

УДК 632.7:631.582:633.2/3(477.4/7)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.8>

## МОНІТОРИНГ І КОНТРОЛЬ МЕХАНІЗМІВ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ФІТОФАГІВ ЗА КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ ПОЛЬОВИХ СІВОЗМІН В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ АГРОЦЕНОЗІВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Доля М.М.** – д.с.-г.н., професор,  
завідувач кафедри ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
**Мамчур Р.М.** – к.е.н., доцент,  
доцент кафедри банківської справи та страхування,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
**Кострич Д.В.** – аспірант кафедри ентомології, інтегрованого захисту  
та карантину рослин,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
**Стефківська Ю.Л.** – с.н.с.,  
Український інститут експертизи сортів рослин

У 2010–2022 рр. визначені показники резистентності домінуючих у польових сівозмiнах фітофагів за рівням фітотоксичності понад 400 речовин, які застосовуються у польових сівозмiнах, зокрема 351 засобів захисту сільськогосподарських культур від комплексу шкідливих організмів. Удосконалено раціональні параметри контролю дії та післядії окремих препаратів на стійкість фітофагів ресурсоощадної технології вирощування пшениці озимої та інших культур, які включають сезонний та багаторічний моніторинг динаміки резистентності шкідників за особливостями впливу і поведінки мікрозлишків гербіцидів та інших агрохімікатів. Обґрунтовано принципи індексного оцінювання ступеня синергетичної дії досліджуваних сумішей препаратів у трофічних ланцюгах ентомокомплексів за короткоротаційної польової сівозмiни: «пшениця озима – ріпак озимий»; «пшениця озима-соняшник»; «кукурудза-соя»; «кукурудза-соняшник»; «нут-пшениця озима».

Розроблено методичні підходи щодо макропрепаративного дослідження впливу сучасних засобів захисту і систем живлення рослин на структури комплексів шкідливих організмів за використання морфо-фізіологічного та біосенсорного методів стаціонарного і дистанційного моніторингу стану формувань агроценозів.

Зокрема, сумішей засобів захисту рослин, які потрапляючи у вегетуючі сільськогосподарські культури пересуваються по флоемі низхідним напрямком або через кореневу систему по ксилемі висхідним шляхом і проявляють, як токсичну дію та загибель рослин, так і резистентність домінуючих комах-фітофагів.

Встановлено, що глобальні зміни клімату і значні сезонні коливання погоди із порівняно частими посушливими періодами впливають, на інтенсивність деградації сучасних препаратів внесених у короткоротаційних сівозмiнах, а також формування механізмів резистентності шкідників. Це проявляється як за змінами інтенсифікації технологій вирощування польових культур і рівнів хімічної та біохімічної деструкції в ґрунті мікрозалишків препаратів із зростанням їх концентрації за посухи та зменшення чисельності мікробіоти, а також зниження стійкості сортів і гібридів до фітофагів. Рекомендовано контролювати резистентність фітофагів за рівнями біодеградації засобів хімізації, зокрема сорбції комплексу речовин у ґрунті та особливості стійкості генофонду польових культур до комплексу абіотичних, біотичних та антропогенних чинників.

**Ключові слова:** резистентність, шкідники, сівозмiна, пестициди, інсектициди, засоби хімізації, агроценози.

**Dolya M.M., Mamchur R.M., Kostrych D.V., Stefkivska Y.L. Monitoring and control of phytophage resistance mechanisms in short rotation field crop rotations in the context of globalization of agroecosystems of the Forest-Steppe of Ukraine**

In 2010–2022, the resistance indices of phytophages dominant in field crop rotations were determined by the levels of phytotoxicity of more than 400 substances used in field crop rotations, including 351 crop protection products against a complex of pests. The rational parameters

*for controlling the effect and aftereffect of individual drugs on the resistance of phytophages of conservation technology of winter wheat and other crops have been improved, including seasonal and long-term monitoring of the dynamics of pest resistance based on the peculiarities of the impact and behavior of micro-residues of herbicides and other agrochemicals. The principles of index assessment of the degree of synergistic effect of the studied mixtures of drugs in the trophic chains of entomocomplexes under short-rotation field crop rotation are substantiated: "winter wheat – winter rape"; "winter wheat – sunflower"; "corn – soybean"; "corn – sunflower"; "chickpea – winter wheat".*

