

# THE HYGIENIC REGULATIONS OF THE SAFE APPLICATION OF THE COMBINED PESTICIDES IN THE SYSTEM OF PROTECTION OF THE APPLE PLANTS AGAINST PESTS, DISEASES, AND WEEDS

Yastrub A.M., Omelchuk S.T.

## ГІГІЄНИЧНЕ РЕГЛАМЕНТУВАННЯ БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ПЕСТИЦИДІВ У СИСТЕМІ ЗАХИСТУ ЯБЛУНЕВИХ НАСАДЖЕНЬ ВІД ШКІДНИКІВ, ХВОРОБ І БУР'ЯНІВ

# Н

**ЯСТРУБ А.М.,  
ОМЕЛЬЧУК С.Т.**

Національний  
медичний  
університет  
ім. О.О. Богомольця,  
Київ, Україна

іні провідним фактором реалізації потенціалу продукції рослинництва та збереження врожайності культур залишаються хімічні засоби захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників. Чільне місце у сучасному сільськогосподарському виробництві посідає інтегрований захист багаторічних яблуневих насаджень, площа яких в Україні становить близько 120 тисяч гектарів [1].

Широкий спектр шкочинних факторів яблуневих промислових насаджень налічує понад 300 видів шкідників (попелиці, каліфорнійська та інші види щитівків, довгоноси-

ки, квіткоїди, трубокверти, листокрутки, яблуневі плодожерки, мінувальні молі, американські білі метелики, шовкопряди, кліщі тощо), близько 100 збудників хвороб (парша, борошниста роса, бактеріальний опік дерев, плодові гнилі тощо) та майже 50 видів бур'янів зумовлюють застосування більш інтенсивного хімічного захисту плодів зерняткових культур порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами [1].

Проте пестициди за своїм визначенням є токсичними речовинами, виробництво, зберігання, транспортування та застосування яких нале-

**ГІГІЄНИЧНЕ РЕГЛАМЕНТУВАННЯ БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ПЕСТИЦИДІВ У СИСТЕМІ ЗАХИСТУ ЯБЛУНЕВИХ НАСАДЖЕНЬ ВІД ШКІДНИКІВ, ХВОРОБ І БУР'ЯНІВ**

**Яструб А.М., Омельчук С.Т.**

Національний медичний університет  
ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна

Якість та безпечність сільськогосподарської продукції, вирощеної з застосуванням хімічних засобів захисту рослин, є актуальною проблемою профілактичної медицини.

Поява численних залишків пестицидів у харчових продуктах викликає занепокоєння у сприйнятті широкої громадськості та привертає увагу науковців до пошуку підходів до оцінки та контролю мультизалишків.

**Мета дослідження** – аналіз асортименту діючих речовин комбінованих пестицидних препаратів, які використовуються в Україні у сучасних системах захисту яблуневих садів, характеристика небезпеки та оцінка комбінованої експозиції кількох пестицидів за їх сумісного надходження до організму людини з яблуками.

**Матеріали та методи дослідження.** У роботі використано методи аналітичного дослідження асортименту діючих речовин пестицидів, які зареєстровані та використо-

вуються в Україні у сучасних системах захисту яблуневих садів, за функціональним призначенням (гербіциди, інсектициди, акарициди, фунгіциди); нормативні документи національного законодавства з гігієнічного регламентування пестицидів та методичних підходів до оцінки комбінованого впливу сумішей пестицидів у харчових продуктах.

**Результати.** За результатами проведеного аналізу залишкових кількостей діючих речовин пестицидів в яблуках зроблено висновок про низький рівень короткострокового (гострого) ризику на здоров'я споживачів. Тим не менш, неможливо ігнорувати факт присутності у харчових продуктах кількох пестицидів з однаковим механізмом біологічної дії, тобто можливості їхнього адитивного чи синергічного ефекту на здоров'я.

**Висновки.** Подальші дослідження необхідно спрямувати на оцінку експозиції та виявлення небезпеки для здоров'я споживачів від комбінованого впливу пестицидів, які застосовуються на овочевих та зернових культурах, за створеними групами речовин зі спільним способом/механізмом дії.

**Ключові слова:** пестициди, максимально допустимі рівні залишків в яблуках, комбінований вплив, індекс небезпеки.

© Яструб А.М., Омельчук С.Т. СТАТТЯ, 2022.

жать до об'єктів суворого регулювання та контролю [2]. Критеріями безпечності пестицидів для здоров'я є гігієнічне регламентування їхнього вмісту у середовищі життєдіяльності людини, у тому числі встановлення максимально допустимих рівнів (МДР) у харчових продуктах. Особливої уваги заслуговує питання якості та безпечності сільськогосподарської продукції, яка підлягає безпосередньому впливу пестицидів (овочі, фрукти, зернові культури) та становить основну частину харчового раціону людини, у тому числі є сировиною для виготовлення продуктів дитячого харчування.

Разом з тим, поява численних залишків пестицидів у харчових продуктах викликає занепокоєння у сприйнятті широкої громадськості та привертає увагу науковців до пошуку підходів до оцінки та контролю мультизалишків [3-5].

Так, за даними звіту Європейського агентства з безпечності харчових продуктів (European Food Safety Authority, EFSA), виконаного 2015 року у рамках Програми європейського моніторингу, було проаналізовано 1610

зразків яблук, з яких у 33% було знайдено залишки пестицидів, 1077 зразків містили один та більше пестицидів. Мультизалишки знайдено у 739 зразках (46%): 15% містили 2 залишки, 12% – 3 залишки, 8% – 4, 5-5, 3% – 6. Загалом в яблуках було визначено 55 пестицидів. Серед них найчастіше виявлялися каптан, фолпет (27,9% зразків), дитіанон (23%), дитіокарбамат (17,7%) [6].

