

НАУКОВІ ОСНОВИ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ ШКІДНИКІВ

Мета. Проаналізувати існуючі теорії масового розмноження комах, оцінити та апробувати усталені та новітні методи моніторингу й перспективи їх використання за сучасних умов поширення шкідників. **Методи.** Ентомологічний, гербологічний, метеорологічний та інші моніторинги, в тому числі інформаційні технології: дистанційне зондування землі, моделювання поширення комах на основі ГИС-аналізу кліматичних факторів. **Результати.** Погіршення фітосанітарного стану посівів сільськогосподарських культур в Україні, яке реєструється в останнє десятиріччя, відбулося внаслідок виведення з обробітку великих площ орної землі, глобального потепління клімату, посилення сонячної активності та непередбачуваних сукцесій, переважно, антропогенного характеру. Сукупність цих чинників створює сприятливі умови для масового розмноження і поширення шкідливих організмів, проникнення в сільськогосподарські угіддя карантинних шкідливих організмів. Зокрема, через тимчасово окупований Крим з Краснодарського краю Росії в Україну проник карантинний шкідник мармуровий клоп (*Halyomorpha halys* Stål). Середні багаторічні показники чисельності та поширення шкідників в Україні підвищилися, про що свідчить багаторічний моніторинг динаміки фітосанітарного стану агробіоценозів. **Висновки.** Обґрунтовано концепцію організації системи моніторингу і прогнозу та подальшого розвитку наукового забезпечення в захисті рослин за сучасних реалій, які ґрунтуються на засадах: сучасні інформаційні технології; оперативність; зв'язок «моніторинг — прогноз — споживач» у режимі реального часу; еволюційність, потенційний запас можливостей щодо подальшого вдосконалення. З метою екологізації захисту рослин, підвищення ефективності та надійності прогнозування розроблено програми передбачення потенційних втрат урожаю сільськогосподарських культур від комплексу шкідливих комах, обґрунтовано еко-

¹А.В. ФЕДОРЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук

¹О.І. БОРЗИХ,
доктор сільськогосподарських наук

¹В.П. ФЕДОРЕНКО,
доктор біологічних наук

¹В.М. ЧАЙКА,
доктор сільськогосподарських наук

²Л.П. ЮЩЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук
¹Інститут захисту рослин НААН,
 вул. Васильківська, 33, м. Київ,
 03022, Україна
²Державна екологічна академія
 післядипломної освіти та управління
 Міністерства захисту довкілля
 та природних ресурсів України,
 вул. Митрополита Василя Липківського,
 35, м. Київ, 03035, Україна

лого-економічну доцільність хімічного захисту культур в умовах поточної фітосанітарної ситуації.

**фітосанітарний моніторинг;
 прогноз; агробіоценоз; рефугіум;
 сукцесії; популяція; агломерація;
 агросфера**

На Конференції з обговорення Формули миру (21.10.2024 р.) прем'єр-міністр України Денис Шмигаль повідомив, що збитки українським екосистемам через повномасштабне вторгнення Росії досягли 65 млрд доларів, третина українських лісів та 20% природоохоронних територій України вже постраждала від війни. Тому важливим завданням є розроблення стратегії захисту природи з акцентом на відповідальність Росії за екологічні злочини. Зокрема йдеться про:

— відстеження, реєстрацію та звітування щодо всіх екологічних наслідків, впливів, втрат і збитків через

війну російського агресора в Україні;

— збір відгуків і технічних коментарів від партнерів України, позаяк під загрозою опинилося 35% біорізноманіття Європи, яким володіє Україна [1].

Прогнозування появи шкідників є невід'ємною складовою інтегрованого захисту рослин, без якого неможливо передбачати та контролювати фітосанітарну ситуацію, раціонально, своєчасно і ефективно застосовувати систему засобів захисту. Без нього неминучі так звані раптові спалахи розмноження багатьох небезпечних шкідливих організмів, втрати врожаю, перевитрати матеріально-технічних засобів. Наразі прогноз лишається однією із основних ланок інтегрованого захисту рослин [2—10].

Лише фітопатогенних грибів описано понад 100 тис. видів, а вірусів, що уражають вищі рослини, — близько 300. І це крім комах, бур'янів, ссавців, слимаків, нематод, кліщів та інших груп шкідливих організмів [11].

Серед видового різноманіття особливу увагу привертають, перш за все, комахи. Цей клас тварин почав свій розвиток з Девонського періоду Палеозойської ери і нині нараховує понад 2 млн лише описаних видів, перевершуючи за цим показником усіх інших тварин разом узятих (300 000 видів) у 7 разів, а за біомасою — у 3 рази (рис. 1).

Комахи за 240 млн років еволюції набули широкої екологічної валентності і мають надзвичайно великі адаптаційні можливості [12]. Саме тому для прогнозування поширення комах необхідні знання особливостей біології, екології, етології, циклів