*Methodological approaches to macro-preparative research of the influence of modern plant protection products and plant nutrition systems on the structures of pest complexes using morpho-physiological and biosensor methods of stationary and remote monitoring of agrocenoses were developed.*

*In particular, mixtures of plant protection products, which, when entering vegetative crops, move downward through the phloem or upward through the root system through the xylem and show both toxic effects and plant death, as well as resistance of dominant insect phytophages.*

*It has been established that global climate change and significant seasonal weather fluctuations with relatively frequent dry periods affect the intensity of degradation of modern preparations applied in short rotation crop rotations, as well as the formation of pest resistance mechanisms. This is manifested by changes in the intensification of field crop cultivation technologies and levels of chemical and biochemical degradation of micro-residues in the soil with an increase in their concentration during drought and a decrease in the number of microbiota, as well as a decrease in the resistance of varieties and hybrids to phytophages. It is recommended to control the resistance of phytophages by the levels of biodegradation of chemicals, in particular, sorption of a complex of substances in the soil and the peculiarities of resistance of the gene pool of field crops to a complex of abiotic, biotic and anthropogenic factors.*

**Key words:** *resistance, pests, crop rotation, pesticides, insecticides, chemicals, agrocenoses.*

**Постановка проблеми.** Відомо, що резистентність у фітофагів – проявляється як особлива стійкість до впливу засобів захисту рослин із формуванням та поширенням, за сучасних систем захисту рослин та формуванням форм, які активно розвиваються і розмножуються в агроценозах. Це часто призводить до масового розвитку окремих видів шкідливих організмів. Під резистентністю доцільно розуміти несприйнятливість комах до дії певної токсичної речовини. Явище стійкості і зворотне йому явище чутливості тісно пов'язані з токсичністю інсектицидів, які впливають на стійкість або чутливість фітофагів. Всі різноманітні форми прояву стійкості віднесені до двох основних принципово різних типів – природна, заснована на біологічних і біохімічних властивостях організму і набута, яка з'являється тільки шляхом добору до інсектициду, що застосовується. Природна стійкість властива окремим видам, а інколи і цілим систематичним групам. Вона поділяється на видову, статеву, фазову стадійну, вікову, добову, сезонну і існує незалежно від застосування інсектицидів [7; 10]. З урахуванням вище вказаних чинників, які сприяють формуванню резистентності комах-фітофагів, доцільно враховувати загально прийняті рекомендації у захисті рослин за сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

**Постановка завдання.** Мета статті – полягала у теоретичному обґрунтуванні, розробленні заходів управління резистентністю комах-фітофагів на видовому рівні за ресурсощадних технологій вирощування польових культур. Це забезпечить стабільну обґрунтовану екологічно й економічно, системну модель щодо контролю механізмів формування стійкості домінуючих шкідливих видів комах-фітофагів до засобів захисту та екологічної безпеки довкілля й механізмів саморегуляції ентомокомплексів. Уточнення закономірностей змін показників резистентності комах-фітофагів за динамікою формувань і стійкості факторів інтенсифікації у сучасних умовах застосування бакових композицій інсектицидів.

**Методика досліджень.** Виявлення та обліки комах-фітофагів проводили за загальноприйнятими методиками щодо оцінки механізмів стійкості домінуючих шкідливих організмів із аналізом особливостей впливу засобів контролю фітофагів за ресурсоощадних систем захисту польових культур із урахуванням біокліматичного потенціалу районованих і перспективних сортів та гібридів польових культур. Уточнення основних особливостей формування резистентності шкідливих організмів під впливом засобів захисту рослин і органо-мінеральних систем удобрення та новітніх вологозберігаючих прийомів обробітку ґрунту. Розробка методичного підходу щодо управління показниками резистентності шкідливих організмів із визначенням параметрів на видовому рівні, які передбачають оптимізацію внесення бакових композицій агрохімікатів та отриманню механізмів, що контролюють порівняно стійкий рівень урожаю польових культур [1].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Видова стійкість зумовлена особливостями біології та морфології певного виду. Порівнюючи стійкість різних видів комах-фітофагів до дії інсектициду доцільно урахувати підвищення або зниження рівнів відповідно застосованих систем, зокрема, із урахуванням впливу антропоічних чинників, засобів хімізації сучасних агроценозів (рис. 1).