Це питання є особливо актуальним у зв'язку зі збільшенням кількості сучасних комбінованих пестицидних препаратів різного функціонального призначення, які містять декілька діючих речовин (д.р.), що підвищує їхню біологічну активність [7, 8]. Надходження таких комбінацій пестицидів з харчовими продуктами за їх сумісного виявлення навіть у невеликих концентраціях і у межах встановленого МДР може бути шкідливим для здоров'я людини [9].

Викладене вище дозволяє вважати кількісну оцінку комбінованої експозиції кількома діючими речовинами пестицидів за їх одночасного надходження до організму з харчовими продуктами з вірогідністю прояву адитивних або синергіч-

них ефектів на здоров'я людини актуальною проблемою профілактичної медицини.

**Мета дослідження** – аналіз асортименту діючих речовин комбінованих пестицидних препаратів, які використовуються в Україні у сучасних системах захисту яблуневого саду, характеристика небезпеки та оцінки комбінованої експозиції кількома пестицидами за їх сумісного надходження до організму людини з яблуками.

**Матеріали та методи досліджень.** Об'єктом досліджень були діючі речовини пестицидних формуляцій та їхні комбінації, які зареєстровані та використовуються в Україні у сучасних системах захисту яблуневого саду [10, 11]. Загальний асортимент пестицидів розподілявся за функціональним призначенням (інсектициди, акарициди, фунгіциди, гербіциди) та хімічними класами органічних сполук з використанням надійних інформаційних джерел [12, 13] з наступною вибіркою комбінованих пестицидів та визначенням характеру дії їхніх діючих речовин. Теоретичні дослідження нормативних документів національного законодавства передбачали пошук гігієнічних нормативів та регламентів безпечного застосування пестицидів: допустимої добової дози (ДДД) та максимально допустимого рівня (МДР) в яблуках, термінів очікування до збору врожаю [10, 11, 14].

Визначення експозиції залишкових кількостей пестициду в яблуках для дорослих та дітей віком 2-6 років вираховували, виходячи з принципу комплексного гігієнічного нормування, рекомендованих МДР для кожної діючої речовини у харчовому продукті та норми споживання цього продукту дорослими і дітьми:

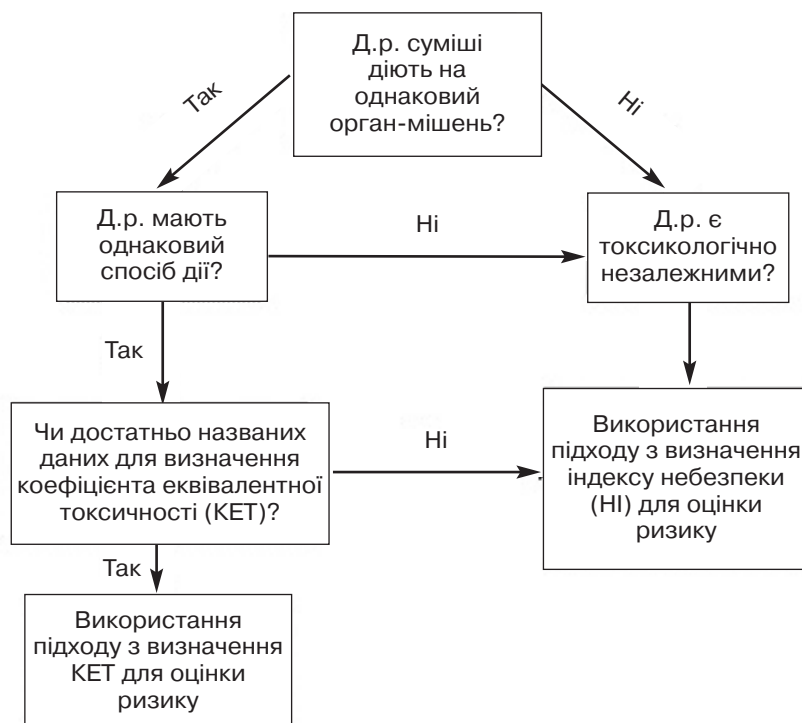
$$E = MDP \times DN \div M, \quad (1)$$

де  $E$  – денна експозиція залишкових кількостей діючої речовини пестициду в яблуках, мг/кг м.т./добу;

$MDP$  – максимально допустимий рівень діючої речовини пестициду в яблуках, мг/кг;

$DN$  – середньодобова кількість споживання яблук, кг/людину/добу (для дорослої людини – 0,125 кг, для дітей віком до 6 років (зерняткові плоди, яблу-

Рисунок 1  
**Блок-схема підходу до оцінки ризику для сумішей пестицидів у харчових продуктах**



ка) – 0,082 кг) [15, 16];  
*M* – маса тіла дорослої людини (60 кг) та дітей віком 2-6 років (15,6 кг) [17].

Нині не існує чітко визначеного методу оцінки ризику, який би враховував усі взаємодії багатокomпонентних сумішей. Нами використано покрокову блок-схему підходу до оцінки ризику для сумішей пестицидів у харчових продуктах, запропоновану та адаптовану Данським ветеринарним та харчовим управлінням (рис. 1) [18].

