

УДК 595.7:57.034:574.3

© 2003 г. В. М. ЧАЙКА

ПРОБЛЕМИ ПРОГНОЗУ МАСОВИХ РОЗМНОЖЕНЬ КОМАХ. 2. МОНІТОРИНГ ШКІДЛИВОЇ ЕНТОМОФАУНИ – ОСНОВА ПРОГНОЗУ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ АГРОЦЕНОЗІВ

Поточний фітосанітарний стан в Україні: характеристика, причини та можливі перспективи. В останні роки в Україні спостерігається погіршення фітосанітарного стану, у зв'язку з чим серед фахівців поширена думка, що це є наслідком різкого зменшення об'ємів застосування заходів захисту рослин. Безумовно, захист рослин відіграє важливу роль в регулюванні чисельності та поширення шкідників, але стан таких складних біологічних систем, як популяція комах, не може і не визначається лише одним фактором. Згідно законів екології, які було формалізовано Е. Мітчерліхом, Б. Коммонером та ін. (Реймерс, 1990), природні чинники впливають на біологічні системи сукупно, через прямі, а частіше – опосередковані шляхи.

Стан популяцій шкідливих комах (рівень фітосанітарної напруги) дуже динамічний. Він характеризується природними коливаннями чисельності та поширення комах, амплітуда яких визначається екологічними чинниками, а також, на нашу думку, стабільністю системи землекористування та рівнем розвитку галузі рослинництва. Збільшення фітосанітарної напруги на посіви сільськогосподарських культур в Україні, поряд з порушенням агротехніки та обвальним зменшенням обсягів використання засобів захисту рослин, було зумовлено також виведенням з землекористування великих площ орної землі, черговим циклом сонячної активності та глобальним потеплінням клімату. Аналіз літературних джерел (Передельский, 1947; Басов, Сапаев, 1996) та наші дослідження (Биоценозы ..., 1998; Бунтова, Чайка, Руденская, 1999) свідчать, що вилучені з системи землекористування території поступово перетворюються на різноманітні природні фітоценози, де створюються сприятливі екологічні умови для постійної присутності та стабільного розвитку більшості домінуючих шкідників сільського господарства, що характерні для даного регіону. Наприклад, зимівля та відродження саранових і лучного метелика проходить, в основному, на неорних землях, для розвитку озимої совки необхідно додаткове живлення на квітучій рослинності (бур'яни). Починаючи з 1990 р., в Україні за різними оцінками було вилучено з обороту від 5 до 8,5 млн. га орної землі, яка в процесі сукцесії завдяки збільшенню природної кормової бази і місць зимівлі перетворилася на широку екологічну нішу для головних багатодітних шкідників (рис. 1).

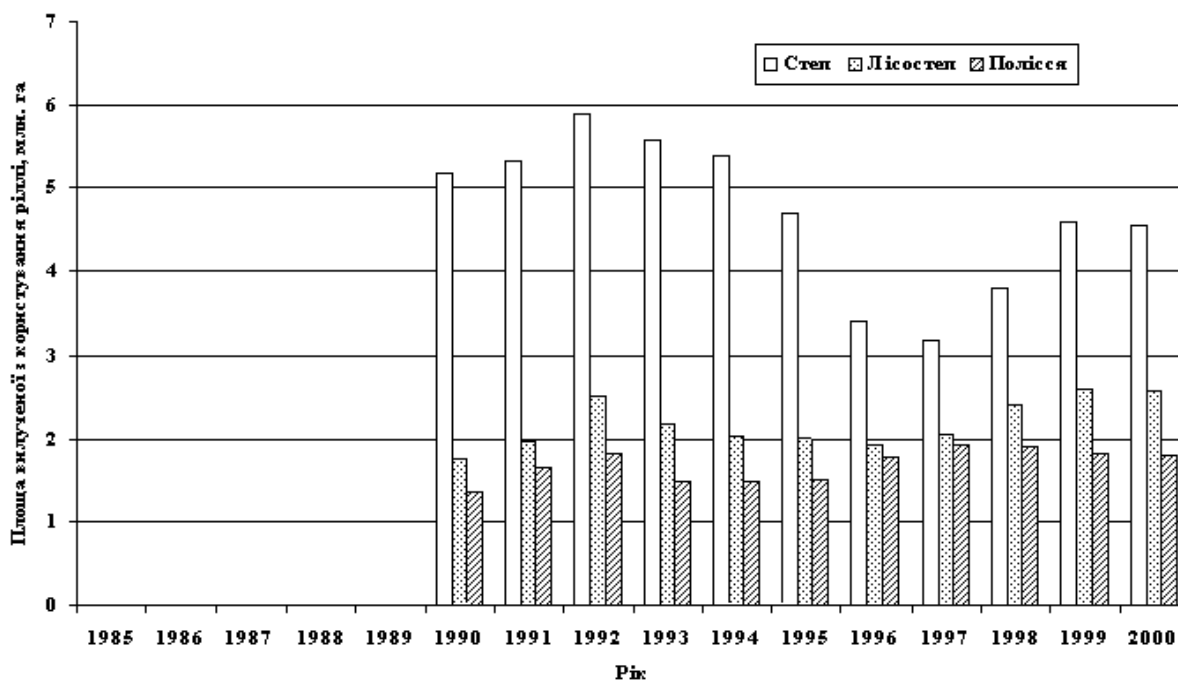
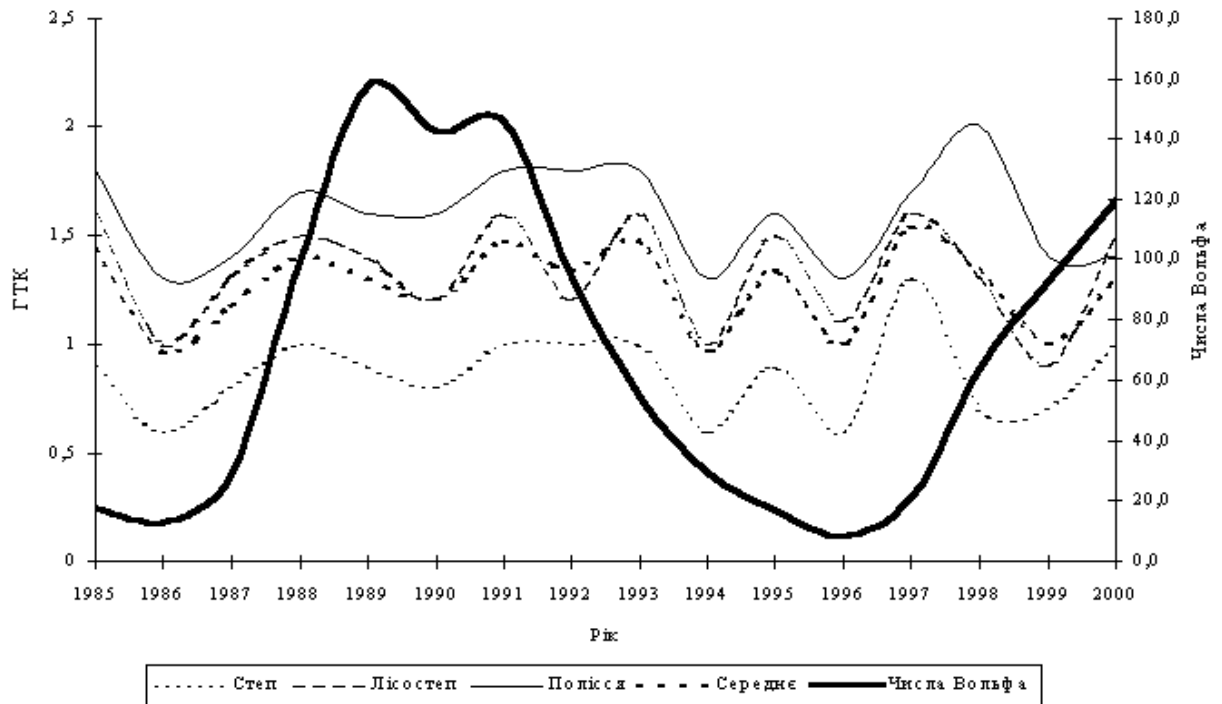