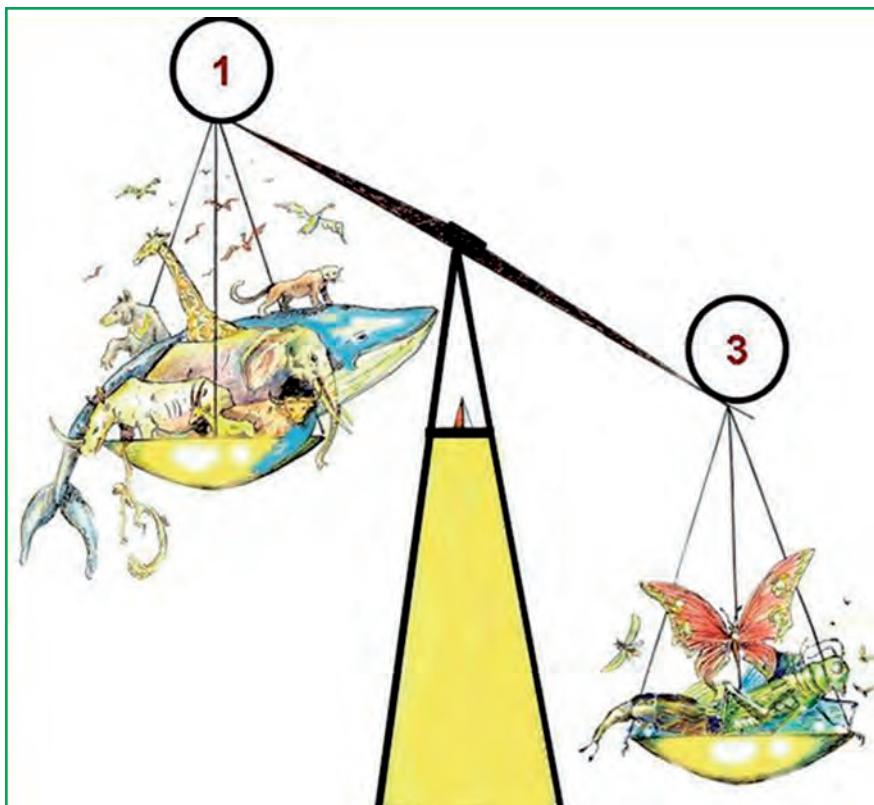
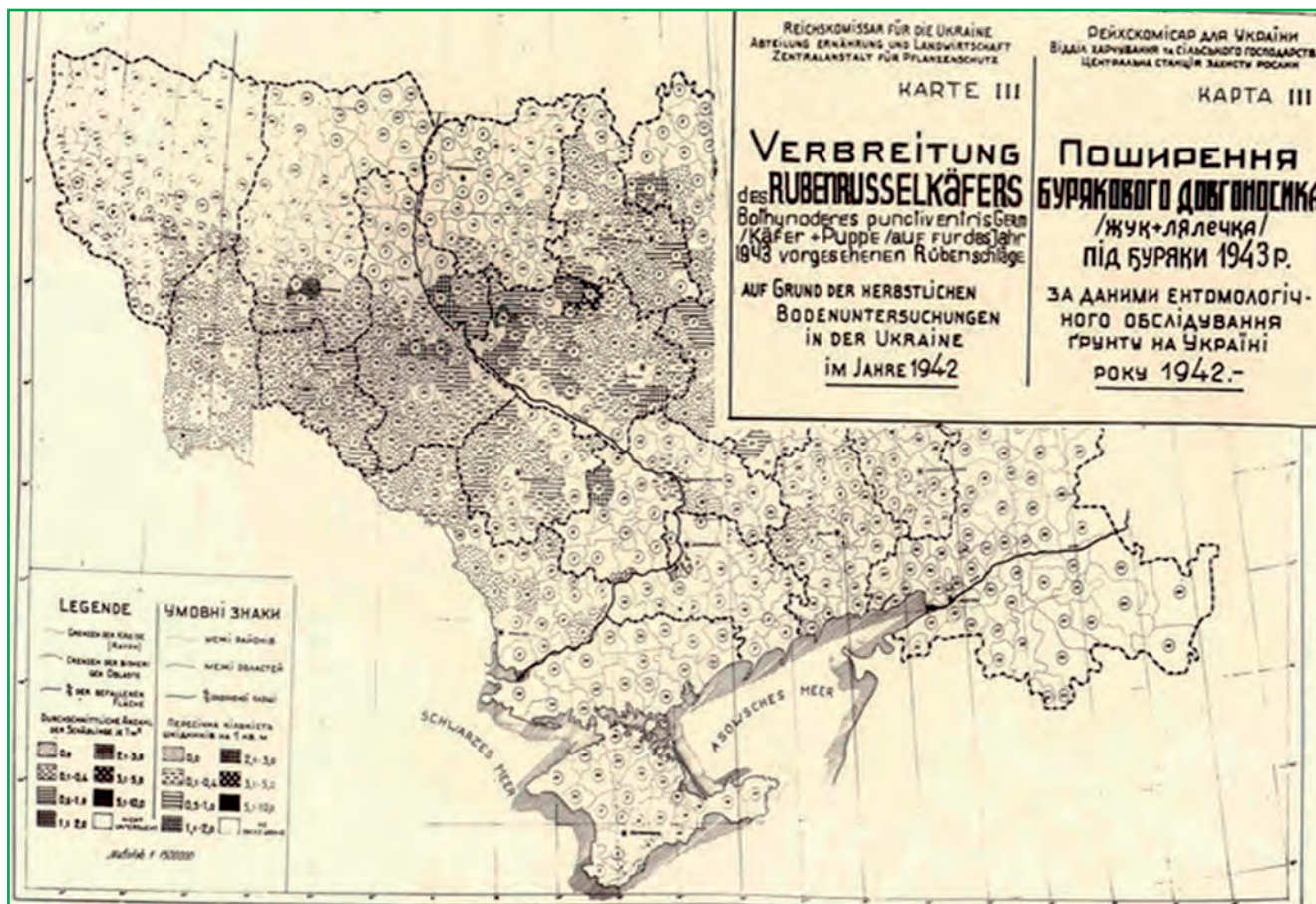


Рис. 1. Комахи переважають інших тварин, разом узятих, за кількістю видів у 7 разів, а за біомасою — у 3 рази (рис. А.В. Федоренка)

розвитку, впливу едафічних, антропогенних та інших чинників.

Фітосанітарний прогноз — це обґрунтоване передбачення строків появи, рівня поширення і розвитку шкідливого організму та можливих явищ і процесів у фітосанітарному стані агроценозів у майбутньому [13]. Прогноз має настільки важливе значення, що навіть під час окупації України німецько-фашистськими загарбниками у війні 1941–1945 рр. окупанти проводили ентомологічні обстеження сільськогосподарських угідь для передбачення загрози від шкідників (рис. 2).

Для покращення прогнозу були непоодинокі спроби зарадити цій службі і в радянські часи. Наприклад, 04.05.1979 р. Міністерством сільськогосподарства СРСР було видано наказ № 135 за підписом міністра «Про заходи з посилення наукових досліджень та удосконалення організації розробки прогнозів шкідників та хвороб сільськогосподарських рослин» (рис. 3).



методи обліку чисельності комах базуються на застосуванні атрактантних пасток. Феромонні та кольорові пастки стали основою чисельних систем фітосанітарного ентомологічного моніторингу, їх арсенал постійно поповнюється за рахунок нових розробок. Дистанційні методи обліку чисельності — це досягнення наукоємних технологій. Вони використовуються, головним чином, в наукових дослідженнях і вже набувають широкого практичного використання [20, 21].

Науково-технічний прогрес у галузі космічної техніки дає можливість ентомологам, які працюють під керівництвом ФАО, дистанційно реєструвати утворення, оцінювати чисельність, напрямки міграцій куліг та зграй саранових, прогнозувати загрозу від них в різних регіонах планети. Дистанційне зондування Землі (спутникові знімки) і глобальна система позиціонування (Global Positioning System, GPS-позиціонування) поєднано в комп'ютерну геоінформаційну систему (ГІС). Вона використовується для картування та аналізу в режимі реального часу об'єктів і подій, що відбуваються на планеті. Перші розробки з використанням GPS для вирішення питань захисту від саранових були здійснені у США. Аналогічну систему впровадили в Африці та на Мадагаскарі. Дослідження показали, що моніторинг позиціонування осередків поширення саранових у просторі і часі за допомогою GPS дозволяє суттєво підвищити точність прогнозу масового розмноження саранових та ретельно планувати і здійснювати контроль за проведенням хімічних заходів захисту проти них. Сучасні системи точного землеробства дозволяють, при проведенні заходів захисту рослин, враховувати просторовий розподіл популяцій, що зменшує обсяги використання пестицидів і суттєво скорочує термін повернення інвестицій в сільськогосподарське виробництво [13, 20].