Метод індексу небезпеки (НІ) вважається найбільш прийнятним для токсикологічно незалежних сполук, а також для речовин з подібними ефектами, коли знання про спосіб дії недостатні або недоступні. Даний спосіб є прозорим, зрозумілим і безпосередньо стосується ДДД, МДР, які є мірою прийнятного ризику. Даний спосіб також використовується для комбінацій речовин, які мають той самий орган-мішень, але різні механізми дії. За результатами наукових досліджень найбільш імовірним комбінованим впливом компонентів суміші на той самий орган є сумація (адитивність) або синергізм (коли ефект суміші більший за суму індивідуальних ефектів). Як правило, залишкові кількості пестицидів у харчових продуктах виявляються на рівнях, значно нижчих, ніж МДР, тому не очікується, що вони проявлять більший, ніж адитивний ефект. Такий підхід не враховує можливої різниці у механізмах специфічної дії окремих пестицидів і може перебільшувати небезпеку для здоров'я, однак має більшу перевагу порівняно з роздільною оцінкою кожного з пестицидів, залишки якого присутні у харчовому продукті.

У випадках, де вагомість доказів вказує на те, що сполуки мають спільний механізм дії (наприклад, фосфорорганічні сполуки – ФОС), хлор-ацетаніліди, дитіокарбамати і тіокарбамати), належить для оцінки ризику використовувати фактор еквівалентної токсичності (ФЕТ) [18]. У нашому випадку оцінку проводили за комбінаціями речовин, які належать до ФОС, піретроїдів, неонікотиноїдів, фталімідів, триазолів.



## ГІГІЕНА СЕЛА

Коефіцієнт небезпеки (Н<sub>Q</sub>) вираховували для кожної діючої речовини як співвідношення денної експозиції від споживання яблук та ДДД:

$$HQ = E \div DDD, \quad (2)$$

де *HQ* – коефіцієнт небезпеки; *E* – денна експозиція залишкових кількостей діючої речовини пестициду в яблуках, мг/кг м.т./добу;

*DDD* – допустима добова доза діючої речовини пестициду для людини, мг/кг м.т.

Характеристику ризику розвитку ефектів комбінованого впливу пестицидів визначали за індексом небезпеки (НІ), який є сумою коефіцієнтів небезпеки кожної речовини:

$$HI = HQ_a + HQ_b + HQ_c + \dots + HQ_j, \quad (3),$$

де *HI* – індекс небезпечності усієї суміші діючих речовин пестицидів;

*HQ<sub>a,b,c,...j</sub>* – коефіцієнти небезпеки для речовин *a, b, c, ..., j*.

Відносний потенційний фактор (ВПФ) визначали для діючих речовин з груп пріоритетних комбінацій, які належать до одного хімічного класу. Для цього одну хімічну речовину з групи споріднених обирали як «індексну сполуку» з певним фактором, а ВПФ інших речовин розраховували відносно індексу. Загальна сумарна небезпека оцінювалася шляхом підсумовування впливу кожної діючої речовини (*E*) з

поправкою на ВПФ:

$$H_{\text{сум}} = E_a \times \text{ВПФ}_a + \text{ВПФ}_b + \dots + E_j \times \text{ВПФ}_j, \quad (4)$$

де *H<sub>сум</sub>* – загальна сумарна небезпека, мг/кг м.т./добу;

*E<sub>a,b,c,...j</sub>* – денна експозиція залишкових кількостей кожної діючої речовини пестициду в яблуках, мг/кг м.т./добу;

*ВПФ<sub>a,b,c,...j</sub>* – відносний потенційний фактор кожної діючої речовини з групи споріднених.

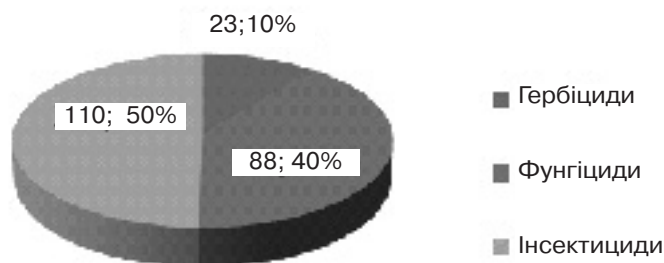
**Результати та їх обговорення.** Асортимент пестицидів, зареєстрованих в Україні, для застосування на яблунях наведено на рисунку 2.

Так, станом на 2018 рік цей перелік налічував 221 препаративну формуляцію, призначену для захисту яблуневого саду на різних фазах розвитку рослин. Це пестициди різної спрямованої дії, які налічують 110 інсектицидів, 88 фунгіцидів та 23 гербіциди. Ці пестицидні формуляції містять 84 діючі речовини, які належать до різних хімічних класів. Основні хімічні класи органічних сполук, до яких належить більшість цих діючих речовин, наведено на рисунку 3.

Розподіл діючих речовин пестицидів за хімічними класами показав, що найпоширенішою групою серед інсектицидів є ФОС (19%), піретроїди (17%) та неонікотиноїди (11%). Серед пестицидів з фунгіцидною

Рисунок 2

### Кількість пестицидів, які застосовуються на яблунях



активністю широко застосовуються похідні триазолу (17%), карбоксаміди (9%), стробілурини (7%). Однакова кількість пестицидів припадає на групи авермектинів, бензimidазолів, інгібіторів синтезу хітину та дитіокарбаматів (по 4%).

Наступним етапом дослідження було встановлення кількості комбінованих пестицидних формуляцій з визначенням комбінацій за хімічними класами та частотою випадків таких комбінацій (табл. 1).

Як видно з наведених у таблиці 1 даних, найчастіше зу-

стрічаються сумішеві препарати, які містять діючі речовини у таких комбінаціях: ФОС та піретроїди (7 препаратів), неонікотиніди та піретроїди (6 препаратів), стробілурини та триазоли (4 препарати).