На формування структури ентомокомплексу впливали чинники морфо-фізіологічного стану пшениці озимої, зокрема, інтенсивного росту і розвитку листя та формування генеративних органів, а також приріст вегетуючої маси культурних рослин.

Важливими виявилися і літні генерації, що розвивалися на падалиці колосових культур. Восени, під час появи сходів озимих, самиці відкладали яйця на молоді рослини. Друге покоління шкідник формував на колосі пшениці озимої; в літній період шведська муха давала 1–2 покоління на падалиці.

Відмічено, що в період активного розвитку і розмноження клопа шкідливої черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) інтенсивно проявляються механізми саморегуляції чисельності фітофага. У разі заселення пшениці озимої фітофагом із місць зимівлі спостерігалось наростання чисельності шкідника у порівнянні з іншими агроценозами (рис. 2).

У роки досліджень пік максимальної чисельності шкідника припадав на фазу молочно-воскової стиглості і до повної стиглості рослин пшениці озимої.

Водночас, особливого значення у фенології клопа шкідливої черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) набували системи добрив.

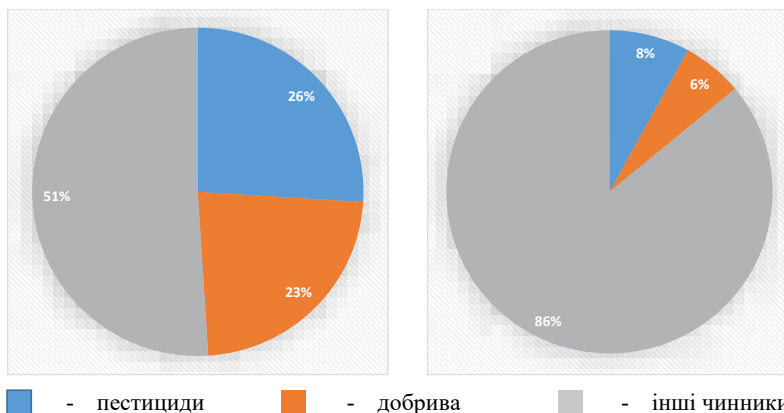


Рис. 1. Порівняльна стійкості домінуючих шкідливих організмів за інтенсивних технологій вирощування польових культур (у середньому 2010–2022 рр.)