Рис. 1. Динаміка виведення орної землі з землекористування (за даними Держкомстату України).

Це проходило за умов, коли в 1996 році спостерігався екстремум чергового циклу сонячної активності на фоні тенденції до глобального потепління клімату (рис. 2). Відомо, що впродовж трирічного періоду біля екстремуму складаються найбільш сприятливі умови для масового розвитку та розселення головних багатодітних шкідників сільськогосподарських культур (Белецкий, 1993; Трибель, 1990, 1999). Погода є лімітуючим чинником, який визначає флуктуації різноманітних біотичних факторів, що впливають на популяцію та міжвидові відносини (Kingsolver, 1989). Так, існує тісний зв'язок між спалахами розмноження саранових та посухами (Chen, Zhang, 1999; Столяров, 2000).

Динамика сонячної активності та ГТК



Динамика температури повітря та поверхні ґрунту (моніторинг NASA)

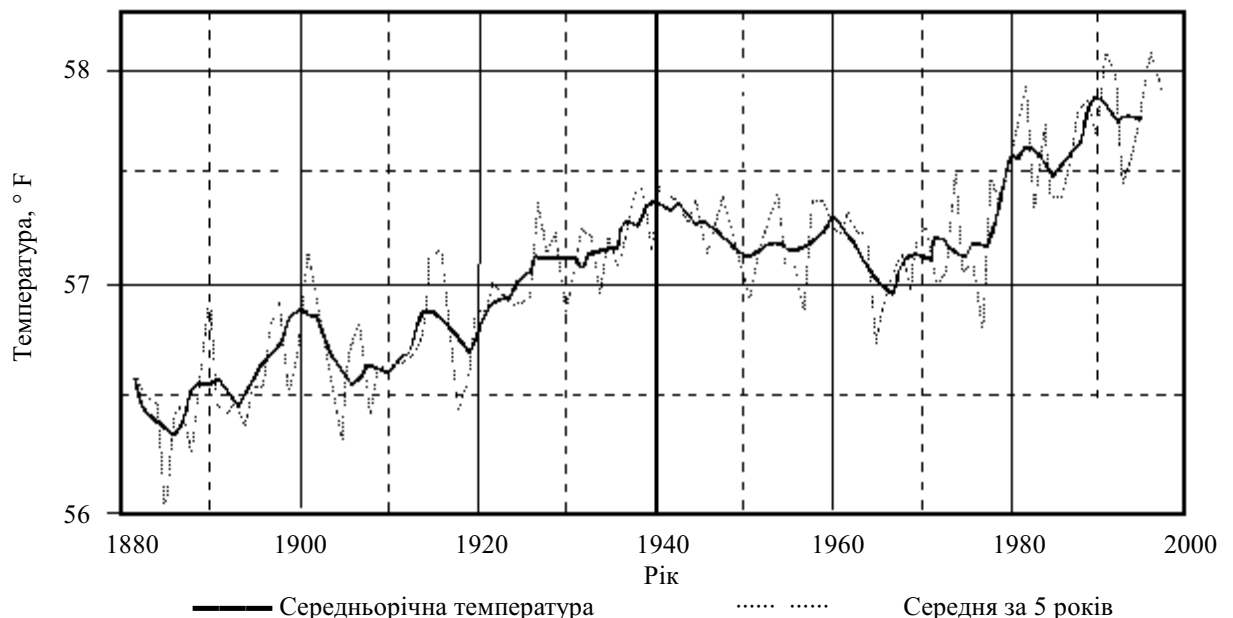


Рис. 2. Динамика абіотичних чинників довкілля.

Можливі також більш складні механізми зв'язку фітосанітарного стану з факторами навколишнього середовища. Ентомологічні хроніки з біблійних часів свідчать, що періоди соціально-економічних негараздів завжди супроводжуються масовими поширеннями шкідливих для людини комах. Це мало зрозуміле з екологічних позицій явище свідчить на користь концепції ноосфери, яку запропонував В. Вернадський. Ця концепція включає в себе ідею поступового об'єднання глобальних екологічних, економічних та соціальних підсистем в єдине ціле. Крім того, відомо, що еколого-соціальні системи

характеризуються нелінійними регулюючими зв'язками: слабкі флуктуації на вході можуть викликати непропорційно високу відповідь (збурення) на виході системи (Пригожин, Стенгерс, 1986; Реймерс, 1990; Казанцев, 1999).

Можна констатувати, що сумісна дія еколого-економічних чинників (скорочення захисних заходів, формування широкої природної екологічної ніші на фоні спалахів масового розмноження та розселення шкідливих комах у природні резервати) в останні 5 років призвела до різкого збільшення рівня чисельності та розширення зон шкодочинності головних шкідників – совок, клопа шкідливої черепашки, дротяників, хлібної жужелиці, звичайного бурякового довгоносика та ін. (повсюдно чисельність шкідників перевищує порогові рівні) (рис. 3).

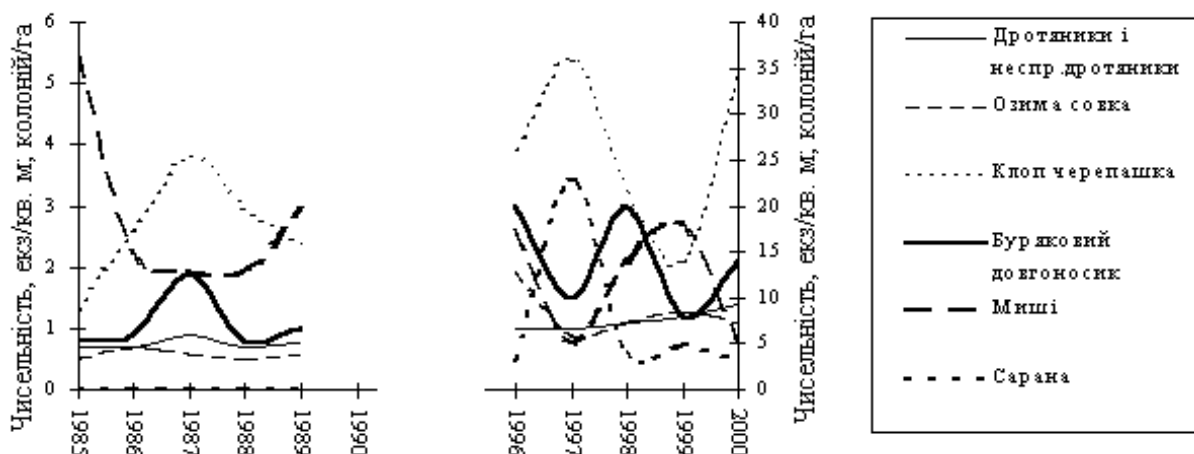


Рис. 3. Динаміка фітосанітарного стану в Україні.