Головна проблема прогнозу появи й шкідливості комах полягає у визначенні ролі еколо-

гічних чинників різної природи, що спричиняють коливання чисельності комах й щільності популяцій. Тому теорія їх динаміки є науковою основою прогностичних розробок. Вона дає змогу обґрунтувати предиктори — змінні алгоритми прогнозу, на підставі яких робляться різні за строками передбачення можливих змін показників чисельності та поширення шкідливих організмів.

Теоретичне підґрунтя прогнозу постійно вдосконалювалось. Впродовж XX сторіччя розроблено низку факторіальних теорій кліматичної та біотичної регуляції. На початку 60-тих років XX сторіччя формалізовано синтетичну теорію динаміки популяцій. На той час вона відповідала всім досягненням світової науки і розглядала динаміку чисельності шкідників, як результат впливу біотичного регулювання і абіотичної модифікації. Згідно з теорією, вектор біотичної регуляції є складним і включає в себе різні чинники (паразитів, хижаків, конкуренцію, стан рослин, внутрішню популяційну регуляцію). Вектор абіотичної модифікації зумовлений впливом агрокліматичних чинників на фізіологічний стан комах [4, 17–20].

Існуючі теорії не в змозі пояснити низку проявів мінливості стану популяцій шкідливих комах, наприклад — циклічні спалахи масового розмноження основних багатоклітинних комах-фітофагів. Тривалий час це питання активно досліджується на прикладі популяцій саранових та деяких інших видів з еруптивною динамікою (метелик лучний, совки), що зумовлено проблемами прогнозу їхнього масового розмноження та шкідливості [17–19].

Слід зазначити, що наявність циклічності в динаміці популяцій комах уже тривалий період лишається дискусійним питанням. Прихильники циклічності намагаються пояснити її ритмічністю активності Сонця. Добре відома 11-річна циклічність сонячної активності, її найчастіше використовували для обґрунтування зв'язку Сонця і Землі. Серед вітчизняних і закордонних еко-

логів був і залишається скепсис стосовно «сонячної» концепції. Доказ супротивників цієї гіпотези полягає в тому, що вплив активності Сонця глобальний і тому він поширюється на всю біосферу. Цьому суперечать багаточисельні факти, коли спалахи розмноження комах є локальними, а не глобальними і навіть не зональними. Тому висловлювались і продовжують висловлюватись сумніви щодо ролі сонячної активності як чинника динаміки популяцій саранових, метелика лучного, совки озимої та інших видів. Накопичено багато фактів, коли аналіз зв'язку сонячної активності з динамікою різних популяцій одного виду свідчить, що в одних районах спалахи відбуваються в умовах високої сонячної активності, в інших — низької. У суперечливості даних багато хто бачить доказ відсутності зв'язку між активністю Сонця і динамікою чисельності комах.

Рівень регуляції чисельності комах-фітофагів щодо біотичної складової довкілля (рослин, активності паразитоїдів і хижаків, конкуренції) неможливо звести до конкретних коефіцієнтів, що можуть слугувати предикторами прогностичних рівнянь, побудованих на підставі поточної чисельності популяції. Тому за основу предикторів прогнозів беруть показники абіотичної модифікації чисельності організмів — температуру повітря і ґрунту, кількість опадів, рівень сонячної активності тощо.

Результати та обговорення. Експериментальні та аналітичні дослідження, аналіз результатів багаторічного моніторингу динаміки чисельності та поширення основних шкідників в Україні дали змогу поглибити основи синтетичної теорії динаміки популяцій. На відміну від положень основ синтетичної теорії, яка розглядає динаміку чисельності комах як результуючу біологічної регуляції і абіотичної модифікації, обґрунтовано третій вектор чинників — генетичну складову динаміки чисельності. Генетична складова багаторічного стану популяцій функціонує

за принципом біологічного ритму, який періодично створює фізіологічні потенції (передумови) для виникнення чергової хвилі чисельності. За збільшення чисельності та поширення особин еколого-генетичні механізми забезпечують перебудову генотипової структури популяції відповідно до поточного стану довкілля. Всі процеси відбуваються в умовах екологічної структурованості природних популяцій на мікропопуляції, кожна з яких має характерну генотипову структуру, специфічне ценотичне оточення на тлі мінливих умов локальної погоди. В результаті складної системи регуляції і модифікації з боку локальних умов, потенція до розвитку чергової хвилі чисельності мікропопуляції може бути реалізована або згасне. Загальна чисельність популяції визначається інтегральним станом складної мозаїчної структури сукупності мікропопуляцій.

Дія природних чинників на стан популяцій шкідників відбувається на тлі дії еколого-економічних чинників, вплив яких на чисельність та поширення комах суттєвий. В лабораторії прогнозів Інституту захисту рослин НААН (ІЗР НААН) вперше експериментально досліджено вплив еколого-економічних чинників на чисельність та поширення шкідників сільськогосподарських рослин. Встановлено, що погіршення фітосанітарного стану посівів сільськогосподарських культур в Україні, яке реєструється в останнє десятиріччя, відбулося, перш за все, внаслідок виведення з обробітку великих площ орної землі, нехтування науково-обґрунтованими сівозмінами, домінування так званих комерційних культур, глобального потепління клімату та фази циклу сонячної активності [10, 11, 17, 20] (рис. 4).

Сукупність чинників створила сприятливі умови для масового розмноження і поширення популяцій шкідливих комах. Середні багаторічні показники чисельності та поширення шкідників в Україні перейшли на вищий рівень, про що переконливо

свідчить моніторинг динаміки фітосанітарного стану впродовж 2002—2019 рр. (рис. 5, 6). Наприклад, серйозною небезпекою для сільськогосподарських культур є саранові (*Acrididae*), популяціям яких властиві спалахи чисельності і природа їхня до кінця не вивчена. У 2016—2020 рр. в угрупованні саранових домінували нестадні види кобилки — блакитнокрила (*Oepiroda coerulescens* L.) та чорносмугаста (*Pachytylus s. Oedaleus nigrofasciatus* L.), осеред-

ково траплялася мала хрестовичка (*Doclostaurus brevicollis* L.) та ін. Здебільшого в поодинокій формі розвивалися прус італійський (*Calliptamus italicus* L.) та сарана азіатська (перелітна) (*Locusta migratoria* L.), у більшості випадків на неорних землях (узбіччях до ріг, біля зрошувачів та лісосмуг, на забур'яненних перелогах, пасовищах та луках) та у крайових смугах посівів сільськогосподарських культур. В останні роки стан популяції саранових корегу-