Так, порівняно високоорганізовані види комах – перетинчастокрилі, двокрилі, лускокрилі, твердокрилі в імагональній фазі менш стійкі, у порівнянні із клопами, попелицями. Зміна чутливості до інсектицидів спостерігається і в онтогенезі, залежно від стадії розвитку. Найбільш чутливі до токсикантів у комах личинки та імаго. Високостійкі комахи у стадії яйця, лялечки в період діапаузи і зимової діапаузи. Відома і статева різниця у чутливості: більш стійкі до дії інсектицидів самиці. Стійкість комах-фітофагів до інсектицидів у межах однієї стадії розвитку змінюється залежно від віку, пори року, доби. Личинки комах більш чутливі до інсектицидів у молодому віці, і до моменту линяння їх чутливість підвищується і перед линянням вони порівняно стійкі. Показником вікової чутливості є так званий коефіцієнт вікової вибірковості (відношення СК50 стійкого і еталонного віку популяції). Так, для личинок клопа шкідливої черепашки він дорівнює 1,2–1,9, для саранових – 1,7–2,3. Для комах, що зимують у стадії личинки або імаго, характерна сезонна стійкість. Наприкінці літа або осені такі види менш чутливі до інсектицидів, оскільки накопичують значну кількість жиру і не живляться. Весною вони більш чутливі в результаті втрати організмом за зимовий період майже всіх резервних речовин. Набута стійкість – це здатність фітофагів до виживання і розмноження в умовах систематичного застосування інсектицидів. У членистоногих вона може бути неспецифічною і специфічною. Неспецифічна стійкість зумовлюється, головним чином, зміною поведінки особин у популяціях, яка може полягати у порушенні строків появи і розвитку різних стадій комах, швидкості проникнення в різні частини рослин членистоногих, що живуть у стеблах. Стійкість фітофагів до інсектицидів, яка виникає в процесі систематичного інтенсивного їх застосування і є результатом добору – це специфічна, або істинна, стійкість. Відомі різні типи специфічної стійкості комах. Групова стійкість – це стійкість до двох або кількох близьких за хімічним складом і механізмом дії інсектицидів, що виникла при застосуванні одного препарату певної групи. Перехресна стійкість – це стійкість до двох або кількох діючих речовин інсектицидів, різних за хімічною природою, що виникла при застосуванні одного препарату. Вона виникає, в результаті дії біохімічних або фізіологічних систем, спрямованих проти впливу інсектицидів з близьким механізмом дії, які можуть належати до різних класів хімічних сполук. Множинна стійкість – коли за використання інсектицидів відбираються індивідуальні для кожної групи організмів мутації, які визначають розвиток стійкості одночасно до декількох токсикантів різних хімічних сполук. Швидкість розвитку резистентних популяцій шкідливих організмів залежить від багатьох факторів, серед яких визначальними є властивості інсектициду і такі біологічні особливості виду, як швидкість розвитку, розмноження, наявність генів стійкості в початковій популяції, природа генів. Швидкість виникнення стійких популяцій переважно визначається довготривалістю їх життєвого циклу. Полівольтинні види комах можуть набути стійкості вже через 3–5 років з початку систематичного застосування певних препаратів. Для моновольтарних видів відчутний розвиток стійкості відзначається через 10–20 років. Популяції членистоногих, проти яких використовуються інсектициди тільки в стадії імаго або личинки, стають порівняно стійкими переважно через 20–30 генерацій. Проте якщо дія токсиканту триває декілька стадій розвитку, добір стійких форм відбувається швидше і закінчується протягом 10–15 генерацій. На швидкість формування стійких популяцій впливає також інтенсивність дії препарату – збільшення числа обробок за сезон і застосування високих норм інсектициду. У розвитку стійкості фітофагів до інсектициду при тривалому застосуванні виділяються три періоди: – період низької і відносно

стабільної стійкості (так звана толерантність), що перевищує природну чутливість фітофагів у 2–3 рази. В цей період можна підібрати ефективну норму препарату і добиватися ефекту; – період швидкого зростання стійкості, коли, незважаючи на підвищення норми, ефективність обробок продовжує падати і протягом розвитку 10–12 генерацій стійкість перевищує початковий рівень у 100 і більше разів; стабілізація стійкості на рівні, граничному для даного препарату і для даного виду організму. В цей період будь-яка норма інсектициду неефективна. Швидкість втрати, ефективності препарату залежить від багатьох факторів. Найістотнішими з них є генотипові особливості формування стійких популяцій. Стійкі раси мух, попелиць після припинення застосування певного препарату на стійкість до інсектицидів приблизно через 15–20 генерацій знову стають більш-менш сприйнятливими. Однак якщо цю популяцію піддати повторній дії препарату, то вже через декілька генерацій вона знову підвищить стійкість. Часто сигналом появи стійких популяцій комах-фітофагів може бути зниження ефективності застосовуваних інсектицидів. Рівень стійкості доцільно визначати шляхом порівнянь ліній регресії, які характеризують залежність загибелі фітофагів від концентрації інсектициду у чутливій стадії і структурі популяції, яка характеризується показниками стійкості. Кут нахилу лінії регресії характеризує гетерогенність популяції за стійкістю до інсектициду: чим популяція більш гомогенна, тим вона чутливіша і тим крутіший нахил лінії регресії. Механізми стійкості дуже складні і визначаються різними факторами. Генетичною основою специфічної стійкості є частота генів, які контролюють ознаку, їх домінантність. Набута стійкість зумовлюється також певними захисними механізмами: зниженою проникністю для інсектицидів зовнішніх покривів комах-фітофагів меншою чутливістю до токсикантів нервової тканини або специфічних естераз; ензиматичним знешкодженням хімічних сполук. Зокрема, із урахуванням трофічних зв'язків фітофагів за рівнями впливу сучасних гербіцидів на додаткове живлення шкідників та формування резистентності членистоногих у бур'янових угрупованнях.

