової та індивідуальної резистентності. Згідно з ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 [35] в Україні для досліджуваних пестицидів затверджені наступні величини ДДД: для синтетичних піретроїдів лямбда-цигалотрину, есфенвалерату, циперметрину та зета-циперметрину – 0,003 мг/кг, альфа-циперметрину – 0,005 мг/кг, тоді як для тіаметоксаму, трифлоксистробіну та крезоксим-метилу на один порядок вищі– відповідно 0,02, 0,02 та 0,1 мг/кг. Це засвідчує значно нижчу небезпечність шкідливого хронічного впливу на організм людини пестицидів нових поколінь з класів неонікотиноїдів та стробілуринів порівняно з їх попередниками.

3.2. Обґрунтування допустимої добової дози новалурону для людини

На підставі отриманих результатів визначають найменшу підпорогову дозу речовини. Для розрахунку ДДД вводять коефіцієнт запасу. Якщо мінімальна підпорогова доза визначена за загальнотоксичною дією, то коефіцієнт запасу дорівнює 100 і передбачає ймовірні міжвидові (10) та внутрішньовидові (10) розбіжності. Якщо лімітуючою виявилась специфічна дія (ембріотоксична, канцерогенна тощо), то коефіцієнт запасу збільшують до 1000.

За параметрами гострої пероральної та дермальної токсичності (табл. 1, 2) новалурон та інсектицид на його основі Рімон 10, к.е., так само як тіаметоксам та препарат на його основі Актара 25 WG, в.г., є малотоксичними і можуть бути віднесені до 4 класу небезпечності згідно з чинною гігієнічною класифікацією пестицидів [].

За подразнюючою дією на шкіру та слизові оболонки очей кролів препарат і його діюча речовина можуть бути віднесені до 3, за сенсибілізуючою дією – до 4 класу небезпечності. Таким чином, Рімон 10, к.е. і новалурон за параметрами гострої токсичності, подразнюючої та алергенної дії є помірно небезпечними; інтегральний клас небезпечності – 3; лімітуючий показник – інгаляційна токсичність.

Превалюючим ефектом дії новалурону при багаторазовому надходженні в організм незалежно від виду тварин (щури, миші, собаки), шляху введення (перорально, дермально) та тривалості експерименту (субхронічний протягом 28 або 90 днів, хронічний протягом 78 або 104 тижнів) були зміни з боку червоної крові: анемія, еритроцитопенія, гіпохромія або поліхромія, ретикулоцитоз, метгемоглобінемія. Патологічні зміни з боку селезінки (набряк, гемосидероз) та печінки носили вторинний характер.

Новалурон не володіє мутагенними властивостями в широкому наборі тестів як in vitro (тест Еймса, тест на індукцію генних мутацій в культурі

оваріальних клітин китайського хом'ячка, тест на індукцію хромосомних аберацій в культурі лімфоцитів людини, тест на індукцію позапланового синтезу ДНК) з метаболічною активацією мікросомальною фракцією печінки S-9 та без неї, так й in vivo (мікроядерний тест у мишей). В дослідженому діапазоні доз (табл. 3) новалурон не проявив канцерогенної активності, не впливав на репродуктивні параметри, не чинив тератогенної та ебріолетальної дії.

Найменший NOEL новалурону – 1,1 мг/кг – встановлений в хронічному досліді на щурах-самцях за загальнотоксичною дією (табл. 3).

Враховуючи, що віддалені ефекти дії не є лімітуючими, при обґрунтуванні величини ДДД новалурону достатньо застосувати коефіцієнт запасу 100, який передбачає ймовірні міжвидові (10) та внутрішньовидові (10) розбіжності. Таким чином, при екстраполяції максимально недіючої дози, встановленої в дослідах на тваринах, на організм людини, величина ДДД новалурону встановлена на рівні 0,01 мг/кг. При цьому допустиме добове надходження речовини в організм людини масою 60 кг з усіх середовищ становить 0,6 мг.

Висновки:

1. Тіаметоксам та препарат на його основі Актара 25 WG, в.г. за параметрами гострої токсичності при різних шляхах надходження в організм лабораторних тварин є помірно небезпечними (III клас), тоді як синтетичні піретроїди Циперкіл 250 ЕС, к.е., Альфагард 100, к.е., Ф'юрі, в.е., Сумі-альфа, к.е., Карате 050 ЕС, к.е., Карате Зеон CS, мк.с. та їх діючі речовини циперметрин, альфа-циперметрин, зета-циперметрин та есфенвалерат – небезпечними (II клас), а лямбда-цигалотрин – надзвичайно небезпечним (I клас); лімітуючий показник – інгаляційна токсичність.

2. Актара 25 WG, в.г. та тіаметоксам не чинять подразнюючої та сенсибілізуючої дії (IV клас) на відміну від синтетичних піретроїдів, серед яких

Сумі-альфа, к.е. та Циперкіл 250 ЕС, к.е. сильно подразнюють слизові оболонки очей (I клас) та помірно шкіру (II клас), Альфагард 100, к.е. та Карате 050 ЕС, к.е. помірно подразнюють слизові оболонки очей (II клас). Причому препаративні форми у вигляді концентратів емульсій Сумі-альфа, к.е., Циперкіл 250 ЕС, к.е. та Альфагард 100, к.е., які містять у своєму складі органічні розчинники, володіють більш вираженою подразнюючою дією, ніж їх діючі речовини есфенвалерат, циперметрин та альфа-циперметрин. На відміну від них препарат Ф'юрі, в.е. у формі водної емульсії не чинить подразнюючої та сенсибілізуючої дії (IV клас), тоді як його діюча речовина – зета-циперметрин – слабкий алерген і слабо подразнює слизові оболонки очей та шкіру (III клас).