Відбулася реставрація статусу саранових. Ми стали свідками переходу показників чисельності та поширення шкідливих популяцій на новий, більш високий рівень, який в подальшому буде визначати амплітуду природних коливань фітосанітарної напруги та можливих втрат урожаю в Україні. Аналіз результатів моніторингу фітосанітарного стану посівів озимої пшениці, який проводить Головна державна інспекція захисту рослин та підрозділи Української академії аграрних наук, що було виконано нами за методом визначення комплексного порогу шкодочинності (Васильєв, Чайка, Зацерківський, 1997), показав, що в 1996–2000 рр. потенційні втрати урожаю зерна тільки від домінуючих шкідників у степовій зоні сягали від 21 до 32 % (рис. 4).

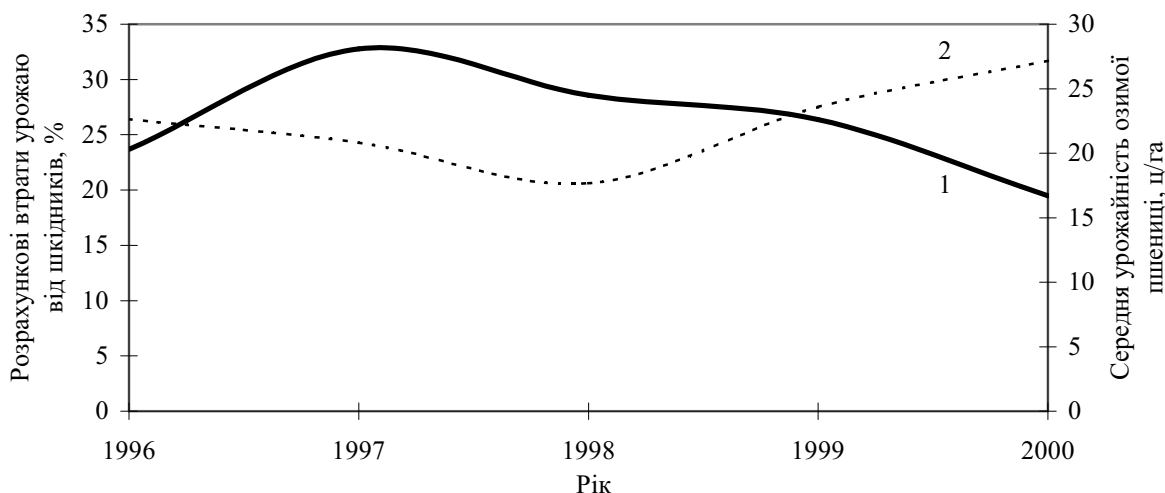


Рис. 4. Розрахункові втрати урожаю озимої пшениці від шкідників (1) та динаміка урожайності культури (2) в степовій зоні України.

Таким чином, системний аналіз свідчить, що фітосанітарний стан в Україні дестабілізувався. Подальший розвиток фітосанітарної ситуації можливий за сценарієм, риси якого окреслює ретроспективний аналіз, закони екології, сценарії подальшого генезису клімату та прогноз динаміки соціально-економічного стану держави.

На нашу думку, високий рівень фітосанітарної напруги триватиме, поки не стабілізується соціально-економічний стан держави. За 10 років планується завершити реформування сільськогосподарських підприємств на приватній основі, що призведе до стабілізації системи

землекористування. Середній відсоток розораної землі в Україні планується зменшити з 82 % у 1989 р. до 57,9 % у 2010 р. і наблизити до світових стандартів (Сайко, 2000). Якщо вилучення земель з обробітку буде проводитись планово, на науковій основі, то за цей період відбудеться природне залуження перелогів, сформується біоценози зі сталими ентомокомплексами, в яких будуть проходити процеси біологічної саморегуляції чисельності шкідливих популяцій. В цих умовах дуже чітко проявляються циклічні спалахи масового розмноження шкідників з еруптивною динамікою популяції.

Співставлення планів використання земельного фонду України з історичними даними свідчить, що ступень розораності земель повинна наблизитись до рівня кінця XIX сторіччя. Так, відсоток земель в обробітку складав у різних губерніях (Брокгауз, Ефрон, 1899) та планується в різних областях України (Сайко, 2000) відповідно: Чернігівська – 53,9 і 47,4, Полтавська – 66 і 61,7, Харківська – 64,4 і 60,7, Волинська – 37,4 і 48,5, Київська – 57,2 і 63, Херсонська – 49 і 67,8, Таврійська (АР Крим) – 38,7 і 49,3 %. Це дає змогу використати ентомологічні хроніки для імовірного прогнозу домінуючих видів шкідливої ентомофауни та можливу ступінь загрози при спалахах їх масового розмноження. Наприклад, регулярні спалахи масового розмноження саранових у степовій зоні України (з 1708 до нашого часу їх достеменно зареєстровано 25) призводили до катастрофічних економічних наслідків (Кириченко, 1926). У Катеринославській губернії (сучасна Дніпропетровська та Запорізька обл.) в результаті спалаху розмноження стеблової совки у 1912 р. було знищено урожай зернових на суму 2 418 645 золотих карбованців (Порчинский, 1913). У 1924 р. під час спалаху розмноження озима совка знищила в Україні 400 000 га озимих культур (Мигулин, 1970). Починаючи з кінця XIX сторіччя спалахи масового розмноження клопа шкідливої черепашки призводили до значних втрат якості зерна озимої пшениці 2–3 рази на кожне десятиріччя (Передельский, 1947).

Слід зауважити, що у жовтні 1986 р. в Австрії відбулася конференція, організована ЮНЕП, ВМО та Міжнародною радою наукових спілок, яка офіційно відмітила, що збільшення вмісту парникових газів в атмосфері (в основному вуглекислого газу, закису азоту, метану, тропосферного озону, хлорфторвуглеводнів) приведе у першій половині наступного століття до такого підвищення середньої глобальної температури, яке буде більшим за будь-яке з тих, з котрими зустрічалося людство за період існування мережі метеорологічних станцій і, отже, регулярних спостережень за кліматом. При подвоєнні концентрації парникових газів в атмосфері ймовірно підвищення середньої глобальної температури від 1,5 до 4,5°C. Протягом 90-х років було виконано багато варіантів комп'ютерного моделювання кліматичних сценаріїв з використанням удосконалених моделей, які в повній мірі підтвердили висновки конференції. Про це ж свідчить і глобальний кліматичний моніторинг, який проводить NASA. За цих умов слід враховувати, що зони шкодочинності головних шкідників сільськогосподарських культур значно розширяться у північному напрямку і будуть охоплювати навіть Полісся, що ще більше напружить фітосанітарний стан в Україні.