Відомі випадки потенціювання дії препаративних форм пестицидів, які містять ФОС та піретроїди, шляхом токсиконетичної їх взаємодії з органічними розчинниками як компонентами суміші, а також за рахунок збільшення періоду детоксикації піретроїдів деякими ФОС [19, 20].

Таблиця 1

### Комбінації діючих речовин пестицидів різного функціонального призначення

Комбінація	Хімічні класи*	Кількість комбінацій
<i>Інсектициди</i>		
Хлорпірифос + циперметрин	ФОС + П	6
Імідаклоприд + лямбда-цигалотрин	Н + П	6
Хлорантраніліпрол + лямбда-цигалотрин	АА + П	1
Хлорантраніліпрол + тіаметоксам	АА + Н	1
Лямбда-цигалотрин + тіаметоксам	П + Н	1
Тіаметоксам + ацетаміприд	Н + Н	1
Циантраніліпрол + абамектин	Д + Ав	1
Феноксикарб + люфенурон	К + ІСХ	1
Хлорпірифос + біфентрин	ФОС + П	1
Піриміфос-метил + піридабен + ацетаміприд	ФОС + Пір + Н	1
Флубендіамід + тіаклоприд	КА + Н	1
Новалурон + біфентрин	С + П	1
<i>Фунгіциди</i>		
Крезоксим-метил + дифеноконазол	Стр + Т	3
Дифеноконазол + флукаспіроксад	Т + КА	1
Ципродиніл + тебуконазол	АП + Т	1
Тебуконазол + флуопірам	Т + ПЕБ	1
Тебуконазол + трифлуксистробін	Т + Стр	1
Тебуконазол + каптан	Т + Ф	1
Дифеноконазол + ізопіразам	Т + ПКА	1
Трифлуксистробін + флуопірам	Стр + ПЕБ	1
Боскалід + піраклостробін	КА + Стр	1
Триадимефон + флутриафол	Т + Т	1
Манкоцеб + цимоксаніл	ДТК + ЦАО	1
Міклобутаніл + квіноксифен	Т + Т	1
Дитіанон + піриметаніл	ГХ + АП	1
Гідроксид міді + сірка	НС + НС	1
Сульфат міді + фосфориста кислота	НС + ФОС	1

Примітки: \* ФОС – фосфорорганічні сполуки; П – піретроїди, Н – неонікотиніди, АА – антраніламіди, Д – діаміди, Ав – авермектини, К – карбамати, ІСХ – інгібітори синтезу хітину, Пір – піридазинони, КА – карбоксаміди, С – сечовини, Стр – стробілурини, Т – триазоли, АП – анілінпірамідини, ПЕБ – піридиніл-етилбензаміди, Ф – фталіаміди, ПКА – піразолкарбоксаміди, ДТК – дитіокарбамати, ЦАО – ціаноацетамід оксиди, ГХ – група хітонів, НС – неорганічні сполуки.

Дані суміші пестицидів були обрані як пріоритетні для подальшої характеристики ризику розвитку ефектів комбінованого впливу.

Розрахунок впливу залишкових кількостей комбінацій діючих речовин пестицидів в яблуках наведено у таблиці 2.

Наведені дані свідчать, що індекс небезпеки від впливу залишкових кількостей усієї групи речовин, що містяться в яблуках, для дорослих становить 0,1718, для дітей – 0,425, що значно нижче 1 та вказує на низький рівень короткострокового (гострого) ризику на здоров'я споживачів. Тим не менш, неможливо не зважати на факт присутності у харчових продуктах кількох пестицидів з однаковим механізмом біологічної дії, що означає і можливість посилення негативного впливу на здоров'я за рахунок адитивного чи синергічного ефекту.

Цікавими у плані можливого потенціювання ефектів є комбінації речовин, які належать до одного хімічного класу та мають подібний спосіб дії, наприклад неонікотиніди (комбінація Н+Н), які характеризуються загальнотоксичною дією на організм з переважним впливом на функціональний стан печінки, у великих дозах – порушення функції цитоподібної залози, прояви нейротоксичної дії; триазоли (комбінація Т+Т), які є індукторами монооксигеназної системи загальнотоксичної дії на організм з переважним гепатотропним ефектом.

Для оцінки загальної сумарної небезпеки впливу цих діючих речовин використано концепцію фактора еквівалентної токсичності. Дана концепція заснована на припущенні, що структурно пов'язані хімічні речовини проявляють свою токсичну дію за схожим механізмом (проста подібна дія), але ця дія відрізняється за потужністю.

Інтернаціональна шкала чинників еквівалентної токсичності (ITEF) з визначенням токсичних еквівалентів використовується для оцінки сумарної небезпеки діоксинів. Подібний спосіб був обраний нами для оцінки ризику поєднаної дії від впливу інгібіторів ацетилхолінестерази. Та-

THE HYGIENIC REGULATIONS OF THE SAFE APPLICATION OF THE COMBINED PESTICIDES IN THE SYSTEM OF PROTECTION OF THE APPLE PLANTS AGAINST PESTS, DISEASES, AND WEEDS

Yastrub A. M., Omelchuk S. T.

National O.O. Bohomolets Medical University, Kyiv, Ukraine

**Background:** The quality and safety of agricultural product, grown with the application of chemical plant protection products, is an urgent problem of preventive medicine. The occurrence of multiple pesticide residues in the foodstuffs is of concern to the general public and is engaging scientists in the search for approaches to the assessment and control of multi-residues.

**Objective:** We analyzed a range of the active substances of combined pesticides used in Ukraine in modern apple orchard protection systems, characterized a hazard and assessed the combined exposure to several pesticides at their joint ingress with apples into the human body.