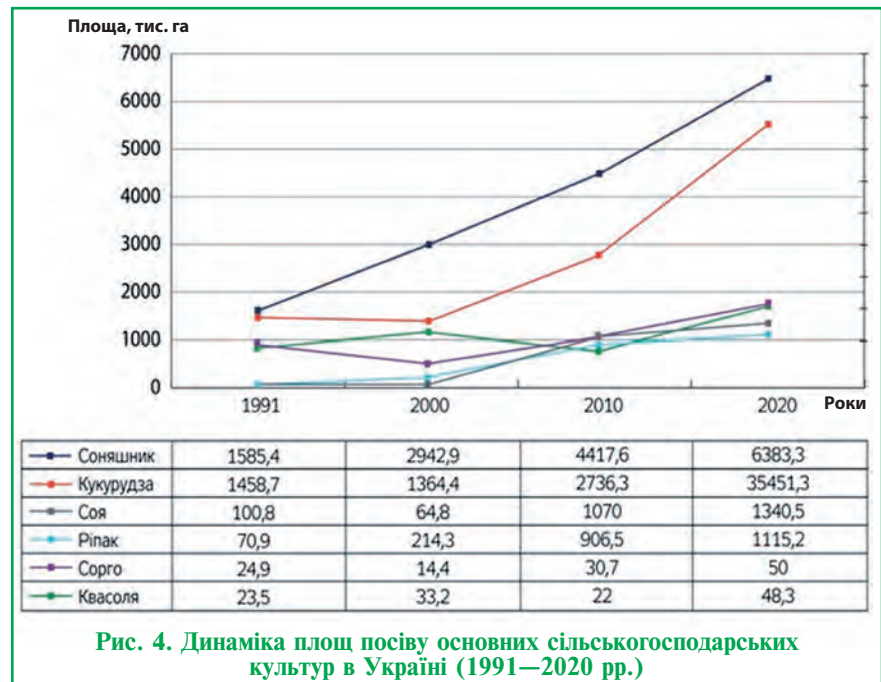


Рис. 4. Динаміка площ посіву основних сільськогосподарських культур в Україні (1991—2020 рр.)