3. Віддалені наслідки дії не є лімітуючим критерієм при токсикологічній оцінці як тіаметоксаму так і досліджуваних синтетичних ціанопіретроїдів та препаратів на їх основі: найменші величини максимально недіючих доз (NOEL) встановлені за загальнотоксичною дією.

4. Стробілурини трифлоксистробін і крезоксим-метил та препарати на їх основі Флінт 50, в.г. і Стробі, в.г. є малотоксичними при пероральному та крізьшкірному надходженні, не подразнюють, або слабко подразнюють шкіру та слизові оболонки очей кролів, не чинять сенсибілізуючої дії при вивченні за методом Бюхлера. В той же час трифлоксистробін у максимізаційному тесті за Магнусоном і Клігманом проявив помірну, а препарат на його основі Флінт 50, в.г. – слабку алергенну активність. Відповідно до параметрів гострої токсичності та характеристики подразнюючої та сенсибілізуючої дії трифлоксистробін, крезоксим-метил та препарати на їх основі можна віднести до помірно небезпечних пестицидів (III клас) за лімітуючим показником – інгаляційною токсичністю для усіх досліджуваних речовин та алергенною дією для трифлоксистробіну і препарату Флінт 50, в.г.

Віддалені наслідки біологічної дії (канцерогенність, мутагенність, тератогенність, ембріотоксичність, репродуктивна токсичність) не є лімітуючим критерієм при токсикологічній оцінці трифлоксистробіну, крезоксим-метилу та препаратів на їх основі.

1. Інсектицид Рімон 10, к.е. та його діюча речовина новалурон за параметрами гострої токсичності, подразнюючою та алергенною дією є помірно небезпечними. Віддалені ефекти дії (канцерогенна, мутагенна, тератогенна активність та вплив на репродуктивну функцію) не є лімітуючими при токсикологічній оцінці новалурону та препарату на його основі Рімон 10, к.е. Інтегральний клас небезпечності препарату та його діючої речовини – 3; лімітуючий показник – інгаляційна токсичність.

2. Превалюючим ефектом дії новалурону при багаторазовому надходженні в організм незалежно від виду тварин, шляху введення та тривалості експерименту є зміни з боку червоної крові. Патологічні зміни селезінки та печінки носять вторинний характер. Найменший NOEL новалурону – 1,1 мг/кг – встановлений в хронічному досліді на щурах-самцях за загальнотоксичною дією, що з урахуванням коефіцієнту запасу 100 дозволило обґрунтувати величину ДДД новалурону для людини на рівні 0,01 мг/кг.

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА УМОВ ПРАЦІ ТА ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПЕСТИЦИДІВ В ЯБЛУНЕВИХ САДАХ

Світовий досвід в галузі застосування ХЗЗР у сільському господарстві свідчить про реальність їх несприятливого впливу на здоров'я працюючих [1К, 2К]. З огляду на зазначене обов'язковим етапом медико-біологічних випробувань при державній реєстрації нових пестицидів є об'єктивна оцінка умов праці та прогнозування ризику їх несприятливого впливу на стан здоров'я сільськогосподарських працівників.

На сьогодні існує декілька підходів щодо оцінки умов праці під час використання пестицидів. Традиційний спосіб передбачає порівняння вмісту діючих речовин пестицидів в об'єктах виробничого середовища (повітрі робочої зони) з затвердженими на державному рівні гігієнічними нормативами. Така система гігієнічної оцінки склалася понад півстоліття тому та завдяки добре розвиненій вітчизняній методології гігієнічного регламентування ефективно використовувалася упродовж тривалого періоду [5К].

Сучасний метод оцінки умов праці ґрунтується на розрахунку професійного ризику впливу пестицидів на працюючих за допомогою різноманітних експозиційних моделей. При цьому передбачається співставлення експозиційних доз (фактичного рівня впливу за результатами польових випробувань) з допустимим рівнем впливу, який встановлений токсикологічними експериментами на теплокровних тваринах. Умови праці визнають тим більш безпечними, чим меншим є співвідношення фактичного і допустимого рівнів. Необхідно відмітити, що методологія оцінки ризику, яка використовується у токсикології пестицидів, лежить за межами кількісної оцінки очікуваної частоти (ймовірності) небажаних ефектів зовнішнього впливу на популяцію [12К]. Попри це використання експозиційних моделей оцінки професійного ризику дозволяє не лише кількісно оцінити ступінь небезпечної дії пестицидів при їх застосуванні, а і науково обґрунтувати профілактичні заходи та здійснювати контроль за їх виконанням [11К].

У зв’язку з зазначеним одним із завдань нашої роботи було наукове обґрунтування регламентів безпечного застосування в яблуневих садах препаратів Актара 25 WG, в.г., Рімон 10, к.е., Карате Зеон CS, мк.с., Циперкіл 250 ЕС, к.е., Альфагард 100, к.е., Ф’юрі, в.е., Флінт 50, в.г. і Стробі, в.г. на підставі гігієнічної оцінки умов праці та визначення ризику шкідливої дії на організм працюючих їх діючих речовин тіаметоксаму, новалурону, лямбда-цигалотрину, циперметрину, альфа-циперметрину, зета-циперметрину, трифлоксистробіну та крезоксим-метилу.