**Materials and methods:** In the work, we applied the methods of analytical research of the range of active substances of pesticides, registered and

used in Ukraine in modern systems of apple orchard protection, by functional purpose (herbicides, insecticides, acaricides, fungicides); used the normative documents of national legislation on hygienic regulation of pesticides and methodological approaches to the assessment of the combined effects of pesticide mixtures in the foodstuffs.

**Results:** According to the results of the analysis of the residues of active substances of pesticides in apples, the conclusion about the low level of short-term (acute) risk for health consumers has been made. However, it is impossible to ignore a presence of many pesticides with a similar mechanism of biological action in food, and hence, a possibility of their additive or synergistic effect on health.

**Conclusions:** Further research should be aimed at assessing the exposure and identifying the health hazards of the consumers from the combined effect of pesticides, applied for vegetables and cereals, by established groups of substances with a general effect mode/mechanism.

**Keywords:** pesticides, maximum permissible residue levels in apples, combined impact, hazard index.

кий підхід також запропоновано вітчизняними науковцями з метою удосконалення нормування пестицидів (МДР, ДДД), які характеризуються однакою механізмом дії [21].

У таблиці 3 наведено відносні потенційні фактори та визначення загальної сумарної небезпеки комбінованого впливу пестицидів групи триазолів та неонікотиніодів.

Як видно з наведених у таблиці 3 даних, загальна сумарна небезпека впливу залишкових кількостей окремих комбінацій діючих речовин пестицидів на рівні МДР в яблуках для різних вікових груп населення (дорослі та діти віком від 2 до 6 років) становить незначну частку від ДДД індексної сполуки та є безпечною. Так, сумарне добове надходження триадимефону та флутриафолу з яблуками до організму дорослої людини становить 1,3% від ДДД флутриафолу, міклобутанілу та квіноксифену – 0,27% від ДДД міклобутанілу, тіаметоксаму – 2% від ДДД ацетаміприду.

Комбінований вплив цих груп пестицидів на одиницю маси тіла дітей є вищим, проте також лежить у межах допустимих величин та становить для обраних комбінацій 3,25%, 0,67% та 5% від ДДД відповідних індексних сполук.

### Висновки та перспективи.

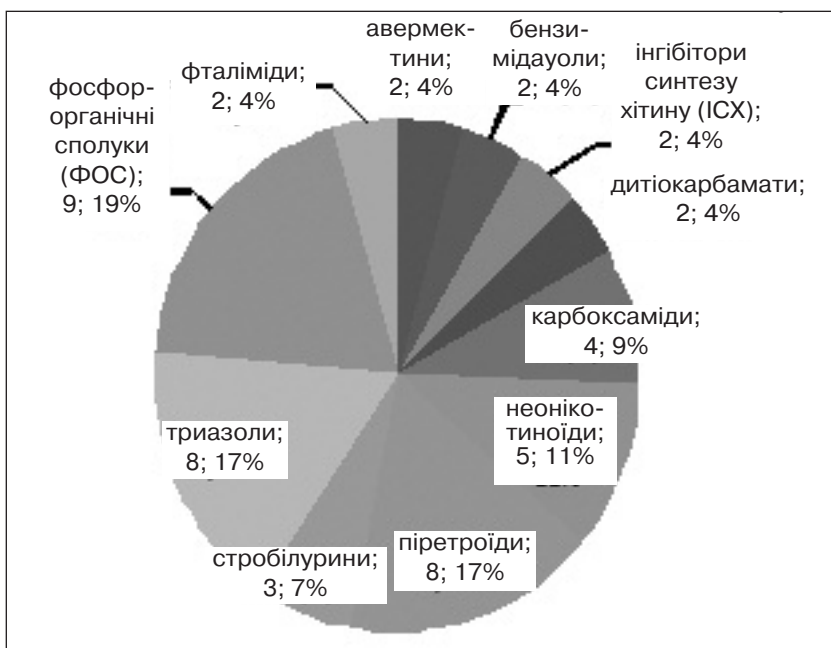
За результатами проведеного аналізу залишкових кількостей діючих речовин пестицидів в яблуках зроблено висновок про низький рівень короткострокового (гострого) ризику для здоров'я споживачів за умови суворого дотримання гігієнічних регламентів застосування пестицидів (норм витрат, кратності обробок, термінів очікування до збору врожаю). Тим не менш, неможли-

во ігнорувати факт присутності у харчових продуктах кількох пестицидів з однаковим механізмом біологічної дії, а це означає і можливість посилення їхнього негативного впливу на здоров'я за рахунок адитивного чи синергічного ефектів.

Подальші дослідження будуть спрямовані на виявлення небезпеки для здоров'я споживачів від комбінованого впливу пестицидів, які застосовуються

Рисунок 3

### Розподіл діючих речовин пестицидів за хімічними класами органічних сполук



на овочевих та зернових культурах, та згруповані разом для оцінки експозиції у так звані кумулятивні оцінювані групи зі спільним способом/механізмом дії, які б дозволили провести аналіз, характеристику та можливу кількісну оцінку усіх ризиків комбінованого впливу багатьох чинників для здоров'я людини.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Яновський Ю.П. Довідник із захисту плодів культур. Київ: Фенікс, 2019. 472 с.

2. Про пестициди та агрохімікати: Закон України від 02.03.1995 р. № 86/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 01.10.2021).

3. Blaznik U., Yngve A., Erhen I., Ribi C.H. Consumption of Fruits and Vegetables and Probabilistic Assessment of the Cumulative Acute Exposure to Organophosphorus and Carbamate Pesticides of Schoolchildren in Slovenia.