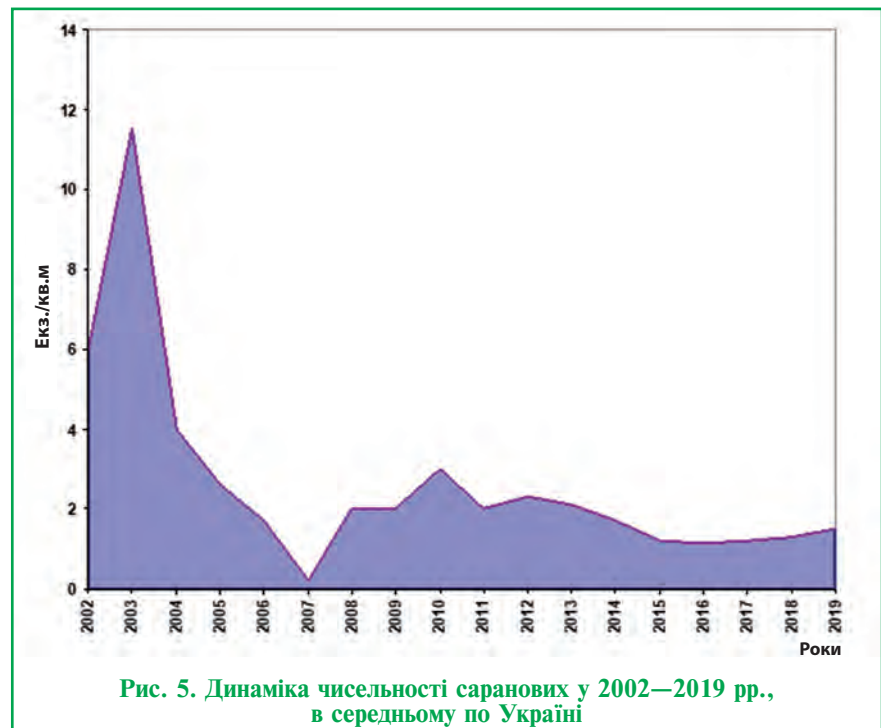


Рис. 5. Динаміка чисельності саранових у 2002—2019 рр., в середньому по Україні

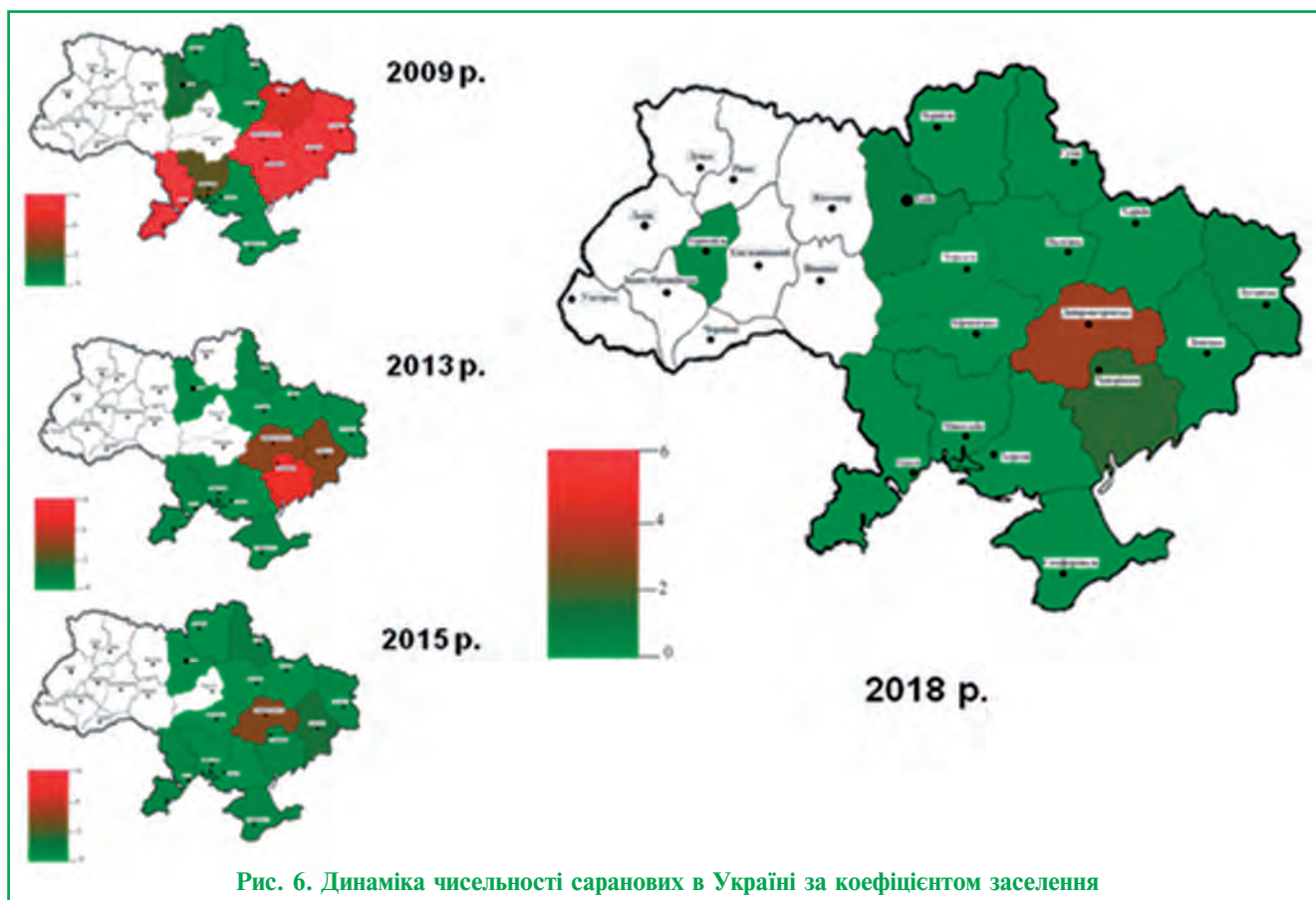


Рис. 6. Динаміка чисельності саранових в Україні за коефіцієнтом заселення

вався несприятливими гідротермічними умовами в період відродження і розвитку молодших віків та аномально високими температурами повітря на поверхні ґрунту в період відкладання яєць (кінець липня — серпень). На пасовищах, луках і посівах багаторічних трав пошкоджено (переважно в слабкому ступені) до 10% рослин, в окремих господарствах — 7—12%. На неорних землях Луганської та Донецької областей (площа яких стрімко зростає у зв'язку з війною, розв'язаною рф) пошкоджено до 20% рослин. Середня чисельність фітофага у 2014—2022 рр. варіює в межах 0,2—1,7 екз./м², подекуди — 2,0—3,0 екз./м². Максимальні показники чисельності зафіксовано в локальних осередках Сумської, Харківської, Донецької, Одеської, Дніпропетровської, Київської областей — 4,0—8,0 екз./м², у Запорізькій — до 12,0 екз./м², на неугіддях у Миколаївській — до 22,0 екз./м². Середня чисельність ворочок (кубушок), виявлених під час осінніх ґрунтових обстежень у Луган-

ській області в 2015—2016 рр., становила 0,5—0,6 екз./м², у 2017 р. — 0,9 екз./м², у 2018 р. — 0,5 екз./м² (рис. 5, 6). А в 2020—2022 рр. чисельність саранових протягом вегетації утримувалась на допороговому рівні.

Зафіксовано переміщення зони поширення саранових у північно-західному напрямку. Зазвичай, осередки з максимальною чисельністю цих комах збігаються із зонами, де сума активних температур (понад 5°C) становить 3000°C і більше. Найбільша чисельність саранових в Україні реєструється у південних та південно-східних областях — Херсонській, Миколаївській, Запорізькій, Донецькій, Луганській та Дніпропетровській. Така тенденція особливо яскраво проявилася на тлі непрогнозованих сукцесій в агроценозах, викликаних воєнними діями рф.

Щодо спалахів чисельності стадних форм сарани — у 2018 р. в ДПДГ «Асканія-Нова» (Херсонська обл.) було зафіксовано італійського пруса. В осередках по краю полів його чисельність

сягала 50—100 екз./м². У 2019 р. в локальних осередках на Херсонщині цього шкідника подекуди нараховували до 120 екз./м². А 12 липня цього ж року у Станично-Луганському р-ні, Луганської обл. спостерігали заліт зграї сарани з території лінії розмежування (перелоги рибгоспу на території Валуйської селищної ради), чисельністю понад 50 екз./м², що значно перевищувала економічні пороговості шкідливості (ЕПШ) (рис. 7, 8). Оскільки осередок розповсюдження шкідника знаходився на лінії розмежування, була проблема щодо застосування засобів захисту, адже тут неможливе використання сільськогосподарської авіації, а наявність мінних полів ускладнює проведення будь-яких наземних робіт з ліквідації шкідника. До екстрених заходів було залучено підрозділи МНС, військових саперів та авіапостереження безпілотними літальними апаратами для визначення меж розповсюдження сарани. На визначених кинутих землях, заселених переважно



Рис. 7. Заліг зграї сарани з території лінії розмежування (Станиця Луганська, Луганська обл., 2019 р.)



Рис. 8. Осередки сарани на рефугіумах (Луганська обл., 2019 р.)

Locusta migratoria L., застосували рекомендовані нами хімічні засоби захисту рослин. Обліки, проведені на оброблених територіях, показали високу ефективність заходів захисту.

У Донецькій області у 2019 р. було також зафіксовано спалах підвищеної чисельності *Locusta migratoria* L. — до 20 екз./м².

Встановлено, що зміна спектра живлення комах-фітофагів позначається на фенотиповій структурі їхньої популяції. Різні мікропопуляції одного виду в агроценозах та природних стаціях внаслідок добору починають відрізнятися за частотами деяких генів. За масових розмножень інтенсивна міграція і розповсюдження комах з природних угідь призводить не тільки до загального збільшення щільності популяції шкідників в агроценозах, але і до процесів гібридизації різних популяційних угруповань. Завдяки гетерозису гібридизація зумовлює збільшення генетичного потенціалу шкідливих комах — підвищення плодючості, життєздатності, шкідливості та агресивності.

Багаторічний моніторинг фітосанітарного стану в Україні дав змогу вперше обґрунтувати положення, що рівень розвитку сільськогосподарського виробництва (стабільність системи землеробства, ступінь розораності земель, стан насінництва, рівень агротехніки, захист рослин) в еколого-географічних умовах держави визначає фоновий рівень чисельності і поширення шкідливих популяцій. Фоновий рівень — це середньо-багаторічні показники чисельності шкідників та заселених площ, які склалися в поточних економічних умовах. Фоновий рівень варіює під дією еколого-економічних чинників. В період економічної скрути, а тим більше війни, він збільшується. Фоновий рівень визначає економічні наслідки надзвичайних ситуацій в період масових розмножень шкідників, які відбуваються циклічно під дією природних чинників. Обґрунтування ролі еколого-економічних факторів ще більше роз-

ширює можливості синтетичної теорії динаміки популяцій комах за розробки прогнозів чисельності та поширення шкідників.

Багатовимірність процесів популяційної динаміки свідчить про обмежену можливість алгоритмів прогнозу на підставі передбачення агрокліматичних показників. На сучасному рівні розвитку науки предикторами для складання фітосанітарних прогнозів може слугувати тільки багаторічна динаміка чисельності шкідників з урахуванням поточного стану сонячної активності і статистики масових розмножень різних популяцій. Тому розробка і впровадження сучасних систем фітосанітарного моніторингу — єдиний шлях вирішення проблеми надійного прогнозу можливих втрат урожаю та економічної оцінки доцільності заходів захисту рослин.

Лабораторією прогнозів ІЗР НААН обґрунтовано концепцію організації системи моніторингу і прогнозу та подальшого розвитку наукового забезпечення галузі [24]. Концепція вдосконаленої системи моніторингу і прогнозу ґрунтується на таких засадах:

1. Сучасні інформаційні технології;
2. Оперативність «моніторинг — прогноз — споживач» в режимі реального часу;
3. Еволюційність — потенційний запас можливостей щодо подальшого вдосконалення;
4. Комерційність — можливість самофінансування.

Впровадження цієї системи дозволить підвищити рівень контролю за регуляцією чисельності фітофагів, значно зменшити втрати урожаю та обсяги використання засобів захисту рослин.