7.1. Вивчення умов праці при вентиляторній обробці промислового саду

Натурні дослідження з санітарно-гігієнічної оцінки умов праці проводили у Києво-Святошинському та Васильківському районах Київської області при використанні досліджуваних препаратів у максимальних нормах витрат (табл. 7.1). Умови праці вивчали на різних стадіях технологічного процесу: при приготуванні робочих розчинів і заправленні ними обприскувачів та при безпосередньому обприскуванні.

В усіх випадках обробки яблуневих садів здійснювали при допустимих метеорологічних умовах (див. табл. 7.1).

Обприскування здійснювали за допомогою обприскувача причіпного вентиляторного ОПВ-2000, агрегатованого з трактором МТЗ-80. Основними складовими одиницями обприскувача є шасі, металевий бак з гідравлічною мішалкою, насосний агрегат, вентиляторно-розпилювальний пристрій, регулятор тиску і витрати рідини, відсічний пристрій. Калібрування обприскувачів проводили на початку сезонних робіт.

Підготовку робочих розчинів препарату та заправку обприскувачів проводили на спеціально обладнаних майданчиках (розчинних вузлах) безпосередньо перед обробкою. Розкриття упаковки та дозування препаратів проводили вручну. Бак обприскувача на ¼ заповнювали водою з цистерни, вносили необхідну кількість препарату, перемішували за допомогою

гідравлічної мішалки та доводили водою до відповідного об’єму. Тривалість операції складала 10–15 хвилин.

Під час обробки саду працюючий обприскувач рухався зі швидкістю 5–6 км/год. Тривалість обприскування складала 40 хвилин. При цьому кожного разу було оброблено сад на площі 2 га.

При здійсненні робіт із застосування досліджуваних пестицидів для обробки яблуневих садів були задіяні оператор розчинного вузла – заправник обприскувача та тракторист, які мали допуск до виконання робіт із пестицидами та агрохімікатами. Робітники працювали у комбінезонах із синтетичної тканини та черевиках; оператори розчинних вузлів використовували гумові рукавички.

До початку та після завершення робіт проводили медичний огляд працюючих: вимірювали артеріальний тиск, частоту серцевих скорочень, вивчали стан шкіри, слизових оболонок очей. Скарг на погіршення самопочуття під час проведення робіт та після їх завершення робітники не пред’являли. Діастолічний та систолічний артеріальний тиск, а також частота серцевих скорочень обстежуваних знаходилися у межах фізіологічних коливань. Ніяких змін зовнішнього вигляду шкіри та слизових оболонок працюючих під час огляду після проведення робіт із застосування препаратів не спостерігали.

Умови праці оцінювали на підставі результатів визначення діючих речовин пестицидів у повітрі робочої зони у різних робочих місцях, у змивах із відкритих ділянок шкіри та під спецодягом, у нашивках на спецодязі.

Відбір проб повітря, їх підготовку та хроматографічний аналіз проводили згідно з [15К, 18К, 19К, 21К, 22К, 23К, 25К]. Для визначення експозиційної інгаляційної дози досліджуваних речовин здійснювали одночасний відбір 5 проб повітря, які об’єднували на етапі екстракції (див. табл. 6.1). Змиви з поверхні шкіри тіла працюючих проводили по завершенні виробничих операцій за допомогою знежирених і змочених етанолом ватних тампонів. Межа визначення досліджуваних речовин методом ВЕРХ (новалурон) та ГРХ (інші пестициди) у змивах зі шкіри та у нашивках становила 1 мкг.

Оцінку ступеню можливого ризику шкідливого впливу досліджуваних пестицидів при обробці саду проводили за „російською” моделлю, розробленою

фахівцями Федерального наукового центру гігієни ім. Ф.Ф. Ерисмана [7К, 32К]. Зважуючи на те, що ступінь виявлення пестициду у досліджуваних середовищах залежить від чутливості використаного методу, користувалися підходом, запропонованим у [33К]: при результаті хімічного аналізу „< МКВ" в розрахунок брали числове значення МКВ, а при результаті „не виявлено" – ½ МКВ.

При вивченні умов праці встановлено, що приготування робочих розчинів досліджуваних препаратів та заправка обприскувачів у 85,7 % випадків супроводжується надходженням пестицидів у повітря зони дихання заправника (табл. 7.2). В повітрі зони дихання тракториста пестициди виявлено лише у 42,9 % випадків. Позитивним є те, що зареєстровані при цьому концентрації діючих речовин у 20–200 разів нижчі за гігієнічні нормативи в повітрі робочої зони.

Під час виконання виробничих операцій у 78,6 % випадків відбувається забруднення відкритих ділянок шкіри обличчя, в 42,9 % випадків – забруднення кистей рук. До того ж руки трактористів, які працюють без гумових рукавичок, забруднюються удвічі частіше, ніж заправників (57,1 % проти 28,6 % випадків відповідно). Залишкові кількості діючих речовин досліджуваних пестицидів знайдені у 37,1 % проб нашивок зі спецодягу. В той же час він надійно захищає шкіряні покриви працюючих від потрапляння пестицидів, оскільки залишкових кількостей речовини у змивах з ділянок шкіри під спецодягом не визначено.

Отримані у ході натурних досліджень результати були використані для розрахунку потенційного ризику шкідливого впливу досліджуваних пестицидів на організм працюючих.

Відповідно до „російської" моделі [7К] ступінь ризику крізьшкірного надходження досліджуваних речовин визначали шляхом порівняння фактичної дермальної експозиції ($Д_ф$) з орієнтовним допустимим рівнем забруднення шкірних покривів ($ОДР_{зшп}$).