Отже, за сучасних умов в Україні зростає актуальність прогнозу ступеня загрози масового розмноження шкідників, особливо еруптивних видів – саранових, совок, лучного метелика. Ефективна боротьба з мігруючими кулігами та зграями саранових, гусінню лучного метелика можлива тільки за умов планування бюджетного фінансування та централізованої організації захисту рослин (масове розповсюдження шкідників віднесено до переліку надзвичайних ситуацій).

Завдання, можливості та алгоритми прогнозу: деякі теоретичні та практичні аспекти. Існуюча класифікація видів прогнозу (довгостроковий, багаторічний; середньостроковий з річною завчасністю; короткостроковий чи сигналізація (Поляков, 1964) не втратила актуальності й за умов ринкової економіки, але їх значення дещо змінилось. Так, на нашу думку, головна мета багаторічного прогнозу поширення та шкодочинності головних шкідників зараз полягає в плануванні актуальних наукових розробок в галузі захисту рослин (наприклад, поширення в останні роки в Україні ґрунтових шкідників свідчить про необхідність вдосконалення методів боротьби з дротяниками, хрущами та ін.). Річний прогноз стану еруптивних популяцій вкрай потрібен для планування бюджетних коштів на витрати, що пов'язані з організацією та проведенням заходів запобігання чи ліквідації надзвичайних ситуацій в Україні. Короткостроковий прогноз стає дуже цінним науковим продуктом, який має ринкову вартість. Відомо, що завчасна сигналізація дозволяє значно скоротити витрати пестицидів (Шевчук, Коломієць, 2001).

В своєму першому повідомленні стосовно механізмів динаміки популяцій комах-фітофагів у концепціях еволюції генетичного матеріалу (Чайка, 2001) спалахи масового розмноження ми розглядаємо як похідну механізмів адаптогенезу, в процесі якого відбувається перебудова генотипної структури популяції відповідно до флуктуацій параметрів екологічних чинників довкілля. Аналізуючи періодичні коливання чисельності популяцій, вперше цю ідею сформулював С. С. Четвериков (Четвериков, 1905). Такі коливання отримали назву «популяційних хвиль» або «хвиль життя». Причини зміни чисельності популяцій можуть бути різними: погода, кормова база, господарча діяльність та ін. Хвилі чисельності сприяють зміні генотипної структури популяції. В період мінімальної чисельності деякі гени (генотипи) можуть зникнути з популяції незалежно від їх біологічної цінності (дрейф генів). При зростанні чисельності популяція комах змінює свою просторову структуру (Пасічник, 1998), збільшує міграційну активність (Кочерга, Чайка, 1999 б), що сприяє більш інтенсивному обміну генами між субпопуляційними

угрупкуваннями (панміксія). В зв'язку з цим, згідно закону Харді-Вайнберга, популяція швидко відбудовує свою генетичну мінливість. Таким чином, хвилі життя сприяють еволюційній перебудові генотипної структури популяції.

На нашу думку, специфіка адаптогенезу різних видів обумовлює різноманіття механізмів, які відповідають за динаміку популяцій. У зв'язку з цим створити універсальну теорію (модель) динаміки чисельності популяції комах-фітофагів неможливо. Ці висновки добре узгоджуються з основними концепціями еволюції.

Якщо стисло узагальнити сучасні знання стосовно закономірностей еволюції природних систем, то схема генезису може бути такою. Еволюція характеризується циклами різних рівнів ієрархії. Ці цикли мають космічну природу. На еволюцію органічного світу найбільш впливові сонячні цикли, бо Сонце – головний постачальник енергії для біосфери, динаміка його активності спричиняє флуктуації характеристик екологічних чинників довкілля (Белецкий, 1993). Цикли еволюції біологічних систем складаються з детермінованих періодів та періодів флуктуації (перебудови) біологічних структур у точках біфуркації. Коли система еволюціонує і досягає точки біфуркації, детерміністичний опис стає неможливим. Система входить в стан хаосу, із якого, внаслідок процесів саморегуляції, формуються нові структури, в яких буде проходити подальша еволюція системи. В стані хаосу біологічна система набуває дуже високу чутливість до факторів навколишнього середовища (що принципово важливо для формування нових структур), тому майбутня траєкторія розвитку системи має стохастичний характер і навіть теоретично не піддається формалізації (не прогнозується). Перебудова структур розпочинається не в усій системі, а в зонах «нуклеації». В залежності від того, чи знаходяться розміри початкової зони нуклеації вище або нижче граничного рівня, флуктуація може затухнути, або розповсюдитись на всю систему (Пригожин, Стенгерс, 1986; Арманд, 1999).

Ці положення добре висвітлюють основні проблеми прогнозу масового розмноження шкідників. Теоретично надійний прогноз динаміки популяцій еруптивних видів можливий в період, коли популяція перебуває у відносно стабільному стані (детермінований період). Це, згідно класифікації І. Я. Полякова (1964), – фази депресії, зростання або спаду чисельності. Коли популяція наближається до точки біфуркації (спалах масового розмноження), надійність прогнозу місця та часу спалаху мало вірогідна. Так, динаміка екологічних чинників та стан популяції шкідника можуть свідчити на користь чергового спалаху масового розмноження саранових або лучного метелика. І цей спалах може відбутися, але не в Україні, а в інших країнах, які охоплює ареал виду. Ентомологи часто пояснюють цей факт недостатньою кількістю залучених для аналізу чинників, але сучасні концепції свідчать, що такий аналіз принципово неможливий. Масове розмноження саранових, яке протягом 10 років спостерігається на теренах СНД, пояснюють як особливий, специфічний спалах (як правило, він триває 3–4 роки) (Столяров, 2000), або як перехід популяції на більш високий рівень чисельності (Чайка, 2001; Чайка, Бакланова, 2001). На користь останнього свідчить відсутність епізоотій, які, як правило, супроводжують фазу піку чисельності.

Відомо, що траєкторія розвитку біологічних систем моделюється статистично. Різні за завчасністю види прогнозу фітосанітарного стану базуються на аналізі багаторічних статистичних рядів стосовно розповсюдження та чисельності шкідливих об'єктів. При цьому існуючі алгоритми прогнозу можна звести до двох основних типів: математичне моделювання та логічне моделювання (експертна оцінка).

Існуючі математичні моделі прийнято поділяти на наступні класи: детерміністичні, вірогіднісні та імітаційні. Для прогнозу динаміки популяцій комах використовують моделі всіх класів, але найчастіше – детерміністичні – найбільш прості рівняння регресії, які дозволяють прогнозувати стан популяції на підставі характеристик абіотичних і біотичних чинників довкілля: температура, опади в критичні періоди розвитку популяції, показники сонячної активності та геомагнітної збудженості, чисельність популяції в попередній генерації та ін. (Шаров, 1986; Трибель, 1999). Взагалі ці рівняння побудовані на підставі інтегрального закону екології Коммонера – «усе пов'язано зі всім» (Реймерс, 1990). Можна довго сперечатися, мають біологічний сенс чи ні коефіцієнти кореляції, коефіцієнти та рівняння регресії, яку розмірність мають біологічні показники, якщо вони розраховуються рівнянням, в якому безрозмірні індекси поділяють на показники сонячної активності, мають чи ні біологічний сенс рівняння, в яких розмірності змінних не мають біологічного сенсу та ін. Але рівняння регресії дозволяють наближено формалізувати систему в детерміністичний період її розвитку і зовсім не придатні, коли флуктуація чинників навколишнього середовища перевищує порогові рівні. Більш складні класи математичних моделей використовують, як правило, в наукових цілях.