У 2010–2022 роках механізми формування резистентні домінуючих шкідливих видів комах-фітофагів формувалися за позитивного впливу застосованих бакових композицій препаратів системної дії із порівняно високим проявом фітотоксичності за органічних систем живлення рослин, а також диференційованого обробітку ґрунту, що впливав на біогенну акумуляцію поживних речовин і виживання окремих стадій шкідників (табл. 1).

Отримано експериментальні результати щодо резистентності комплексу шкідливих видів комах фітофагів на фоні застосованих головних чином препаратів: мезотріон, метрибузин, калійна сіль гліфосату, що вірогідно сприяло зростанню чисельності домінуючих шкідливих видів і їх стійкості та змін техніко-економічних змін виробництва рослинної продукції.

У деяких видів комах-фітофагів стійкість частково зумовлена морфологічною модифікацією кутикули, наявністю в ній особливих утворень у вигляді нальоту. Все це створює бар'єр на шляху проникнення інсектицидів в організм. Так, жуки мають більш тверді зовнішні покриви, ніж комахи інших рядів. Гусениці старшого віку містять більше білків і ліпідів і відрізняються підвищеною склеротизацією покривів порівняно з гусеницями молодшого віку. Бар'єром є також і жирове тіло, де токсичні речовини локалізуються і зазнають розпаду ще до надходження до життєво важливих центрів організму.

Таблиця 1

**Динаміка фітотоксичності та резистентності шкідливих організмів  
у трофічних ланцюгах польових сівозмін**

№ п/п	Діючі речовини гербіцидів	Зміна фітотоксичності, %	Фітотоксична дія на с-г культури	Резистентність представників рядів комах
1.	Імазетапір, 100 г/л	+ 7,1	Дводольні, злакові	Рівнокрилі, лускокрилі, напівтвердокрилі
2.	Флоросулам 6,25 г/л	+ 11,6	Дводольні	Рівнокрилі, твердокрилі
3.	Метамітрон, 700 г/л	+ 8,6	Дводольні	Прямокрилі, напівтвердокрилі
4.	Тифенсульфурон-метил, 500 г/л	+14,1	Дводольні	Трипси, рівнокрилі
5.	Амідосульфурон-метил, 750 г/кг	+4,3	Дводольні	Трипси, рівнокрилі
6.	Сульфурон, 500 г/кг	+3,2	Дводольні	Трипси, рівнокрилі
7.	Трифлусульфурон-метил, 500 г/л	+1,6	Дводольні	Трипси, рівнокрилі
8.	Метсульфурон-метил, 500 г/л	+5,6	Дводольні	Трипси, рівнокрилі
9.	Кломазон, 480 г/л	+9,3	Дводольні	Рівнокрилі, твердокрилі, напівтвердокрилі
10.	Амідосульфурон, 100 г/л	+6,3	Дводольні	Трипси, рівнокрилі
11.	Йодсульфурон-метил, 25 г/кг	+8,3	Дводольні	Трипси, рівнокрилі
12.	Клопіралід, 300 г/л	+9,1	Злакові	Лускокрилі, двокрилі
13.	Мезотріон, 75 г/л	+11,6	Дводольні	Рівнокрилі
14.	Флуроксіпір, 250 г/л	+7,3	Дводольні	Рівнокрилі, напівтвердокрилі
15.	Форамсульфурон, 300 г/кг	+1,3	Дводольні	Трипси, рівнокрилі
16.	Імазамокс, 40 г/л	+5,6	Дводольні	Трипси, рівнокрилі
17.	Калійна сіль гліфосату, 540 г/л	+18,3	Злакові	Рівнокрилі, напівтвердокрилі
18.	Метрибузин, 700 г/л	+14,7	Дводольні	Рівнокрилі
19.	Прометрин, 500 г/л	+14,5	Злакові	Трипси, рівнокрилі, лускокрилі

\*Порівняльна оцінка зміни фітотоксичності і резистентності узагальнена в період за 2010–2022 рр.