Орієнтовний допустимий рівень забруднення шкірних покривів ($ОДР_{зшп}$) розраховували за формулою (2.1), фактичну дермальну експозицію ($Д_ф$) визначали за формулою (2.2).

Розрахунок $Д_{ср}$ був проведений з урахуванням фактичних рівнів забруднення шкіри (реальна експозиція), які наведені в табл. 7.2. Якщо досліджувану речовину у пробі не визначено, то для відкритих ділянок шкіри вважали, що вміст речовини дорівнює ½ межі визначення, а для ділянки шкіри під спецодягом враховували нульове значення.

Результати розрахунків середньої та фактичної дермальної експозиції наведені у табл. 7.3. Крім того встановлено, що в більшості (92,9 %) випадків найбільший внесок у формування фактичної дермальної експозиції робить забруднення шкіри рук (табл. 7.4). Його частка у дермальній експозиції оператора розчинного вузла становить 36,6–57,5 %, а тракториста – 48,3–72,4 %. Більша питома вага забруднення рук трактористів пов'язана з тим, що вони працювали без гумових рукавичок, тоді як руки заправника під час роботи були захищені, а їх забруднення відбувалось лише при знятті рукавичок.

Отримані нами в ході польових досліджень дані свідчать, що спецодяг працюючих надійно захищає їх шкіряні покриви від потрапляння пестицидів. В той же час розрахунок експозиційних доз за „німецькою" моделлю передбачає, що працюючий з пестицидом не використовує спецодягу, внаслідок чого забрудненими можуть виявитися руки (сорочка без рукавів), ноги (короткі брюки, шорти) тощо [13К]. Враховуючи зазначене, одночасно з реальною дермальною експозицією ми провели розрахунок аграваваної дермальної експозиції. Вважали, що заправники, як і трактористи, працюють без гумових рукавичок, а застосований одяг має низькі захисні властивості, внаслідок чого відбувається потрапляння пестицидів на шкіру в тих кількостях, які були визначені на поверхні рукавичок та у нашивках на спецодязі. Аграваванa дермальна експозиція (див. табл. 7.3) виявилася у 4,0–8,4 рази вищою, ніж реальна.

Таблиця 7.4

Внесок забруднення окремих відкритих ділянок шкіри

у формування фактичної дермальної експозиції

Діюча речовина	Працюючий	Питома вага (%) забруднення		
		обличчя	шиї	кистей рук
Тіаметоксам	Заправник	26,1	32,5	41,4
	Тракторист	7,7	38,5	53,8
Новалурон	Заправник	23,4	24,2	52,4
	Тракторист	11,7	29,1	59,2
Циперметрин	Заправник	34,6	28,8	36,6
	Тракторист	15,7	19,6	64,7
Альфа-циперметрин	Заправник	21,6	27,0	51,4
	Тракторист	21,6	27,0	51,4
Зета-циперметрин	Заправник	27,0	46,3	26,7
	Тракторист	26,4	25,3	48,3
Трифлоксистробін	Заправник	20,2	25,3	54,5
	Тракторист	17,4	21,8	60,8
Крезоксим-метил	Заправник	19,9	22,6	57,5
	Тракторист	7,9	19,7	72,4

Потенційний ризик при інгаляційному надходженні досліджуваних пестицидів оцінювали за співвідношенням фактичної концентрації у повітрі робочої зони до гігієнічного нормативу.

Встановлено, що ризик шкідливої дії досліджуваних пестицидів при інгаляційному надходженні дуже низький і коливається в межах 0,005–0,050 для заправника та 0,003–0,025 для тракториста (табл. 7.5).

Ризик шкідливої дії при перкутанному надходженні за умов реального забруднення шкірних покривів операторів розчинних вузлів і трактористів коливається в межах від 0,038 до 0,078 і у більшості (92,9 %) випадків є вищим за інгаляційний в 1,83–14,3 рази. Як наслідок, в сумарному ризику частка дермальної експозиції завжди перебільшує 50 % і в середньому становить 77,9±3,8 %, досягаючи в окремих випадках 91,1–93,5 %. При цьому для трактористів вона дещо вища ($0,05<p<0,1$), ніж для заправників, і становить 84,0±4,9 % проти 71,5±4,9 %. Це свідчить, що для операторів розчинного вузла ризик внаслідок інгаляційного надходження в організм вищий, ніж для трактористів.

Згідно з „російською" моделлю [7К], на підставі визначених дермального та інгаляційного ризиків розраховується сумарний ризик комплексної дії пестицидів на організм працюючих. Умови праці вважаються задовільними, а сумарний професійний ризик допустимим, якщо його значення не перевищує 1. Сумарний ризик для працівників, зайнятих застосуванням досліджуваних пестицидів у саду, є значно нижчим за 1 і коливається в межах 0,046–0,103. При цьому не виявлено достовірних розбіжностей залежно від характеру виконуваних виробничих операцій: середній ризик для трактористів становить 0,069±0,005, для заправників – 0,073±0,007, $p>0,05$.

Сумарний ризик для операторів розчинних вузлів не залежить від препаративної форми пестициду і становить у разі рідких форм (концентратів емульсій та водних емульсій) – 0,079±0,010, у разі водорозчинних гранул, тобто твердих форм, – 0,065±0,011, $p>0,05$.

Між сумарним ризиком для заправників та нормою витрат пестицидів за діючою речовиною виявлено позитивний кореляційний зв'язок середньої сили

(коефіцієнт кореляції r=0,314±0,020). В той же час для трактористів сумарний ризик не залежить від норм витрат (r=0,007).