Наближення моделей динаміки біологічних систем до життя – процес дуже тривалий, а передбачати спалахи масового розмноження комах потрібно кожен рік. Ця дилема добре відома фахівцям, тому у наш час прогнози розробляються головним чином методом експертного передбачення (так званий метод Дельфі, що базується на логічному моделюванні й індивідуально проводиться фахівцем або їх групою). На думку автора, найбільш вдалий алгоритм логічного моделювання багаторічної динаміки чисельності шкідників запропоновано Є. М. Белецьким (Белецкий, 1989, 1993) та його школою. Розроблений та апробований ними міжсистемний метод прогнозу спалахів масового розмноження фітофагів базується на статистичному аналізі циклів еволюційного процесу з урахуванням зв'язку цих циклів з багаторічною динамікою сонячної активності, що добре узгоджується з новітніми концепціями еволюції органічних систем.

Сучасні системи моніторингу шкідливої ентомофауни. Для усіх видів прогнозу основну первинну інформацію дає моніторинг шкідливої ентомофауни. За сталих умов колгоспного землекористування в Україні була накопичена потужна база статистичних даних, що віддзеркалювала багаторічну динаміку головних шкідливих популяцій в різних регіонах та слугувала основою для імовірного прогнозу фітосанітарної ситуації. В умовах дестабілізації фітосанітарного стану, що відбувається зараз, робити такі прогнози на ґрунті статистичних рядів 1980–1994 рр. неможливо. Тому розробка і впровадження сучасних систем моніторингу популяцій головних шкідників є першочерговим завданням аграрної науки.

Фітосанітарний ентомологічний моніторинг має на меті систематичне спостереження за: поширенням, чисельністю, термінами реактивації, фазою динаміки та рівнем життєздатності популяції, ефективністю природних регуляторів і заходів захисту, тривалістю життя та плодючістю шкідливих організмів, виживанням в критичні періоди розвитку (Шевченко, Пластун, Трибель, 1998). Треба зазначити, що більша частина цієї інформації віддзеркалюється у сезонній динаміці чисельності шкідника. Так, наприклад, у фазі зростання чисельності озимої совки фенологічні строки льоту метеликів стислі, реєструються чіткі максимуми льоту кожної генерації і навпаки, у фазі депресії, коли популяція дуже вразлива з боку екологічних чинників довкілля, літ метеликів розтягнутий у часі, не стабільний (Кочерга, Чайка, 1999 а). Аналогічні закономірності встановлено нами стосовно фенології італійського пруса (Чайка, Бакланова, 1999). Таким чином, постійний контроль сезонної динаміки чисельності шкідника з урахуванням багаторічної бази даних і агроекологічних чинників дозволяє володіти інформацією, яка слугує основою експертної оцінки стану популяції виду-мішені і прогнозу можливого ступеня загрози урожаю від його шкодочинності.

Облік шкідників проводять за допомогою візуальних, інструментальних та дистанційних методів. Візуальні методи найпростіші, надійні, але трудомісткі, особливо ґрунтові розкопки. Інструментальні методи обліку чисельності комах базуються на застосуванні атрактивних пасток. У розвинутих країнах світу феромонні та кольорові пастки стали основою сучасних систем фітосанітарного ентомологічного моніторингу, їх арсенал постійно поповнюється за рахунок нових розробок (Stevenson, Barszez, 1997; Karg, 1999).

Дистанційні методи обліку чисельності – це досягнення новітніх технологій. Науково-технічний прогрес в галузі авіаційної та космічної техніки дозволяє ентомологам США, Англії та Франції дистанційно реєструвати утворення, оцінювати чисельність, напрямок міграцій куліг та зграй саранових, прогнозувати загрозу від них в різних регіонах планети. Сучасні системи точного землеробства дозволяють при проведенні захисних заходів враховувати просторовий розподіл шкодочинних популяцій, це зменшує обсяги використання пестицидів, дозволяє в 2 рази скоротити термін повернення інвестицій в сільськогосподарське виробництво (Шевчук, Коломієць, 2001).

Проблеми фітосанітарного моніторингу в Україні. В Україні фітосанітарний моніторинг посівів і насаджень сільськогосподарських культур здійснює Головна державна інспекція захисту рослин. Його проводять 195 ПСП (штат 247 співробітників; таким чином, кожен обліковець контролює 2 райони). Треба зауважити, що для проведення моніторингу та прогнозу погоди в Гідрометеоцентрі України задіяні біля 5000 співробітників, тобто в 20 разів більше, і це за умов, коли фітосанітарний моніторинг має не менш важливе державне значення в порівнянні з моніторингом погоди.

Сучасний стан фітосанітарної ситуації в Україні вимагає проведення моніторингу чисельності не тільки домінуючих спеціалізованих шкідників, що постійно мешкають в агроценозах (клоп шкідлива черепашка, звичайний буряковий довгоносик, попелиці та ін.), але і головних багатодіних шкідників, резерватами яких є перелogi та інші неорні землі (саранові, лучний метелик, мишоподібні гризуни). Ці шкідники завдяки високій міграційній активності створюють загрозу для посівів сільськогосподарських культур. Це ще більше ускладнює роботу ПСП щодо проведення надійного моніторингу фітосанітарного стану. Існуючі принципи організації фітосанітарного моніторингу в Україні не дають можливості оперативно, в режимі реального часу, інформувати землекористувачів щодо оптимального застосування заходів захисту рослин з урахуванням поточної фітосанітарної ситуації. З огляду на це концепція організації системи моніторингу і прогнозу має базуватися на сучасних інформаційних технологіях (Чайка, Бахмут, Селецький, 2000).

Наші дослідження були спрямовані на вирішення актуальних проблем розробки та впровадження феромонного та інших методів моніторингу. Ентомологічний моніторинг за допомогою феромонних пасток має свої особливості. Він застосовується для контролю видів, репертуару поведінки яких притаманний феромонний зв'язок статевих партнерів (як правило, це нічні лускокрилі та деякі види твердокрилих, для яких розроблено та виробляються синтетичні аналоги феромонів); він дозволяє контролювати динаміку чисельності імаго, на підставі якої прогнозується фенологія та щільність шкодочинних стадій – личинок або гусениць. І, нарешті, він потребує наукового обґрунтування технології моніторингу для кожного виду-мішені, яке базується на вивченні особливості екології і етології різних рядів та родин комах.