Обґрунтовано першочергові актуальні напрями наукових досліджень з метою поглиблення наукового забезпечення галузі, а саме:

- формування комп'ютерних баз статистичних даних щодо поширення та чисельності головних шкідників в Україні;

- вдосконалення систем моніторингу саранових, клопа шкідливої черепашки, совок, туруна хлібного;
- вдосконалення багаторічного прогнозу поширення та шкідливості головних шкідників за умов реформування власності на землю з метою планування актуальних наукових розробок в галузі захисту рослин;
- вдосконалення методів річного прогнозу саранових, совки озимої, метелика лучного з метою планування бюджетних коштів на витрати, пов'язані з організацією та проведенням заходів запобігання чи ліквідації надзвичайних ситуацій (масового розповсюдження шкідників) в Україні;
- розробка імітаційних моделей короткострокового прогнозу загрози від головних шкідливих популяцій з метою визначення оптимальних строків та економічної доцільності заходів захисту рослин;
- розробка методів економічної оцінки ефективності захисту рослин на основі прогнозу урожаю та його можливих втрат;
- впровадження новітніх інформаційних технологій контролю фітосанітарного стану в Україні [23].

Показники ЕПШ — основне надбання наукового забезпечення прогнозу до 2000-х років, за умов дестабілізації фітосанітарного стану і в ринкових умовах втрачають сенс. Натомість, в лабораторії прогнозу ІЗР НААН розроблено та апробовано алгоритм оперативного прогнозу шкідливості комплексу головних шкідників, що дає змогу прогнозувати сумарні втрати урожаю на макро- та мікроекономічному рівнях, економічну доцільність заходів захисту рослин, що і є інструментом для системного аналізу поточного фітосанітарного стану агроценозів у державі [11]. Результати проведеного аналізу сумарних втрат урожаю озимини від комплексу шкідників в Лісо-

степу і Степу України свідчать, що в окремі роки втрати урожаю тільки від шкідників сягають 30%.

Важливою складовою заходів запобігання надзвичайним ситуаціям у фітосанітарному стані є надійний прогноз місця і часу появи загрози масового розмноження шкідників. Реставрація статусу саранових в Україні, як небезпечних шкідників, спонукала до оперативного створення методики моніторингу з метою завчасного виявлення і точної оцінки їхньої чисельності. Детальне вивчення екології саранових дало змогу вперше в Україні розробити, та впровадити систему моніторингу, яка включає в себе оптимальні строки, стації та систему методів обліку чисельності комах залежно від мети обстежень, дозволяє із сезонною завчасністю прогнозувати ступінь загрози поширення та шкідливості саранових.

Аналіз даних літературних джерел щодо сучасних систем фітосанітарного моніторингу свідчить, що феромонні пастки є основою ентомологічного моніторингу, а їхній арсенал постійно поповнюється [24].

Атрактивні пастки в агроценозах активно впливають на поведінку комах, змінюють їхнє просторове розміщення (щільність популяцій), тому використання пасток для моніторингу потребує детального вивчення особливостей поведінки та екології шкідників в агроценозах. Вперше в Україні обґрунтовано концептуальні основи розробки систем моніторингу лускокрилих шкідників польових культур за допомогою феромонних пасток та розроблено методологію такого моніторингу.

Кількісні параметри феромонного зв'язку у лускокрилих різних видів сумісні між собою, вони не залежать від екології виду і зумовлені еволюційними обмеженнями чутливості реакцій комах. Тому радіус ефективної дії таких пасток для різних шкідників польових культур мало відрізняється між собою та становить близько 25 м. Відповідно, за допомогою однієї пастки можливо конт-

ролювати чисельність шкідників на площі агроценозу 0,2 га [24].

Ступінь привабливості феромонної пастки для самців відповідає популяційно-видовій нормі реакції самиць. Внаслідок структурованості популяцій шкідників за рівнем зв'язку конкуренція природних та штучних феромонів в агроценозах має ймовірний характер. Встановлено, що пастка відловлює не більше 5—6% самців у зоні дії штучного феромона, що дає можливість розраховувати чисельність шкідників в агроценозі.

Особливості репродуктивної поведінки різних видів лускокрилих шкідників визначають відповідну технологію використання пасток для фітосанітарного моніторингу.

Системи моніторингу поширення та шкідливості молі картопляної до початку наших робіт в Україні не існувало. Літературні зведення свідчили про складність її виявлення і моніторингу, що зумовлено особливостями біології й екології цієї комахи.

В результаті багаторічної роботи відділом прогнозів ІЗР вдосконалено систему моніторингу совки озимої за допомогою феромонних пасток та розроблено і впроваджено систему моніторингу метелика кукурудзяного. Усі розроблені системи моніторингу найбільш небезпечних лускокрилих шкідників більш ефективні в порівнянні з базовим варіантом, затрати праці зменшуються в 10 разів. Вони також відповідають головній вимозі — дають можливість за максимальною стандартними методами обліків формувати багаторічні бази даних поширення та чисельності шкідників в агроценозах України, тобто отримувати інформацію, яка об'єктивно може бути використана в якості предиктора фітосанітарних прогнозів.

Спалах чисельності саранових в останні роки, як найнебезпечніших шкідників в Україні, спонукав до оперативного створення методики та впровадження системи візуальних та інструментальних методів вияву, обліку чисельності та прогнозу їхнього

стану. В лабораторії прогнозу ІЗР розроблено методику використання GPS-навігатора і даних ДЗЗ для моніторингу та прогнозу ризиків надзвичайних ситуацій в агросфері, зумовлених масовим розмноженням саранових. Застосування новітніх інформаційних технологій суттєво підвищує продуктивність праці й надійність обліків, дає можливість з сезонною завчасністю прогнозувати ризики надзвичайних ситуацій в агросфері, за уніфікованими стандартними методами обліків формувати багаторічні бази даних з поширення та чисельності багатодічних шкідників, отримувати об'єктивну інформацію, яка є основою довгострокових екологічних прогнозів. За результатами цих розробок обґрунтовано регламент протисаранових заходів в Україні.

З метою екологізації захисту рослин, підвищення ефективності та надійності прогнозування розроблено комп'ютерні програми, які дозволяють оперативно прогнозувати потенційні втрати урожаю основних сільськогосподарських культур від комплексу шкідливих комах, визначати еколого-економічну доцільність хімічного захисту культур в умовах поточної фітосанітарної ситуації. Комп'ютерний прогноз дозволяє землекористувачам різних економічних категорій, а також Державним органам управління сільськогосподарським виробництвом приймати відповідні управлінські рішення на мікротамакроекономічних рівнях.

Проблеми фітосанітарного прогнозування. В Україні фітосанітарний моніторинг посівів і насаджень сільськогосподарських культур здійснює Держпродспоживслужба. Спеціалістів з фітосанітарного контролю, в порівнянні, наприклад, з Гідрометеоцентром України, в рази менше, і це за умов, коли фітосанітарний моніторинг має не менш важливе державне значення ніж прогноз погоди.