*Public Health Nutrition*. 2015. № 19 (3). P. 557-563.

4. Nunes A., Jardim O., Brito A.P., van Donkersgoed G., Boon P.E., Caldas E.D. Dietary Cumulative Acute Risk Assessment of Organophosphorus, Carbamates and Pyrethroids Insecticides for the Brazilian Population. *Food and Chemical Toxicology*. 2018. Vol.112. P. 108-117.

5. Баранов Ю.С., Демченко В.Ф., Земцова О.В. Методи визначення мультизалишкових кількостей пестицидів в Україні. *Журнал Хроматографічного товариства*. 2018. Т. XVIII. С. 5-16.

6. EFSA (European Food Safety Authority). The 2015 European Union Report on Pesticide Residues in Food. *EFSA Journal*. 2017. Vol. 15 (4). e4791. 134 p. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4791>.

7. Пельо І.М. Застосування хімічних засобів захисту у сучасних інтегрованих системах захисту овочевих культур як медико-екологічна проблема. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2015. № 1 (42). С. 67-76. DOI: <https://doi.org/10.33573/ujoh2015.01.067>.

8. Вавріневич О.П. Гігієнічна оцінка потенційного комбінованого впливу сумішевих фунгіцидів для працюючих. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2015. № 1 (42). С. 58-66. DOI: <https://doi.org/10.33573/ujoh2015.01.058>.

9. Проданчук Н.Г., Спыну Е.И. Принципы и пути оценки опасности комплексного и комбинированного действия пестицидов на организм человека. *Современные проблемы токсикологии*. 2007. № 4. С. 62-66.

10. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні / Міністерство екології та природних ресурсів України. Київ: Юнівест Медіа, 2018. 40 с.

11. Державний реєстр пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. 2021. URL: <https://mepr.gov.ua/content/dzrhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenih-dovikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-min>

Таблиця 2

### Розрахунок впливу залишкових кількостей комбінацій діючих речовин пестицидів в яблуках

Діюча речовина	МДР в яблуках, мг/кг	Денна експозиція (Е), мг/кг м.т./добу		ДДД, мг/кг	НҚ	
		дорослі	діти до 6 років		для дорослих	для дітей до 6 років
Хлорпірифос	0,01	2x10 <sup>-5</sup>	5x10 <sup>-5</sup>	0,001	0,02	0,05
Циперметрин	0,01	2x10 <sup>-5</sup>	5x10 <sup>-5</sup>	0,003	0,0067	0,0167
Імідаклоприд	0,07	1,4x10 <sup>-4</sup>	3,5x10 <sup>-4</sup>	0,06	0,0002	0,0058
Лямбда-цигалотрин	0,01	2x10 <sup>-5</sup>	5x10 <sup>-5</sup>	0,003	0,0067	0,0167
Крезоксим-метил	0,05	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	0,1	0,001	0,0025
Дифенокназол	0,1	2x10 <sup>-4</sup>	5x10 <sup>-4</sup>	0,002	0,1	0,25
Тебуконазол	0,05	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	0,03	0,0033	0,0083
Каптан	0,03	6x10 <sup>-5</sup>	1,5x10 <sup>-4</sup>	0,1	0,0006	0,0015
Триадимефон	0,05	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	0,03	0,0033	0,0083
Флутриафол	0,05	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	0,01	0,01	0,025
Тіаметоксам	0,1	2x10 <sup>-4</sup>	5x10 <sup>-4</sup>	0,02	0,01	0,025
Ацетаміприд	0,05	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	0,01	0,01	0,025
<b>НІ</b>					<b>0,1718</b>	<b>0,425</b>

Таблиця 3

### Короткостроковий (гострий) вплив окремих комбінацій діючих речовин пестицидів на рівні МДР в яблуках для різних вікових груп населення

Діюча речовина	МДР, мг/кг	Денна експозиція (Е), мг/кг м.т./добу		ВФ	Е-ВПФ, мг/кг м.т./добу		% від ДДД <sub>IC</sub> *	
		дорослі	діти		дорослі	діти	дорослі	діти
<i>Триазоли</i>								
Триадимефон	0,03	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	0,1	3x10 <sup>-5</sup>	7,5x10 <sup>-5</sup>	0,3	0,75
Флутриафол	0,01	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	1	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	1	2,5
Н <sub>сум</sub>							1,3	3,25
<i>Триазоли</i>								
Міклобутаніл	0,03	2x10 <sup>-5</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	1	2x10 <sup>-5</sup>	5x10 <sup>-5</sup>	0,07	0,17
Квіноксифен	0,05	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	0,6	6x10 <sup>-5</sup>	1,5x10 <sup>-4</sup>	0,2	0,5
Н <sub>сум</sub>							0,27	0,67
<i>Неонікотиніоїди</i>								
Тіаметоксам	0,02	2x10 <sup>-4</sup>	5x10 <sup>-4</sup>	0,5	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	1,0	2,5
Ацетаміприд	0,01	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	1	1x10 <sup>-4</sup>	2,5x10 <sup>-4</sup>	1,0	2,5
Н <sub>сум</sub>							2,0	5,0

Примітка: \*ДДД<sub>IC</sub> – допустима добова доза індексної сполуки, мг/кг м.т./добу.

**ГИГИЕНИЧЕСКОЕ РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПЕСТИЦИДОВ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ЯБЛОНЕВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ И СОРНЯКОВ**

**Яструб А.М., Омельчук С.Т.**

*Национальный медицинский университет им. А.А. Богомольца, Киев, Украина*

Качество и безопасность сельскохозяйственной продукции, выращенной с применением химических средств защиты растений, является актуальной проблемой профилактической медицины. Появление многочисленных остатков пестицидов в пищевых продуктах вызывает беспокойство в восприятии широкой общественности и привлекает ученых к поиску подходов к оценке и контролю мультиостатков.