За умов аграваційї ризик при крізьшкірному надходженні збільшується майже на один порядок і становить від 0,240 до 0,445.

Для аграваного сумарного ризику виявлено достовірні розбіжності залежно від характеру виконуваних виробничих операцій: середній ризик для трактористів становить 0,297±0,019, для заправників – достовірно вищий 0,383±0,028, p<0,05. Крім того, між аграваним сумарним ризиком для працюючих та нормою витрат діючої речовини існує позитивний кореляційний зв'язок середньої сили (r=0,526±0,067), тобто із збільшенням норм витрат аграваний ризик підвищується. Аграваний сумарний ризик для операторів розчинних вузлів не залежить від препаративної форми пестициду, але існує позитивний сильний зв'язок між ним та нормами витрат (коефіцієнт кореляції становить 0,738±0,055).

На підставі порівняння аграваного та реального крізьшкірного ризику розрахований коефіцієнт захисної дії спецодягу, який коливався у межах від 4,0 до 8,5 і становив у середньому 6,1±0,4. При цьому коефіцієнт захисної дії спецодягу у операторів розчинного вузла (7,2±0,4) виявився достовірно вищим (p<0,05), ніж у трактористів (5,1±0,3). Кращий захист шкіряних покривів заправників пов'язаний з використанням ними гумових рукавичок, тоді як кисті рук трактористів не були захищені.

Дані, наведені в табл. 7.5 свідчать, що для пестицидів останніх поколінь з класу неонікотиноїдів (тіаметоксам), похідних бензоїлфенілсечовини (новалурон), стробілуринів (крезоксим-метил та трифлоксистробін), а також синтетичних піретроїдів 3 покоління (альфа-циперметрин та зета-циперметрин) професійний ризик шкідливого впливу виявився нижчим, ніж для циперметрину – синтетичного піретроїду 1 покоління.

7.2. Розрахунок потенційного ризику шкідливої дії пестицидів при ранцевому обприскуванні

Особливості використання хімічних засобів захисту рослин в умовах приватних підсобних господарств пов'язані з необхідністю здійснення ручної обробки за допомогою ранцевих обприскувачів, залученням до роботи осіб непрофесійного контингенту різного віку, вихідного стану здоров'я та індивідуальної резистентності. Крім того, власники приватних садів часто порушують правила застосування пестицидів, невиправдано збільшуючи норми витрат та кратність обробки, використовують дешеві та недостатньо ефективні препарати з простроченими термінами зберігання [4К]. Контроль за нормами витрат і строком застосування пестицидів в умовах приватного сектору ускладнений. Це створює цілком реальну загрозу негативного впливу ХЗЗР на працюючих з ними та населення в цілому.

З метою обґрунтування регламентів безпечного застосування інсектицидів Рімон 10, к.е., Актара 25 WG, в.г., Карате Зеон CS, мк.с. та фунгіцидів Флінт 50, в.г. і Стробі, в.г. в приватних підсобних господарствах були досліджені умови праці при ранцевому обприскуванні яблуневих садів.

Натурні дослідження були проведені у Київській та Черкаській областях при застосуванні досліджуваних пестицидів у максимальних нормах витрат (табл. 7.6). При цьому витрати робочого розчину становили 10 л на 6–8 дерев віком до 5 років або 3–4 дерева віком понад 5 років. Обробки проводили за допомогою гідравлічних ранцевих обприскувачів, до складу яких входять поліетиленовий бак, піддон, насос з ручним приводом, брандспойт з розпилювальним наконечником, наплічні пояси з подушками. В усіх випадках обробки яблуневих садів здійснювали при допустимих метеорологічних умовах (див. табл. 7.6).

Приготування робочих розчинів препаратів та заправлення бака обприскувача виконували вручну. Робочий розчин готували у відрі місткістю 10 л. Для цього відро заповнювали водою на ¼ його об'єму, вносили необхідну

кількість препарату і після ретельного перемішування додавали відповідну кількість води. Заправлення бака робочим розчином проводили через фільтр, після чого бак герметично закривали кришкою.

Операції приготування робочих розчинів, заправлення ними обприскувачів та ранцеве обприскування садів здійснювали оператори, які мали допуск до виконання робіт із пестицидами та агрохімікатами. Робітники працювали у комбінезонах із синтетичної тканини та черевиках, використовували гумові рукавички та респіратори.

До початку та після завершення робіт проводили медичний огляд працюючих: вимірювали артеріальний тиск, частоту серцевих скорочень, вивчали стан шкіри, слизових оболонок очей. Скарг на погіршення самопочуття під час проведення робіт та після їх завершення робітники не пред'являли. Діастолічний та систолічний артеріальний тиск, а також частота серцевих скорочень обстежуваних знаходилися у межах фізіологічних коливань. Ніяких змін зовнішнього вигляду шкіри та слизових оболонок працюючих під час огляду після проведення робіт із застосування препаратів не спостерігали.

Умови праці оцінювали на підставі результатів визначення діючих речовин пестицидів у повітрі робочої зони у різних робочих місцях, у змивах із відкритих ділянок шкіри та під спецодягом, у нашивках на спецодязі.