Відсутність овідцидних властивостей у деяких інсектицидів зумовлена значною мірою утрудненням проникнення їх через хоріон яйця. Для стійкості організму до дії хімічної сполуки велике значення має рівень розвитку нервової системи, фізіологічний стан та фізіологічна активність у період застосування інсектициду. Зміни стійкості в процесі ембріонального розвитку, росту комах в личинковій фазі, в період метаморфозу значною мірою зумовлені зміною кормової бази. Фізіологічні активні личинки і дорослі стадії розвитку комах, здатні до засвоєння токсиканту більшою мірою, ніж зі зниженою активністю. Показник стійкості залежить і від наявності та активності специфічних естераз, які беруть участь у метаболізмі тієї чи іншої групи препаратів, а також від умов, які сприяють активності цих естераз в детоксикації хімічних сполук. Стратегія і тактика запобігання резистентності ґрунтуються на знанні генетичних і фізіолого-біохімічних механізмів, які визначають закономірності її формування, і на біологічних особливостях стійких популяцій комах-фітофагів. Для запобігання резистентності шкідників, важливе значення має її діагностика в польових умовах. Використання раціональних схем застосування засобів захисту рослин з різним механізмом дії. Генетична суть такого заходу полягає в часовому розриві між фітофагів з одним і тим самим препаратом, а також контроль впливу комплексу засобів хімізації агроценозів на механізми резистентності шкідників.

Відомо, що природна стійкість зумовлена фізіологічними та біологічними властивостями комах, а також способом їх розмноження і живлення. Набута – це результат добору до діючої речовини, які застосовується у системах контролю шкідників.

Набута неспецифічна стійкість зумовлена головним чином зміною у поведінці шкідників у популяціях, яка дозволяє їм уникати токсичного впливу інсектицидів. Так, особини личинок кукурудзяного стеблового метелика *Ostrinia nubilalis* Hbn., які швидше проникають у стебло кукурудзи, отримують порівняно меншу дозу токсину і виживають [4; 6].

Набута специфічна стійкість проявляється у здатності шкідників до виживання і розмноження під дією інсектицидів, які застосовуються систематично.

Групова стійкість шкідників – це стійкість до кількох близьких за хімічним складом і механізмом дії інсектицидів, що виникла при застосуванні одного препарату певної групи. Перехресна стійкість – це стійкість до двох або кількох діючих речовин інсектицидів, різних за хімічною природою, що виникла при застосуванні одного препарату. Вона виникає в результаті дії біохімічних або фізіологічних систем, спрямованих проти інсектицидів з близьким механізмом дії, які можуть належати до різних класів хімічних сполук. Множинна стійкість – коли за використання інсектицидів відбираються індивідуальні для кожної групи організмів мутації, які визначають розвиток стійкості одночасно до декількох токсикантів різних хімічних сполук [2; 3].

Швидкість розвитку резистентності залежить від багатьох факторів: властивість інсектицидів наприклад неонікотиноїди і піретроїди зменшують інтенсивність розвитку стійкості шкідників. Діючі речовини із хімічних груп мають різні локуси впливу на шкідника і для розвитку стійкості потрібна більша кількість доборів і мутацій шкідників, щоб розвинулась резистентність. Водночас недостатньо вивченими є питання віддаленого моніторингу резистентності фітофагів за рівнями додаткового їх живлення на фоні фітотоксичності рослин агроценозів [11].

За сучасних технологій залежить від наступного:

- швидкості розмноження шкідників (чим більше особин у популяції, тим статистично більша ймовірність мутації і виникнення резистентності)
- кількості поколінь за сезон (чим більше поколінь за сезон – тим більша ймовірність мутації. За даними спостережень у шкідників, які формують багато поколінь за сезон (попелиці, злакові мухи) – резистентність може проявитись на 3–5 рік. У таких шкідників як ковалек посівний, хрущ травневий, мідяк піщаний, тобто моновольтинні види, стійкість розвивається через 10–20 років.
- наявності генів стійкості у популяції (ці гени утворюються при мутації внаслідок впливу на шкідника діючої речовини під час обробки).
- кількості обробок за сезон (чим більше обробок, тим більша можливість виникнення мутацій у популяціях)
- норм внесення препарату (зменшення норми застосування інсектициду може бути ризикованим, адже шкідник отримає сублетальну дозу токсину і може вижити і залишити покоління, яке формує стійкість до даної діючої речовини та інші чинники [9]).