**Цель исследования** – анализ ассортимента действующих веществ комбинированных пестицидных препаратов, которые используются в Украине в современных системах защиты яблоневого сада, характеристика опасности и оценка комбинированной экспозиции несколькими пестицидами при их совместном поступлении в организм человека с яблоками.

**Материалы и методы исследования.** В работе использованы методы аналитического исследования ассортимента действующих веществ

пестицидов, зарегистрированных и используемых в Украине в современных системах защиты яблоневого сада, по функциональному назначению (гербициды, инсектициды, акарициды, фунгициды); нормативные документы национального законодательства по гигиеническому регламентированию пестицидов и методические подходы к оценке комбинированного влияния смесей пестицидов в пищевых продуктах.

**Результаты.** По результатам проведенного анализа остаточных количеств действующих веществ пестицидов в яблоках сделан вывод о низком уровне краткосрочного (острого) риска для здоровья потребителей. Тем не менее, невозможно игнорировать факт присутствия в пищевых продуктах нескольких пестицидов с одинаковым механизмом биологического действия, а значит и возможности их аддитивного или синергического эффекта на здоровье.

**Выводы.** Дальнейшие исследования необходимо направить на оценку экспозиции и выявление опасности для здоровья потребителей от комбинированного влияния пестицидов, применяемых на овощных и зерновых культурах, по созданным группам веществ с общим способом/механизмом действия.

**Ключевые слова:** пестициды, максимально допустимые уровни остатков в яблоках, комбинированное воздействие, индекс опасности.

istriv-ukraini-vid-21112007--1328.html (дата звернення: 08.11.2021).

12. Пестициди : довідник / за ред. С.Т. Омельчука. Київ: Інтерсервіс, 2019. 904 с.

13. PPDB: Pesticide Properties Database. URL: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/610.html> (дата звернення: 08.11.2021).

14. Про затвердження Змін до Гігієнічних нормативів і регламентів безпечного застосування пестицидів і агрохімікатів: Наказ МОЗ України від 18.05.2021 № 961, зареєстр. у Міністерстві юстиції України від 03.06.2021 за № 745/36367. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0745-21> (дата звернення: 15.09.2021).

15. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов. Утв. МЗ СССР 13.03.87 № 4263-87. Киев: Минздрав СССР, 1988. 210 с.

16. Про затвердження наборів продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення: Постанова Кабінету Міністрів

України від 11.10.2016 № 780. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/249464422> (дата звернення: 15.09.2021).

17. ECHA (European Chemicals Agency). Recommendation № 14 of the BPC Ad hoc Working Group on Human Exposure. Default Human Factor Values for Use in Exposure Assessments for Biocidal Products (Revision of HEEG opinion 17 agreed at the Human Health Working Group III on 12 June 2017). 2017. 8 p.

18. Combined Toxic Effects of Multiple Chemical Exposures. Published by Vitenskapskomiteen for mattrygghet / Norwegian Scientific Committee for Food Safety. 2008. 105 p.

19. Лепешкин И.В. Влияние компонентов препаративных форм на токсичность и токсикокинетику синтетического пиретроида дельтаметрина и фосфорорганического инсектицида бензофосфата: дис. ... канд. мед. наук. Киев, 1996. 140 с.

20. Каган Ю.С. Общая токсикология пестицидов. Киев: Здоров'я, 1981. 173 с.

21. Проданчук Н.Г., Чмиль В.Д. К обоснованности использования концепции

ПДК вредных химических веществ при осуществлении государственного санитарно-эпидемиологического надзора за качеством окружающей среды и пищевых продуктов. *Современные проблемы токсикологии*. 2006. № 4. С. 4-12. REFERENCES

1. Yanovskyi Yu.P. Dovidnyk iz zakhystu plodovykh kultur [Reference Book for the Protection of Fruit Crops]. Kyiv: Feniks; 2019: 472 p. (in Ukrainian).

2. Pro pestytsydy ta ahrokhimikaty: Zakon Ukrainy vid 02.03.1995 № 86/95-VR [On Pesticides and Agrochemicals: Law of Ukraine, March 2, 1995 № 86/95-VR]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80#Text> (Date of Access: 01.10.2021) (in Ukrainian).

3. Blaznik U., Yngve A., Erhen I. and Ribi C.H. Consumption of Fruits and Vegetables and Probabilistic Assessment of the Cumulative Acute Exposure to Organophosphorus and Carbamate Pesticides of Schoolchildren in Slovenia. *Public Health Nutri-*

tion. 2015 ; 19 (3) : 557-563.

4. Nunes A., Jardim O., Brito A.P., van Donkersgoed G., Boon P.E. and Caldas E.D. Dietary Cumulative Acute Risk Assessment of Organophosphorus, Carbamates and Pyrethroids Insecticides for the Brazilian Population. *Food and Chemical Toxicology*. 2018 ; 112 : 108-117.

5. Baranov Yu.S., Demchenko V.F. and Zemtsova O.V. Metody vyznachennia multyzalyshkovykh kilkostei pestytsydiv v Ukraini [Methods for Determining Amount of Multi-Residual Pesticides in Ukraine]. *Zhurnal Khromatohrafichnoho tovarystva*. 2018 ; XVIII : 5-16 (in Ukrainian).