Матеріально-технічне забезпечення робіт з фітосанітарного моніторингу мінімальне і не відповідає сучасним вимогам, що

не дозволяє провадити сучасні методи збору, аналізу та розповсюдження інформації з використанням дистанційних методів обліку шкідників. Сучасний стан фітосанітарної ситуації в Україні вимагає моніторингу чисельності не тільки домінуючих спеціалізованих шкідників, що постійно мешкають в агроценозах (клоп шкідлива черепашка, довгоносик звичайний буряковий, попелиці та інші), але і головних багатодічних шкідників, резерватами яких є перелogi та інші неорні землі (саранові, метелик лучний, гризуни мишопоподібні), які завдяки високій міграційній активності створюють загрозу для посівів сільськогосподарських культур.

Оптимізації прогнозу перешкоджають організаційні недоліки (наприклад, феромони не включено до «Переліку пестицидів та агрохімікатів...»), а відсутність коштів не дозволяє розвивати та впроваджувати новітні розробки інструментальних методів моніторингу шкідників і хвороб, запровадити прогноз розповсюдження фітовірусів і шкідливих нематод. Вирішення цих проблем значно підвищить рівень фітосанітарного моніторингу в Україні, наблизивши його до світового рівня на базі сучасних інформаційних технологій.

ВИСНОВКИ

Прогноз появи, поширення й шкідливості фітофагів сільськогосподарських культур є основою системи захисту рослин.

Роль прогнозу появи шкідливих організмів в агробіоценозах особливо актуальна за сукцесій, що виникають унаслідок воєнних дій російської федерації, коли відбуваються непередбачувані катаклізми на значних площах агроугідь з утворенням нетипових рефугіумів, які спричиняють накопичування і різкий спалах неконтрольованої, підвищеної чисельності шкідливих комах.

За такої критичної ситуації вкрай важливо проаналізувати існуючі теорії масового розмноження шкідливих організмів, оцінити усталені, класичні та новітні методики їх моніторингу (ДЗЗ,

модельовання поширення комах на основі ГІС-аналізу кліматичних чинників тощо).

На природу впливає значно більше факторів, ніж зазвичай беруть до уваги прогнозисти. Ці фактори не вписуються в теорії, основою яких є зв'язок, взаємодія та синхронізація популяційних, геомагнітних, космічних, кліматичних, трофічних та інших циклів, у часі тісно пов'язаних із сонячною активністю, та інших чинників.

Сучасна організація системи моніторингу і прогнозу повинна базуватися на сучасних інформаційних технологіях, оскільки такий прогноз дозволяє землекористувачам різних економічних категорій, а також Державним органам управління сільськогосподарським виробництвом приймати відповідні управлінські рішення на мікро- та макроекономічних рівнях.

Фінансування: наукові дослідження проведено впродовж 2011—2024 рр. в Інституті захисту рослин НААН України, у межах наукових тем, в рамках наступних завдань:

- НТП 15. «Захист рослин та фітосанітарна безпека». 15.01.01.01.Ф. Розробити та удосконалити методи діагностики фітосанітарного стану агроценозів за використання сучасних інформаційних технологій для створення оперативного прогнозу доцільності застосування засобів захисту рослин;
- ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин). 12.05.00.17.Ф. Розробити методики діагностики фітосанітарного стану агроценозів за використання сучасних інструментів та технологій. (ДР №0116U003544);
- ПНД 24. «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» (Захист рослин). Підпрограма 06. «Моніторинг регульованих шкід-

ливих організмів рослин відповідно до міжнародних вимог» («Прогноз та карантин рослин»). 24.06.01.01.Ф Вивчити можливість застосування комп'ютерних технологій для створення інтерактивних баз даних в сучасних умовах. Вивчити особливості фітосанітарного стану агроценозів України в сучасних умовах. Розробити прогноз розвитку шкідливих організмів на основі аналізу фітосанітарного стану агроценозів України. (ДР №0121U000096).

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Збитки екосистем України через агресію РФ сягнули 65 мільярдів доларів. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/zbitki-ekosistem-ukrayini-cherez-agresiyu-1729390765.html>
2. Федоренко В.П., Саблук В.Т., Трибель С.А., і др. Прогноз розвитку шкідливих організмів на основі аналізу фітосанітарного стану агроценозів України. (ДР №0121U000096).
3. Білецький Є.М. Теорія і технологія багаторічного прогнозу. Інтегрований захист рослин на початку XXI століття. Матер. міжнар. наук.-практ. конф. 2004. С. 29-36.
4. Білецький Є.М. Массовые размножения насекомых. История, теория, прогнозирование: монография. Харьков: Майдан, 2011. 172 с.
5. Білецький Є.М., Станкевич С.В. Полицикличность, синхронность и нелинейность популяционной динамики насекомых и проблемы прогнозирования: монография. Вена: Premier Publishing s.r.o. Vienna, 2018. 138 с.
6. Станкевич С.В., Білецький Є.М., Забродина І.В. Циклически-нелинейная динамика природных систем и проблемы прогнозирования: монография. Ванкувер: Accent Graphics Communications & Publishing, 2019. 232 с.
7. Stankevych S.V., Biletsky Ye.M., Golovan L.V. Polycyclic prognostication problem: monograph. Kharkiv: Publishing House I. Ivanchenko, 2020. 133 p.
8. Станкевич С.В., Білецький Є.М., Малукина Д.И. и др. Некоторые экологические катастрофы. История, закономерности, предвидение. Синергетический подход: монография. Харьков: Издательство Иванченка И.С., 2022. 121 с.
9. Stankevych S.V., Biletskyj Ye.M., Zabrodina I.V. et al. Prognostication algorithms and predictability ranges of mass reproduction of harmful insects according to the method of nonlinear dynamics. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. 10(1). 37-42. doi: 10.15421/2020_6
10. Борзих О.І., Федоренко В.П. Сучасні проблеми фітосанітарного стану агроценозів в Україні. Захист і карантин рослин. 2016. Вип 62. С. 3-17. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2016.62.3-17>