Відмічено, що за особливостями зниження дії фактора добору, яким є застосування певної діючої речовини, стійкість поступово втрачається і залежить від генотипової особливості стійких популяцій. Стійкі види мух, попелиць після припинення добору на стійкість до інсектицидів через 15–20 генерацій знову стають сприйнятливими до діючої речовини. Однак, якщо цю популяцію піддати повторній дії тієї самої діючої речовини, то вже через кілька генерацій вона знову підвищить стійкість. Так, сенсором появи стійких популяцій шкідливих організмів може бути зниження ефективності багатократних обробок інсектицидом, що сприяють виживанню шкідників. Критичним є поріг у 20% особин, що вижили при перевищенні даного порогу доцільно застосовувати антирезистентні інсектицидні програми, побудовані на принципі комбінації різних діючих речовин із урахуванням біологічних і хімічних властивостей, а також моніторингу комах-фітофагів за стадіями розвитку і поширення в агроценозах [5; 8].

Після виявлення стійких видів надзвичайно важко контролювати підвищення стійкості у популяції. Обґрунтована практика – зменшити ймовірність розвитку резистентності.

Отже, за ресурсоощадних технологій ефективні програми на основі інтегрованого підходу, що включатимуть інсектициди, біопрепарати, біологічний контроль (хижаки та паразити), механічний контроль та організаційні заходи. Здорова рослина часто менш сприйнятлива до пошкоджень фітофагами. Якщо необхідне багаторазове застосування інсектицидів, доцільно чергувати препарати з різними способами дії проти шкідників, аби уникнути двох послідовних застосувань з подібною діючою речовиною.

Сучасне застосування агрохімікатів необхідно проводити за планом аби внесення відповідало стадії розвитку рослини та біології шкідника. Для ефективного використання препаратів важливо визначити вид шкідника, його життєвий цикл. Після застосування засобів захисту рослин нагальним є моніторинг для оцінки популяцій шкідників та контролю сезонної, а також багаторічної динаміки чисельності, зокрема і явища крос-резистентності. При застосуванні протягом одного сезону препаратів, що мають у своєму складі різні діючі речовини, але спрямовані на контроль популяцій шкідника, може виникнути ефект подвійного пристосування.

Нагальним є моніторинг комплексу видів шкідників, які отримали нелетальні дози цих препаратів, можуть формувати нащадків, які вже не чутливі до подібних



обробок. При цьому збільшення концентрації чи частоти обробок лише підвищують витрати, але не сприяє отриманню очікуваного ефекту. Для того, щоб уникнути явища крос-резистентності необхідно дотримуватися чергування хімічних препаратів з біологічними, а також із застосуванням біометоду. Якщо чисельність шкідника скорочується в наслідок дії його природних хижаків або паразитів, значно знижується ступінь виникнення крос-резистентності.

За сучасних умов ведення рослинництва нагальним є мінімальне використання засобів захисту рослин з порівняно пролонгованим ефектом розпаду, а також оптимізація сівозмін, що забезпечить контроль комплексу шкідників та мінімальну тривалість впливу на агроценозі, із обмеженням негативного впливом на популяції ентомофагів та формування комплексу видів фітофагів.

**Висновки.** Відмічено, що резистентність комах-фітофагів виникає із застосуванням у комплексі засобів хімізації і за наявності у популяціях шкідників чинників, що впливають на механізми стійкості видів до сучасних факторів середовища. Отже, сезонні й багаторічні показники стійкості фітофагів залежать від кількості генерацій протягом яких популяції контролюються технологіями і системами захисту польових культур у короткоротаційних сівозмінах, зокрема зберігається висока стійкість у шкідників, що проходять розвиток на фоні змін коливань та інтенсивного впливу післядії засобів хімізації у сівозміні. Структури шкідливих видів організмів характеризуються порівняно стійкими біотипами в наслідок добору і впливу засобів захисту польових сівозмін в цілому, що відіграє важливу роль у процесі еволюції фітофагів.