Розроблена концепція моніторингу шкідливих лускокрилих за допомогою феромонних пасток, яка дозволила окреслити вузлові питання та обґрунтувати шляхи їх вирішення (Чайка, Черний, 1992). До цих питань відносяться: вивчення закономірностей реакції популяцій різних видів лускокрилих на синтетичні феромони (Чайка, Черний, 1986 а, 1986б); дослідження рівня конкуренції феромонних препаратів з природним феромоном самиць (Чайка, Черний, Пантелейчук, 1993); визначення ефективного радіусу дії атрактивних пасток (Чайка, Черний, 1983); обґрунтування оптимальної щільності та способів розташування пасток в агроценозі (Чайка, 1998; Чайка, Бахмут, 1999). Проведені дослідження дозволили формалізувати основні поняття феромонного моніторингу, розробити модель оптимальної щільності атрактивних пасток в агроценозі (рис. 5), дати кількісну оцінку параметрам атрактивності пасток, розробити прогностичні рівняння для визначення щільності гусені лускокрилих на підставі показників вилівів метеликів та розробити методи комп'ютерного моделювання просторового розміщення різних стадій популяції шкідника по площі агроценозу (рис. 6). Аналогічні моделі зараз знайшли широке практичне застосування і є основою сучасних технологій захисту рослин у рамках програми «Точне землеробство».

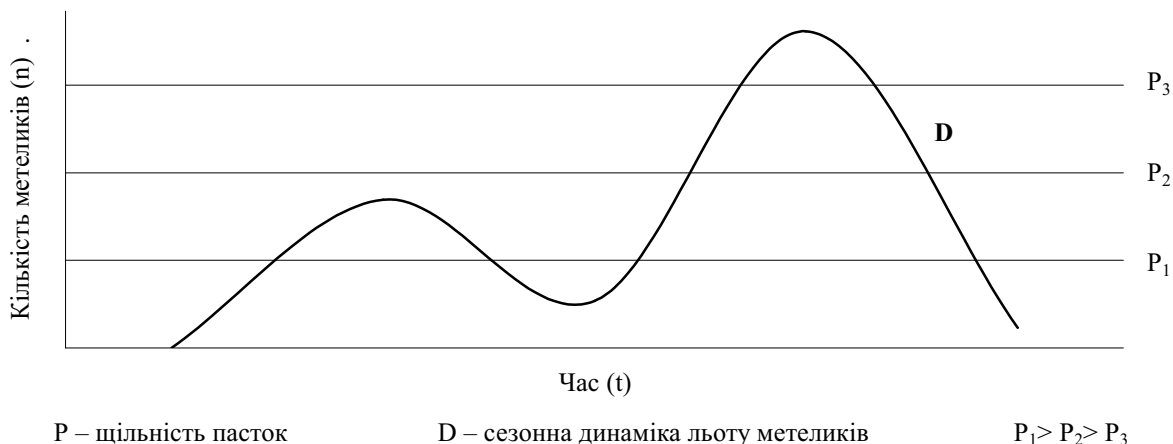
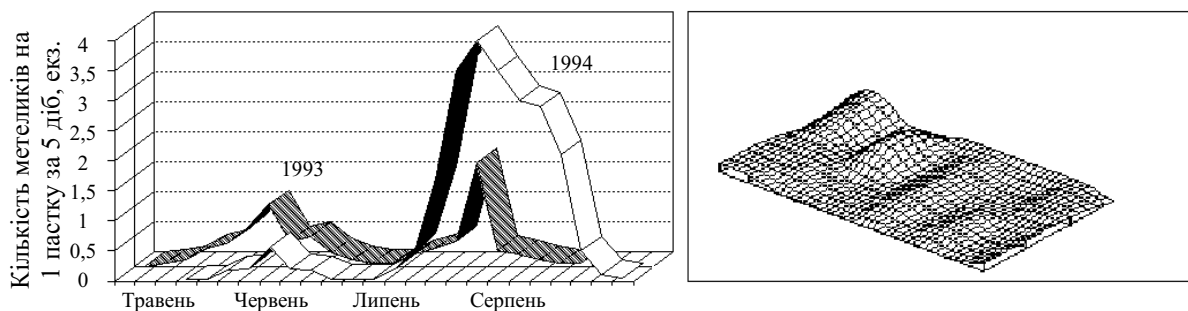


Рис. 5. Модель вірогідності феромонного моніторингу в залежності від щільності пасток (чим вище щільність пасток в агроценозі, тим більший період часу контролюється сезонна динаміка льоту метеликів).



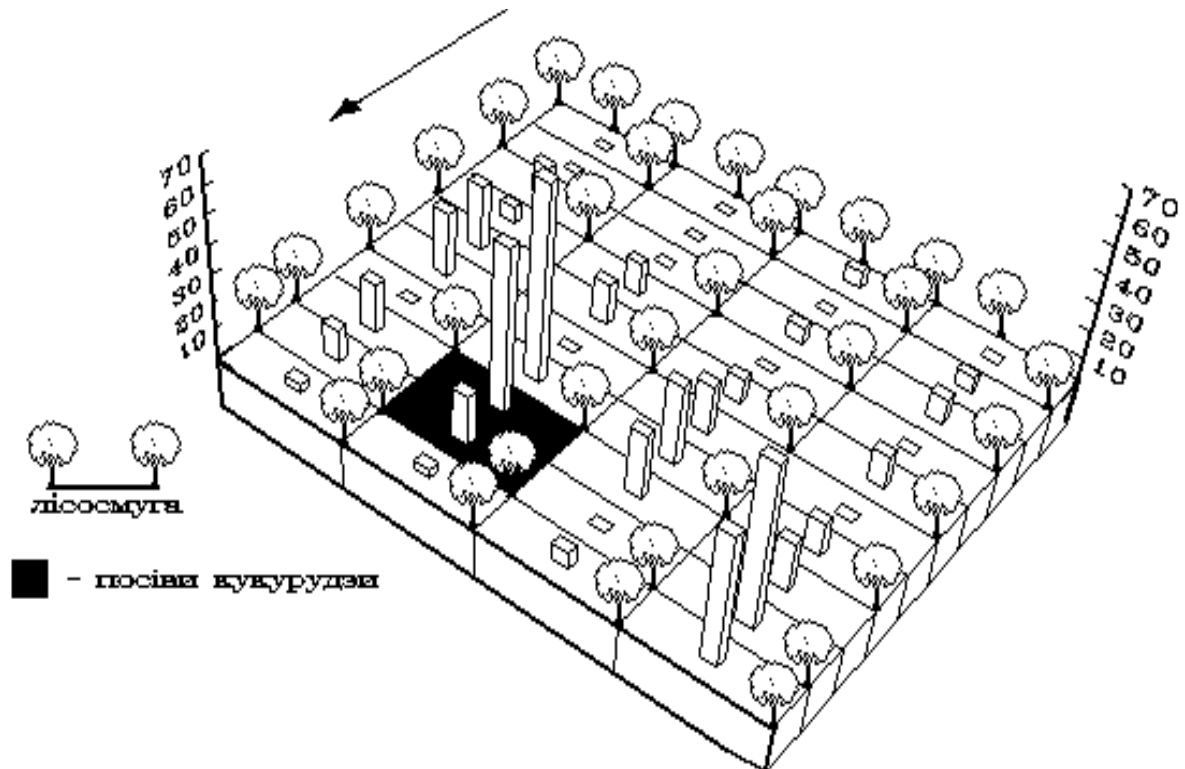
Сезонні динаміки льоту кукурудзяного метелика на феромонні пастки (поле, площею 20 га)

Комп'ютерна модель просторового розподілу метеликів в агроценозі кукурудзи (05.06.1994 р.). Максимальний вилів – 3 екз./пастку за 5 діб (поле, площею 20 га)

Рис. 6. Феромонний моніторинг кукурудзяного метелика на посівах кукурудзи.