Відбір проб повітря, їх підготовку та хроматографічний аналіз здійснювали згідно з [18К, 21К, 22К, 23К, 25К]. Для визначення експозиційної інгаляційної дози досліджуваних речовин проводили одночасний відбір 5 проб повітря, які об'єднували на етапі екстракції (табл. 6.1). Змиви з поверхні шкіри тіла працюючих проводили по завершенні виробничих операцій за допомогою знежирених і змочених етанолом ватних тампонів. Межа визначення досліджуваних речовин методом ВЕРХ (новалурон) та ГРХ (інші пестициди) у змивах зі шкіри та у нашивках становила 1 мкг.

При вивченні умов праці встановлено, що в повітрі зони дихання працюючого пестициди виявлені у 100,0 % випадків (табл. 7.7). Позитивним є те, що концентрації діючих речовин, які при цьому реєструються, у 5–80 разів нижчі за затверджені в Україні гігієнічні нормативи в повітрі робочої зони.

Під час виконання виробничих операцій у 100,0 % випадків відбувається забруднення відкритих ділянок шкіри обличчя, в 40,0 % – забруднення шиї та в 90,0 % – забруднення кистей рук. Залишкові кількості діючих речовин досліджуваних пестицидів знайдені у 68,0 % проб нашивок зі спецодягу. В той же час сам спецодяг надійно захищає шкіряні покриви працюючих від потрапляння пестицидів, оскільки залишкових кількостей речовин у змивах з ділянок шкіри під спецодягом не визначено.

Отримані нами у ході натурних досліджень результати були використані для розрахунку потенційного ризику шкідливого впливу досліджуваних пестицидів на організм працюючих.

Результати розрахунків середньої та фактичної дермальної експозиції, наведені у табл. 7.8. Крім того встановлено, що в усіх випадках найбільший внесок у формування фактичної дермальної експозиції робить забруднення шкіри рук (табл. 7.9). Його частка у дермальній експозиції працюючого становить 43,8–58,9 %.

Таблиця 7.8

Дермальна експозиція досліджуваних речовин при застосуванні препаратів на їх основі

Діюча речовина	Орієнтовно допустимий рівень забруднення шкіри ($ОДР_{зшп}$), $\times 10^{-6}$ мг/см^2	Дермальна експозиція, $\times 10^{-6}$ мг/см^2			
		середня ($Д_{ср}$)		фактична ($Д_ф$)	
		Р	А	Р	А
Новалурон	430	1,37	9,10	34,17	227,39
Тіаметоксам	430	1,28	10,44	32,03	261,03
Лямбда-цигалотрин	140	0,93	9,02	9,28	90,23
Трифлоксистробін	430	1,06	8,59	26,47	214,75
Крезоксим-метил	430	1,73	10,45	28,87	174,20

П р и м і т к а. Р – реальна експозиція, А – аграваована експозиція.

Одночасно з реальною дермальною експозицією ми провели розрахунок аграваованої дермальної експозиції. Вважали, що робочі працюють без гумових рукавичок, а застосований одяг має низькі захисні властивості, внаслідок чого відбувається потрапляння пестицидів на шкіру в тих кількостях, які були визначені на поверхні рукавичок та у нашивках на спецодязі. Аграваована дермальна експозиція (див. табл. 7.8) виявилася у 6,0–9,7 разів вищою, ніж реальна.

Таблиця 7.9

Внесок забруднення окремих відкритих ділянок шкіри

у формування фактичної дермальної експозиції

Діюча речовина	Питома вага (%) забруднення		
	обличчя	шиї	кистей рук
Новалурон	20,0	34,4	45,6
Тіаметоксам	34,7	16,6	48,7
Лямбда-цигалотрин	33,2	23,0	43,8
Трифлоксистробін	21,0	20,1	58,9
Крезоксим-метил	21,7	34,5	43,8

Потенційний ризик при інгаляційному надходженні досліджуваних пестицидів оцінювали за співвідношенням фактичної концентрації у повітрі робочої зони до гігієнічного нормативу.

Встановлено, що ризик шкідливої дії досліджуваних пестицидів при інгаляційному надходженні коливається в доволі широких межах: від 0,012 до 0,200 (табл. 7.10). Ризик шкідливої дії при перкутанному надходженні за умов реального забруднення шкірних покривів працюючих суттєво не відрізняється: діапазон коливань – від 0,062 до 0,080. В сумарному ризику частка дермальної експозиції становить від 24,8 (лямбда-цигалотрин) до 87,0 (новалурон) %.

Згідно з „російською” моделлю [7К], на підставі визначених дермального та інгаляційного ризиків розраховується сумарний ризик комплексної дії пестицидів на організм працюючих. Умови праці вважаються задовільними, а сумарний професійний ризик допустимим, якщо його значення не перевищує 1. При застосуванні досліджуваних пестицидів на яблунях в умовах приватних

підсобних господарств сумарний ризик для працюючих коливався в межах від 0,092 до 0,266 (див. табл. 7.10), тобто був значно нижчим за 1.

За умов аграваційї ризик при крізьшкірному надходженні збільшується майже на один порядок і становить 0,405–0,645. На підставі порівняння аграваного та реального крізьшкірного ризику розрахований коефіцієнт захисної дії спецодягу, який коливався у межах від 6,0 до 9,8 і становив у середньому 7,7±0,7.

Таблиця 7.10

Оцінка ризику шкідливої дії досліджуваних речовин при застосуванні препаратів на їх основі (за „російською" моделлю)

Діюча речовина	Інгаляційний ризик	Дермальний ризик		Сумарний ризик		Частка дермального реального ризику в сумарному, %	Коефіцієнт зниження дермального ризику за рахунок спецодягу
		Р	А	Р	А		
Новалурон	0,012	0,080	0,529	0,092	0,541	87,0	6,6
Тіаметоксам	0,100	0,074	0,607	0,174	0,707	42,5	8,2
Лямбда-цигалотрин	0,200	0,066	0,645	0,266	0,845	24,8	9,8
Трифлоксистробін	0,050	0,062	0,499	0,112	0,549	55,4	8,0
Крезоксим-метил	0,050	0,067	0,405	0,117	0,455	57,3	6,0

П р и м і т к а. Р – реальний ризик, А – аграваний ризик.