11. Стратегія і тактика захисту рослин. Т. 1 : Стратегія ; за ред. акад. НААН України В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 503 с.
12. Панфилов Д.В. В мире насекомых. Москва: Лесная промышленность, 1969. 128 с.
13. Лісовий М., Манько О., Мар'юшкіна В., Мельник П. та ін. Захист рослин. Терміни та визначення понять. ДСТУ 4756:2007. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 38 с.
14. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. Москва: Мысль, 1936. 348 с.
15. Білецький Є.М. Теорія циклическої динаміки популяцій. Изв. Харьков. энтомолог. о-ва. 1993. Т. 1. Вып. 1. С. 5-16.
16. Stankevych S.V., Biletskyj Ye.M., Zabrodina I.V. et al. Cycle populations dynamics of harmful insects. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. 10(3). С. 147-161. doi: 10.15421/2020_148
17. Федоренко А.В. Домінуючі шкідники зернових колосових культур з ряду твердокрилих та прогноз чисельності у 2024 р. Карантин і захист рослин. 2024. №1. С. 23-27. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2024.1.23-27>
18. Sabluk V.T., Sinchenko V.M., Grishenko O.V., Gumentyk M.Ya., Fedorenko V.P. Effect of various agriculture systems on pest entomofauna diversity. Ukrainian Journal of Ecology. 2021. 11(2). С. 8-12. DOI: 10.15421/2021_62
19. Lesovoy N., Fedorenko V., Vigerla S., et al. Biological, Trophological, Ecological and Control Features of Horse-Chestnut Leaf Miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic). Ukrainian Journal of Ecology. 2020. 10(3). P. 24-27. DOI: 10.15421/2020_128
20. Салієнко В.О., Федоренко В.П. Сучасний стан та модельовання поширення західного кукурудзяного жука в Україні на основі ГІС-аналізу кліматичних факторів. Карантин і захист рослин. 2024. № 1. С. 33-39. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2024.1.33-39>
21. Stankevych S.V., Biletskyj Ye.M., Zabrodina I.V. et al. Prognostication in plant protection. Review of the past, present and future of nonlinear dynamics method. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. 10(4). 225-234. DOI: 10.15421/2020_192
22. Білецький Є.М., Туренко В.П. Методологія прогнозу. Захист рослин. 2002. № 7. С. 2-4.
23. Chaika V., Lisovyy M., Ladyka M. et al. Impact of climate change on biodiversity loss of entomofauna in agricultural landscapes of Ukraine. Journal of Central European Agriculture. 2021. 22(4). P. 830-835. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.4.3182>
24. Ющенко Л.П., Федоренко В.П., Логойда О.І. Ефективність засобів захисту винограду від гронової листокрутки (*Lobesia botrana* Den. u Schiff) у Закарпатті. Карантин і захист рослин. 2024. №. 2. С. 36-41. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2024.2.36-41>

¹Fedorenko A.,
ORCID: 0000-0002-4398-7330

¹Borzykh O.,
ORCID: 0000-0002-9802-5622

¹Fedorenko V.,
ORCID: 0000-0002-7783-1617

¹Chaika V.,
ORCID: 0000-0003-4324-5529

²Yushchenko L.,
ORCID: 0000-0002-7662-8756

¹Institute of Plant Protection of the NAAS, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

²State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine, 35, Metropolit Vasyl Lypkivsky str., Kyiv, 03035, Ukraine

Scientific basis for predicting the spread of pests

Goal. To analyze the existing theories of mass reproduction of insects, to evaluate and test the established and newest methods of monitoring and prospects for their use in modern conditions of pest spread. **Methods.** Entomological, herbological, meteorological and other monitoring, including information technologies: remote sensing, modeling of insect distribution based on GIS analysis of climatic factors. **Results.** The deterioration of the phytosanitary condition of crops in Ukraine, which has been recorded over the past decade, has occurred as a result of the withdrawal of

large areas of arable land from cultivation, global climate warming, increased solar activity and unpredictable successions, mainly of anthropogenic nature. The combination of these factors creates favorable conditions for the mass reproduction and spread of pests, and the penetration of quarantine pests into agricultural lands (in particular, the quarantine pest marble bug (*Halyomorpha halys* Stål) entered Ukraine from the temporarily occupied Crimea from the Krasnodar region of Russia). The average long-term indicators of the number and distribution of pests in Ukraine have increased, as evidenced by long-term monitoring of the dynamics of the phytosanitary state of agrobiocenoses. **Conclusions.** The concept of organizing a monitoring and forecasting system and further development of scientific support in plant protection in modern realities based on the following principles

is substantiated: modern information technologies; efficiency; real-time connection «monitoring — forecast — consumer»; evolutionary nature, potential for further improvement. In order to green plant protection, increase the efficiency and reliability of forecasting, programs for predicting potential crop losses from a complex of harmful insects have been developed, and the ecological and economic feasibility of chemical crop protection in the current phytosanitary situation has been substantiated.

phytosanitary monitoring; forecast; agrobiocenosis; refugium; succession; population; agglomeration; agrosphere

Надійшла до редакції: 12.11.2024

Прийнята до друку: 06.03.2025

Надруковано й опубліковано онлайн:
березень 2025



Вітаємо!

Численні вітання приймала у свій ювілей **Оксана Василівна Шита** — вчена в галузі захисту рослин, кандидатка сільськогосподарських наук за спеціальністю «екологія».

Вся її трудова діяльність пов'язана з Інститутом захисту рослин НААН. Почавши з посади старшої лаборантки, нині вона є завідувачкою лабораторії технології застосування пестицидів.

Оксана Василівна провадить багатопланові наукові дослідження за напрямками ентомологія, фітопатологія та гербологія. Результати досліджень значною мірою знайшли своє відображення у підготовленій та успішно захищеній нею дисертації на тему «Екологічне обґрунтування захисту картоплі (*Solanum tuberosum* L.) від шкідливих організмів у Лісостепу України» (2021 р.). Досліджено екологічні параметри сумісного застосування інсектицидів та фунгіцидів з біо-

препаратами для контролювання шкідників та хвороб картоплі, оцінено ефективність інсектицидів із різних класів проти фітофагів за різних способів застосування, обґрунтовано застосування гербіцидів у різні фази розвитку картоплі для зниження чисельності бур'янів. Визначено технічну та економічну ефективність застосування хімічних та біологічних засобів захисту на картоплі проти шкідливих організмів.

Нині О.В. Шита здійснює широкий спектр наукових досліджень з фітосанітарного моніторингу шкідливих організмів в агроценозах сільськогосподарських культур та обґрунтування технологій раціонального застосування пестицидів у сучасних умовах аграрного виробництва. Працює над розв'язанням таких важливих питань, як оцінка ефективності оновленого асортименту пестицидів у різних ґрунтово-кліматичних зонах України та розробка регламентів їхнього застосування в системах захисту основних культур від шкідливих організмів. Багато наукових її розробок стосуються способів захисту овочевих культур від хвороб з використанням хімічних і біологічних агентів, а також ефективних заходів захисту сої.

Бере активну участь у науково-організаційній діяльності Інституту захисту рослин НААН: член Вченої ради, координаційної ради Науково-методичного центру «Захист рослин», лектор на курсах підвищення кваліфікації наукових працівників установ НААН та науково-педагогічних працівників аграрних вищих навчальних закладів МОН України.

У доробку понад 40 опублікованих наукових праць, з них 3 методичні рекомендації.

Досягнення О.В. Шитої в науковій та організаційній діяльності відзначені Почесною грамотою Президії Національної академії аграрних наук України, пам'ятною ювілейною медаллю «100 років Національній академії аграрних наук України» та іншими нагородами.

Співробітники Інституту захисту рослин НААН, колеги бажають Оксані Василівні міцного здоров'я, щастя, жіночої краси, благополуччя, родинного затишку, творчого натхнення та великих успіхів