Було розроблено комплексну систему моніторингу саранових в Україні, яка дозволяє з мінімальними трудовитратами оцінювати чисельність та розповсюдження шкідників у різних стаціях, прогнозувати ступінь загрози від них сільськогосподарським культурам (Чайка, Бакланова, 1999). Отримані результати є основою рекомендацій по технологіях моніторингу небезпечних багатодітних та карантинних шкідників – саранових, озимої совки, стеблового (кукурудзяного) метелика, картопляної молі. Запропоновані технології дозволяють проводити моніторинг стану популяцій та картувати розповсюдження шкідників на рівні поля, польової сівозміни, регіону та України (рис. 7).

Просторова модель розподілу метеликів
кукурудзяного метелика на полях сівозміни



Сезонна динаміка льоту самців кукурудзяного метелика на феромонні пастки на полях з різними попередниками (1, 4 – попередник кукурудза; 2, 3, 5 – попередник зернові колосові)

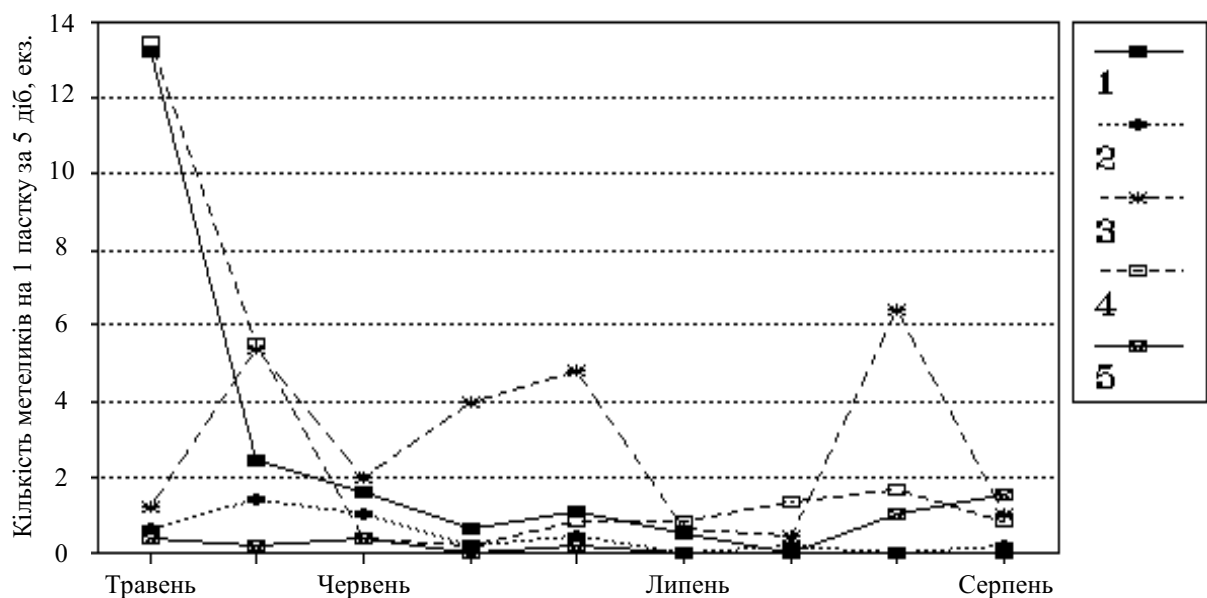


Рис. 7. Моніторинг кукурудзяного метелика за допомогою феромонних пасток у польовій сівозміні (500 га) (дозволяє встановлювати точні строки початку льоту, щільність заселення посівів з різними попередниками, оптимальні строки та економічну доцільність заходів захисту).

Лабораторія прогнозу і економіки Інституту захисту рослин УААН постійно організує науково-аналітичну експертизу результатів моніторингу фітосанітарного стану в державі, залучаючи для цього провідних фахівців галузевих інститутів УААН, здійснює розробку прогнозів поширення та шкодочинності шкідників. З метою поглиблення та подальшого вдосконалення наукового забезпечення моніторингу розроблено концепцію розвитку галузі, яка передбачає:

- вдосконалення систем моніторингу головних шкідників сільськогосподарських культур – саранові, клоп шкідлива черепашка, совки, хлібна жужелиця;
- вдосконалення методів багаторічного прогнозу поширення та шкодочинності головних шкідників з метою планування першочергових наукових досліджень у галузі захисту рослин;
- вдосконалення методів річного прогнозу головних багатовідних шкідників (саранові, озима совка, лучний метелик) з метою планування бюджетних коштів на витрати, що пов'язані з організацією та проведенням заходів запобігання чи ліквідації надзвичайних ситуацій;
- розробку комп'ютерної системи контролю фітосанітарного стану в Україні, яка включає формування баз статистичних даних щодо поширення та чисельності (ступеня розвитку) головних шкідливих популяцій в Україні, комп'ютерні програми аналізу поточної інформації (картування фітосанітарного стану), імітаційне моделювання загрози від головних шкідливих популяцій з метою прийняття рішень стосовно оптимальних строків та економічної доцільності заходів захисту рослин, створення інформаційних мереж оперативного доведення рекомендацій із захисту рослин до землекористувачів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Арманд А. Д. Общие закономерности // Анатомия кризисов. – М.: Наука, 1999. – С. 192–224.
- Басов В. М., Санаев Е. А. К вопросу об эволюции пищевой специализации насекомых в связи с деятельностью человека // Изв. Харьков. энтомол. о-ва. – 1996. – Т. IV, вып. 1–2. – С. 5–13.
- Белецкий Е. Н. Цикличность динамики популяций – теоретическая основа прогноза массовых появлений насекомых // Защита растений в условиях интенсификации сельского хозяйства Украинской ССР. – К., 1989. – С. 29–33.
- Белецкий Е. Н. Теория цикличности динамики популяций // Изв. Харьков. энтомол. о-ва. – 1993. – Т. I, вып. 1. – С. 5–16.
- Биоценозы зоны отчуждения как место резервации вредителей и патогенов / Е. Г. Бунтова, Н. Г. Зленко, Г. А. Руденская и др. – К.; Чернобыль, 1999. – 48 с.
- Брокгауз Ф. Л., Эфрон И. Л. Россия // Энциклопедический словарь. – СПб.: Изд-во «Дело», бывш. «Брокгауз-Эфрон», 1899. – Т. XXVII. – С. 1–420.
- Бунтова Е. Г., Чайка В. Н., Руденская Г. А. Динамика структуры сообществ членистоногих различных стадий зоны отчуждения ЧАЭС и контрольных полигонов. – К.; Чернобыль, 1998. – 22 с.
- Васильев В. П., Чайка В. М., Зацерківський В. О. Комплексний показник шкодочинності угруповань фітофагів на посівах // Захист рослин. – 1997. – № 8. – С. 2–3.
- Казанцев Э. Ф. Технологии исследования биосистем. – М.: Машиностроение, 1999. – 177 с.
- Кириченко А. П. Материалы по экологии и биологии пруса (*Calliptamus italicus* L.) в степной полосе Украины. – Одеса: Вид-во Одеськ. крайової с.-г. досл. станції, 1926. – 47 с.
- Кочера М. О., Чайка В. М. Моделирование механизмов модуляции физиологического статуса озимой совки экологическими факторами докілья // Захист і карантин рослин. – 1999 а. – Вип. 45. – С. 67–71.
- Кочера М. О., Чайка В. М. Динаміка чисельності озимой совки як прояв біологічного ритму популяції // Захист і карантин рослин. – 1999 б. – Вип. 45. – С. 71–76.
- Мигулин А. А. Влияние климата на динамику численности вредных насекомых // Тр. Харьков. с.-х. ин-та им. В. В. Докучаева. – Х., 1970. – Т. 138. – С. 17–24.
- Пасічник Л. П. Динаміка структури і чисельності комах-фітофагів у різних стадіях зони ЧАЕС: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. – К., 1998. – 21 с.
- Передельский А. А. Биологические основы теории и практики борьбы с вредной черепашкой // Вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. – М.; Л.: Изд-во АН СССР. – 1947. – Т. II. – С. 99–270.
- Поляков И. Я. Выявление сельскохозяйственных вредителей и сигнализация сроков борьбы с ними. – М., 1964. – 264 с.
- Порчинский И. А. Очерк распространения в России важнейших вредных животных в 1912 г. // Ежегодник Департамента земледелия. – 1913. – С. 1–11.
- Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986. – 431 с.
- Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 640 с.
- Сайко В. Ф. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їхнє раціональне використання. Методичні рекомендації. – К.: Аграрна наука, 2000. – 38 с.
- Столяров М. В. Цикличность и некоторые особенности массовых размножений итальянского пруса (*Calliptamus italicus* L.) на юге России // Экология. – 2000. – № 1. – С. 48–53.
- Трибель С. А. Закономерности динамики численности вредителей сахарной свеклы // Защита растений. – 1990. – № 10. – С. 33.
- Трибель С. А. Прогноз розвитку шкідників, хвороб рослин і бур'янів, оцінка фітосанітарного стану агроценозів // Довідник із захисту рослин. – К.: Урожай, 1999. – С. 59–72.
- Чайка В. М. Розповсюдження та тенденція динаміки чисельності кукурудзяного метелика в Україні // Агроекологія і біотехнологія. – 1998. – Вип. 2. – С. 232–235.
- Чайка В. М. Реставрація саранових в Україні // Захист рослин. – 2001. – № 2. – С. 2–3.
- Чайка В. М., Бакланова О. В. Моніторинг саранових півдня України // Изв. Харьков. энтомол. о-ва. – 1999. – Т. VII, вып. 2. – С. 107–118.
- Чайка В. М., Бакланова О. В. Погода, економіка та прогноз динаміки популяцій шкідливих комах // Вісн. аграр. науки південного регіону. – Одеса, 2001. – С. 255–259.
- Чайка В. М., Бахмут О. О. Обґрунтування технології феромонного моніторингу кукурудзяного метелика // Захист і карантин рослин. – 1999. – № 45. – С. 63–66.
- Чайка В. М., Бахмут О. О., Селецький М. В. Новітні технології. Моніторинг і прогноз фітосанітарного стану // Захист рослин. – 2000. – № 12. – С. 4–5.
- Чайка В. Н., Черний А. М. Изучение влияния феромонов на поведение вредных насекомых // С. х. за рубежом. – 1983. – № 1. – С. 27–30.

- Чайка В. Н., Черний А. М.** Электрофизиологическое тестирование препаративных форм феромонов // Химическая коммуникация животных. – М.: Наука, 1986 а. – С. 25–29.
- Чайка В. Н., Черний А. М.** Сравнительная электрофизиологическая оценка реакции популяции вредных чешуекрылых на синтетические феромоны // Феромоны листовойток-вредителей сельского и лесного хозяйства. – Тарту, 1986 б. – Ч. II. – С. 296–298.
- Чайка В. Н., Черний А. М.** К разработке концепции мониторинга вредных чешуекрылых с помощью феромонов // Энтومол. обозрение. – 1992. – Т. LXXI, № 4. – С. 30–37.
- Чайка В. Н., Черний А. М., Пантелейчук Р. М.** Исследование конкуренции естественных и синтетических феромонов на хемосенсорном уровне у *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera, Pyraustidae) // Зоол. ж. – 1993. – Т. LXXII, вып. 1. – С. 54–61.
- Четвериков С. С.** Волны жизни (из лепидоптерологических наблюдений 1903 г.): Дневник зоолога // Изв. Импер. о-ва любит. естествознания и этнографии. – М., 1905. – Т. III, вып. 6. – С. 106–110.
- Шаров А. А.** Моделирование динамики численности популяций насекомых // Итоги науки и техники. Энтомология. – М., 1986. – С. 3–115.
- Шевченко А. О., Пластун І. М., Трибель С. О.** Щодо концепції вивчення раціонального використання агрометеорологічних ресурсів України // Системні дослідження та моделювання в землеробстві. – К.: Нива, 1998. – С. 18–27.
- Шевчук О. В., Коломієць С. І.** Підхід точного землеробства // Захист рослин. – 2001. – № 5. – С. 18–20.
- Chen Y., Zhang D.** Historical evidence for population dynamics of Tibetan migratory locust and the forecast of its outbreak // Entomol. Sinica. – 1999. – Vol. 6, № 2. – P. 135–145.
- Karg G.** Duftstoffe in der Schadlingsbekämpfung. Teil 1. Die einsatzmöglichkeiten sind vielfaltig // Prakt. Schadlingsbekämpfer. – 1999. – Bd. 51, Hf. 7. – P. 41–45.
- Kingsolver J. G.** Weather and the population dynamics of insect: integrating physiological and population ecology // Physiol. Zool. – 1989. – Vol. 62, № 2. – P. 314–334.
- Stevenson A. B., Barszez E. C.** Hexanal as an attractant for the carrot rust fly *Psila rosae* (Diptera: Psilidae) for monitoring adults in Ontario // Proc. Entomol. Soc. Ontario. – 1997. – Vol. 128. – P. 85–91.

Інститут захисту рослин УААН

Надійшла 2.02.2001

UDC 595.7:57.034:574.3

V. N. CHAYKA

**THE PROBLEM OF PREDICTION OF MASS
POPULATION OUTBREAKS OF INSECTS.
2. MONITORING OF PEST ENTOMOFAUNA AS
THE PREREQUISITE MEASURE IN PREDICTING
PHYTOSANITARY STATES IN AN AGROCENOSIS**

Plant Protection Institute of Ukrainian Academy of Agrarian Sciences

SUMMARY

Timely prediction of pest outbreaks is essential to the proper maintenance of agrocenoses in Ukraine. Due to inadequate practicability of modern microevolution approaches, the use of informational technologies is recommended instead as a basis for expert current-state assessment of pest populations.

7 figs, 41 refs.