Для порівняльної оцінки професійного ризику при виконанні різних виробничих операцій в умовах агропромислового сектору та приватних підсобних господарств була здійснена математична обробка результатів з використанням варіаційної статистики та оцінкою достовірності розбіжностей за t-критерієм Стьюдента. Дані, наведені в табл. 7.11, свідчать, що при використанні досліджуваних пестицидів для обробки яблуневих садів професійний ризик (реальний та аграваваний) при виконанні різних виробничих операцій в умовах агропромислового сектору та приватних підсобних господарств в усіх випадках є нижчим за 1, тобто допустимим.

Висновки

З еколого-гігієнічних позицій потенційна небезпечність застосування пестицидів тісно пов’язана з особливостями їхньої поведінки в навколишньому середовищі. Впродовж вегетаційного періоду ХЗЗР акумулюються та піддаються інактивації в усіх елементах агроценозу, але основні процеси їхньої деградації відбуваються у ґрунті та рослинах.

Ґрунт є основною та найбільш небезпечною ланкою циркуляції пестицидів у довкіллі. Поведінка пестицидів у ґрунті зумовлена процесами сорбції на ґрунтових часточках, вимиванням вільною гравітаційною ґрунтовою водою та поверхневим стоком, вертикальною міграцією за профілем ґрунту, випаровуванням з поверхні в приземний шар атмосферного повітря, транслокацією та фітоакумуляцією, руйнацією внаслідок гідролізу, фотолізу та мікробіологічної деструкції. Рівень залишкових кількостей пестициду в ґрунті є функцією від норми витрат, строку від моменту надходження речовини у ґрунт, швидкості процесів її міграції та деструкції. Останні, в свою чергу, залежать від фізико-хімічних властивостей речовини (леткості, розчинності, дипольних моментів тощо) та ґрунтово-кліматичних умов (механічного складу ґрунту, вмісту гумусу, pH ґрунтової витяжки, середньої річної температури, кількості атмосферних опадів, рівнів інсоляції тощо). Так, період напіврозпаду (τ_{50}) транс-ізомерів циперметрину становить 4,1–17,6 днів, а цис-ізомерів – 12,5–56,4 днів. Період напівзникнення есфенвалерату в піщано-суглинистому ґрунті (гумусу 1,1 %, pH 7,3) становить 88 днів, в муловому суглинку (гумусу 2,0 %, pH 5,3) – 114 днів, в глинах (гумусу 0,2 %, pH 5,7) – 287 днів [17]. В цілому для досліджуваних синтетичних піретроїдів основним шляхом руйнації у ґрунті є мікробіологічна деструкція. В натурних умовах речовини швидше зникають з ґрунту, ніж в лабораторних. Так, τ_{50} зета-циперметрину в лабораторних умовах 1–4 тижні, а в натурних – лише 2–6 днів. При цьому на зникнення досліджуваних пестицидів з ґрунту майже не впливає міграція в суміжні середовища, оскільки речовини добре адсорбуються (наприклад, коефіцієнт сорбції органічною

речовиною K_{oc} есфенвалерату 5300, зета-циперметрину – 11542—54913 залежно від типу ґрунту) і є малорухомими [17].

Деградація пестицидів у рослинах відбувається у середньому в 1,5 рази швидше, ніж у ґрунті [7]. На швидкість зникнення пестициду з рослин впливають морфологічні (зумовлюють кількість речовини, що потрапляє на поверхню листя або плоду під час обробки, та сорбцію) і фізіолого-біохімічні особливості (впливають на всмоктування, пересування та деструкцію) рослин, фізико-хімічні властивості речовини та метеорологічні умови.

Список літератури

1. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: МУ №4263-87, Утв. МЗ СССР 13.03.1987 – Киев, 1988. – 210 с.

2. Методичні вказівки з виконання вимірювань тіаметоксаму у повітрі робочої зони та атмосферному повітрі газохроматографічним методом: МВ № 304-2001 // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Київ, 2004. – № 37. – С. 189—193.

3. Методичні вказівки з виконання вимірювань новалурону у повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методами високоефективної рідинної і тонкошарової хроматографії: МУ № 301-2001 // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Киев, 2004. – № 37. – С. 173—180.

4. Методические указания по измерению концентраций синтетических пиретроидов (амбуш, децис, рипкорд, сумицидин) в воздухе рабочей зоны хроматографическими методами: МУ № 2858-83 // Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочник. – Т. 2. – М.: Агропромиздат, 1992. – С. 251—254.

5. Методические указания по хроматографическому измерению концентраций новых синтетических пиретроидов (данитол, фастак, циболт, карате) в воздухе рабочей зоны: МУ № 4970-89 // Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочник. – Т. 2. – М.: Агропромиздат, 1992. – С. 254—256.

6. Методические указания по хроматографическому измерению концентраций бифентрина и зетациперметрина в атмосферном воздухе (Дополнение к № 6220-91, № 2858-83): МУ № 67-97 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – Киев, 2000. – № 26. – С. 63—66.