6. EFSA (European Food Safety Authority). The 2015 European Union Report on Pesticide Residues in Food. *EFSA Journal*. 2017 ; 15 (4) ; e4791 : 134 p. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4791>

7. Pelo I.M. Zastosuvannia khimichnykh zasobiv zakhystu u suchasnykh intehrovanykh systemakh zakhystu ovochevykh kultur yak medyko-ekolohichna problema [The Use of Chemical Pesticides in Modern Integrated Systems for the Protection of Vegetable Crops as a Medical- and-Environmental Problem]. *Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi*. 2015 ; 1(42) : 67-76. DOI: <https://doi.org/10.33573/ujoh2015.01.067> (in Ukrainian).

8. Vavrinevych O.P. Hihienichna otsinka potentsi- inoho kombinovanoho vplyvu sumishevykh funhitsydiv dlia pratsiuiuchykh [Hygienic Assessment of the Potential Combined Effects of Mixed Fungicides for the Workers]. *Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi*. 2015 ; 1 (42) : 58-66. DOI: <https://doi.org/10.33573/ujoh2015.01.058> (in Ukrainian).

9. Prodanchuk N.G. and Spynu E.I. Printsipy i puti otsenki opasnosti kompleksnogo i kombinirovannogo deystviya pestitsidov na organizm che-loveka [Principles and Ways to Assess the Dangers of Complex and Combined Effects of Pesticides on the Human Body]. *Sovremennyye problemy toksikologii*. 2007 ; № 4 : 6266 (in Russian).

10. Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do

vykorystannia v Ukraini / Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy [List of Pesticides and Agrochemicals Approved for Use in Ukraine /Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine]. Kyiv : Yunivest Media ; 2018 : 40 p. (in Ukrainian).

11. Derzhavnyi reiestr pestytsydiv ta ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini [State Register of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use in Ukraine]. 2021. URL: <https://mepr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pestitsidiv-i-agrokhimikativ-dozvolenih-do-vykorystannya-v-ukraini-dopovneniya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007--1328.html> (Date of Access : 08.11.2021) (in Ukrainian).

12. Omelchuk S.T. (ed.). Pestytsydy : dovidnyk [Pesticides: Reference Book]. Kyiv : Interservis ; 2019 : 904 p. (in Ukrainian).

13. PPDB: Pesticide Properties Database. URL: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/610.html> (Date of Access : 08.11.2021).

14. Pro zatverdzhennia Zmin do Hihienichnykh normatyviv i rehlamentiv bezpechnoho zas-tosuvannia pestytsydiv i ahrokhimikativ: nakaz MOZ Ukrainy vid 18.05.2021 № 961 [On the Ratification of the Changes in the Hygienic Standards and Regulations of the Safe Use of Pesticides and Agrochemicals: Order of the Ministry of Health of Ukraine, 05/18/2021 № 961]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0745-21> ( Date of Access : 15.09.2021 ) (in Ukrainian).

15. Metodicheskiye ukazaniya po gigiyenicheskoy otsenke novykh pestitsidov. Utv. MZ SSSR 13.03.87 №4263-87 [Methodical Instructions on Hygienic Assessment of New Pesticides. Approved by the Ministry of Health of the USSR 13.03.87 №4263-87]. Kiev ; 1988. 210 p. (in Russian).

16. Pro zatverdzhennia naboriv produktiv kharchuvan- nia, naboriv neprodovolchyykh tovariv ta naboriv posluh dlia osnovnykh sotsialnykh i demohrafichnykh hrup naselen- nia : postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 11.10.2016

№ 780 [On the Ratification of the Sets of the Foodstuff, Sets of Non-Food Goods and Sets of Services for the Basic Social and Demographic Groups of the Population: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine, 11.10.2016 № 780]. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/249464422> (Date of Access: 15.09.2021) (in Ukrainian).

17. ECHA (European Chemicals Agency). Recommendation no. 14 of the BPC Ad hoc Working Group on Human Exposure. Default Human Factor Values for Use in Exposure Assessments for Biocidal Products (Revision of HEEG opinion 17 agreed at the Human Health Working Group III on 12 June 2017). 2017 : 8 p.

18. Combined Toxic Effects of Multiple Chemical Exposures. Published by Vitenskapsko- miteen for Mattrygghet/ Norwegian Scientific Committee for Food Safety. 2008 :105 p.

19. Lepeshkin I.V. Vliyaniye komponentov preparativnykh form na toksichnost i tok- sikokinetiku sinteticheskogo piretroida deltametrina i fos- fororganicheskogo insektitsida benzofosfata : diss. ... kand. med. nauk [Influence of the Components of the Formulations on the Toxicity and Toxicokinetics of Synthetic Deltamethrin Pyrethroid and Benzophosphate Organophosphate Insecticide: Cand. Med. Sci. Dis. Abs.]. Kiev ; 1996 : 140 p. (in Russian).

20. Kagan Yu.S. Obshchaya toksikologiya pestitsidov [General Toxicology of Pesticides]. Kiev : Zdorovia ; 1981 : 173 p. (in Russian).

21. Prodanchuk N.G. and Chmil V.D. K obosnovannosti ispolzovaniya kontseptsii PDK vrednykh khimicheskikh veshchestv pri osushchestvlenii gosudarstvennogo sanitarno- epidemiologicheskogo nadzora za kachestvom okruzhayushchey sredy i pishchevykh produktov [On the Validity of Using the Concept of MPC for Harmful Chemicals in the Implementation of State Sanitary and Epidemiological Supervision over the Quality of the Environment and Foodstuff]. *Sovremennyye problemy toksikologii*. 2006 ; 4 : 4-12 (in Russian).

Надійшло до редакції 08.11.2021