Зокрема, в ентомокомплексах польових культур, генетична нестабільність окремих популяцій є наслідком стресової реакції до дії і післядії застосованих засобів захисту рослин та систем живлення. Водночас відмічено посилення внутрішньо популяційних змін, які виникають і проявляються у спеціалізованих і багатогідних видів фітофагів як основи формування резистентності популяцій шкідників. Це доцільно ураховувати за ресурсощадних технологій і впроваджені у виробництво перспективних сортів і гібридів зернових та інших культур.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Борзих О.І., Ретьман. С.В., Чайка В.М., Трибель С.О. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу та обліку багатогідних шкідників та хвороб зернових, зернобобових культур, багаторічних трав. Державна служба України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів, 2019 рік. 144 с.
2. Симочко В.В., Піпаш М.М., Олень А.Б. Порівняльний аналіз чисельності комах-фітофагів яблуневих насаджень з різним ступенем захисту. *Наук. Вісник Ужгород. Ун-ту. (Сер. Біол.)*, 2012, Вип. 32
3. Aarathi S., Venkatesan S., Tanda A.S. Advances in Molecular Techniques of Insect Resistance in Cereal Improvement. *Molecular Advances in Insect Resistance of Field Crops*. DOI: 10.1007/978-3-030-92152-1\_5
4. Bel Y., Siqueira H.A.A., Siegfried B.D., Ferre J., Escriche B. Variability in the cadherin gene in an *Ostrinia nubilalis* strain selected for Cry1Ab resistanc. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2009. Vol 3 (1). P. 218-223 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2008.11.005>
5. Després, Laurence & David, Jean-Philippe & Gallet, Christiane. (2007). The evolutionary ecology of insect resistance to plant chemicals. *Trends in ecology & evolution*. 22. 298-307. 10.1016/j.tree.2007.02.010
6. Grcak D., Gosic-Dondo S., Grcak M. Influence of maize hybrids and applied insecticides on *Ostrinia nubilalis* Hbn. Attack. *Genetika*. 2022. 54(1) P. 289-306 DOI: 0.2298/GENSR2201289G;

7. Hurley T.M., Mirchell P.D., Huichun S. Insect resistance management: adoption and compliance. *Insect Resistance Management* (Third Edition). 2023. P. 493-525 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823787-8.00013-1>

8. Hurley, Terrance & Mitchell, Paul. (2013). Insect Resistance Management. Adoption and Compliance. *Insect Resistance Management: Second Edition*. 421-451. 10.1016/B978-0-12-396955-2.00013-8.

9. Metcalf R. Insect resistance to insecticides. *Pesticide Science*. 1989. 26. 333–358. DOI: 10.1002/ps.2780260403

10. Onstad D.W., Knolhoff L.M. Major issues in insect resistance management. *Insect Resistance Management* (Third Edition) Biology, Economics and Prediction. 2023. P. 1-29 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823787-8.00008-8>

11. Spencer J.L., Hugshon S.A. Insect resistance to crop rotation. *Insect Resistance Management*. 2023. DOI: 10.1016/B978-0-12-823787-8.00014-3

УДК 632.952:633.16:631.67

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.9>

## ФУНГІЦИДНИЙ ЗАХИСТ ПОСІВІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО НА ПІВДНІ УКРАЇНИ В УМОВАХ РИСОВИХ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

**Дудченко В.В.** – д.е.н., член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

професор кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Марковська О.Є.** – д.с.-г.н., професор,

в.о. завідувача кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Піковський М.Й.** – д.с.-г.н.,

доцент кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті наведено результати дослідження ефективності фунгіцидів проти збудників плямистостей листків у посівах ячменю озимого в умовах рисових зрошувальних систем.

Вагомими чинниками впливу на продуктивність сільськогосподарських культур є інтенсивне живлення та ефективна система захисту рослин від шкідливих організмів. Важливість забезпечення рослин необхідною кількістю добрив змушує аграріїв максимально повно реалізовувати рекомендації щодо режиму живлення культур, у той час як за використання фунгіцидів або інших засобів захисту вони намагаються оптимізувати рівень витрат, поєднуючи обприскування проти різних видів шкідливих організмів на користь найбільш шкідливого. Це створює передумови для посиленого розвитку менш шкідливого об'єкта, і як наслідок, призводить до зростання витрат урожаю від сукупної дії фітопатогенних мікроорганізмів.

На півдні України посівам ячменю озимого властивий досить чисельний фітопатогенний комплекс мікроорганізмів, серед яких найбільш шкідливими є збудники плямистостей – темно-бурої, сітчастої та смугастої, септоріозу, тощо.