7. Методичні вказівки з виконання вимірювань трифлоксистробіну у повітрі робочої зони та атмосферному повітрі газохроматографічним методом: МВ № 305-2001 // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Київ, 2004. – № 37. – С. 194—198.

8. Методика измерений концентраций крезоксим метила в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе методом газожидкостной хроматографии: МУ № 166-99 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде. – Киев, 2001. – № 29. – С. 64—68.

9. Ракитский В.Н., Ильницкая А.В., Юдина Т.В. и др. Определение фактических экспозиционных уровней для оценки риска воздействия пестицидов на здоровье работающих // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 76—78.

10. Методические рекомендации по изучению и гигиенической оценке условий труда при применении пестицидов: МР № 01-19/140-17. – М., 1995. – 11 с.

11. Кундієв Ю.І., Кірсенко В.В., Карпенко В.М. та ін. Алгоритм визначення експозиційної дози при крізьшкірному надходженні пестицидів під час їх застосування // Гигиена труда. – 2002. – Выпуск 33. – С. 240—248.

12. Пестициди. Класифікація за ступенем небезпечності: ДСанПін 8.8.1.002-98 // Зб. важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. – Київ, 2000. – Т. 9. – Ч. 1. – С. 249–266.

13. Lundehn J., Krebs B. Uniform Principles for Safeguarding the Health of Applicators of plant Protection Products.– Berlin: Kommissionsverlag P. Parey, 1992. – 50 p.

14. Яструб Т.А. Методические подходы к оценке возможной опасности действия пестицидов при загрязнении кожи работающих // Гигиена труда, 2000. – Вып. 31. – С. 147–158.

15. The Pesticide Manual. Incorporating The Agrochemicals Handbook /

16. Малкина–Пых И.Г. Моделирование динамики пестицидов в элементарных экосистемах различных географических зон на основе метода функций отклика // Агрохимия. – 1995. – № 8. – С. 87–97.

17. Методичні вказівки з виконання вимірювань новалурону у повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методами високоефективної рідинної і тонкошарової хроматографії: МУ № 301-2001 // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Киев, 2004. – № 37. – С. 173—180.25К

18. Методичні вказівки з визначення тіаметоксаму у воді, ґрунті, насінні соняшнику, зерні пшениці, кукурудзи, соняшниковій і кукурудзяній олії, цукровому буряку: МВ № 250-2001 // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Київ, 2004. – № 37. – С. 24—29.26К

19. Методичні вказівки з визначення трифлоксистробіну в воді, ґрунті, яблуках, грушах, яблучному соку методом газорідинної хроматографії: МВ № 252-2001 // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в

продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Київ, 2004. – № 37. – С. 36—41.27К

20. Методичні вказівки з виконання вимірювань новалурону у воді, ґрунті, яблуках, картоплі, яблучному соку методами високоефективної рідинної та тонкошарової хроматографії: МУ № 302-2001 // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Киев, 2004. – № 37. – С. 181—188.28К

21. Временные методические указания по определению крезоксим метила в воде, почве, яблоках, винограде, яблочном и виноградном соках методом газожидкостной хроматографии: МУ № 205-2000 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах, кормах и внешней среде. – Киев, 2001. – № 33. – С. 14—18.29К

22. Временные методические указания по определению синтетических пиретроидов (амбуш, децис, рипкорд, сумицидин) методами газожидкостной и тонкослойной хроматографии в растениях, почве, воде водоемов: МУ № 2473-81 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – Москва, 1982. – № 12. – С. 249—258.30К

23. Временные методические указания по определению новой группы синтетических пиретроидов (карате, циболт, децис, фастак, данитол) в растениях, почве, воде водоемов хроматографическими методами (ГЖХ, ТСХ): МУ № 4344-87 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – Киев, 1995. – № 18. – Т. 2. – С. 72—81.31К

24. Ракитский В.Н., Ильницкая А.В., Юдина Т.В. и др. Определение фактических экспозиционных уровней для оценки риска воздействия пестицидов на здоровье работающих // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 76—78.32К

25. Кундієв Ю.І., Кірсенко В.В., Карпенко В.М. та ін. Алгоритм визначення експозиційної дози при крізьшкірному надходженні пестицидів під час їх застосування // Гигиена труда. – 2002. – Выпуск 33. – С. 240—248.33К

26. Коршун О.М., Бардов В.Г., Коршун М.М., Омельчук С.Т., Сасінович Л.М. Токсиколого-гігієнічна характеристика інсектициду Рімон 10, к.е. та оцінка його небезпечності для працюючих // Український журнал з проблем медицини праці. – 2006. – № 3(7). – С. 43–50. 34К

27. Коршун О.М., Бардов В.Г., Омельчук С.Т. Гігієнічна оцінка професійного ризику при застосуванні сучасних інсектицидів та фунгіцидів в яблуневих садах // Довкілля та здоров'я 35К

28. Коршун О.М. Гігієнічна оцінка ризику при застосуванні сучасних інсектицидів та фунгіцидів на яблуні в умовах приватних підсобних господарств // Гігієна населених місць 36К

29. Бардов В.Г., Коршун О.М., Гиренко Т.В. Оценка загрязнения воздуха при обработке садов пестицидами // IV Международная конференция «Воздух 2004. Научно-технические, социальные и экономические проблемы воздушной среды», Санкт-Петербург, 9–11 июня 2004 г.: Тезисы докладов. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 83–86. 37К

30. Коршун О.М., Омельчук С.Т. Оцінка професійного ризику при застосуванні сучасних інсектицидів та фунгіцидів на яблуні 38К