

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

САХНЕНКО ВОЛОДИМИР ВАДИМОВИЧ

УДК: 632.7 :633.174(477.41)

**ДИСЕРТАЦІЯ
АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ
ДИНАМІКИ ПОПУЛЯЦІЇ КОМАХ-ФІТОФАГІВ У СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ
ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

16.00.10 «Ентомологія»
(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового ступеня доктора наук

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело

В. В. Сахненко

Науковий керівник

Доля Микола Миколайович

доктор сільськогосподарських наук,
професор, член-кореспондент НААН

Київ–2020

АНОТАЦІЯ

Сахненко В. В. Агроекологічне обґрунтування та прогнозування динаміки популяції комах-фітофагів у системах захисту пшениці озимої в Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 16.00.10 «Ентомологія». Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2020.

У дисертаційній роботі обґрунтована та удосконалена технологія захисту пшениці озимої від комплексу шкідливих видів комах-фітофагів у системах захисту із застосуванням моніторингу розвитку та розмноження, а також поширення комплексу фітофагів у нових ланцюгах польових сівозмін за вирощування пшениці озимої, що дозволить збільшити виробництво зерна в Лісостепу України.

Аналіз багаторічної динаміки чисельності шкідників пшениці озимої в умовах Лісостепу України свідчить про сучасні особливості формування груп фітофагів за етапами органогенезу культурних рослин і формування врожаю сільськогосподарських культур.

У 2002–2019 рр. в Лісостепу України виявлені види комах й уточнені структури ентомокомплексів: ґрунтових, листогризучих, внутрішньостеблових, сисних шкідливих видів комах, що сприяли зниженню продуктивності пшениці озимої на 25-37 %, густоти продуктивного стеблостою на 12-23 %, інтенсивності росту й розвитку рослин на 8-14 %, поширення збудників хвороб комах до 24 % обстежених площ, а також зниження зимостійкості та якості зерна відповідно на 21 % і 36 %.

Аналіз видового складу шкідників свідчить, що в систематичному відношенні основна кількість шкідливих видів належить до ряду Твердокрилих (*Coleoptera*) та Двокрилих (*Diptera*) і Лускокрилих (*Lepidoptera*) – відповідно 42,72 % та 14,56 % і 17,48 % від загального числа виявлених комах-фітофагів. Порівняно невисокою встановлені представники ряду Напівтвердокрилих (*Hemiptera*) – 12,62 %, Рівнокрилі (*Diptera*) – 4,85 %, Перетинчастокрилі (*Hymenoptera*) – 3,88 % та Трипси (*Thysanoptera*) – 1,94 %.

Дослідження закономірностей динаміки чисельності комплексу шкідливих видів комах і з'ясування причин їх масового розмноження та поширення мали особливе значення для господарств регіону досліджень. У нових агробіоценозах, якими виявилися сучасні угіддя з високоефективним застосуванням сумішей спеціальних хімічних заходів контролю масового поширення як ґрунтових, так і внутрішньостеблових шкідників пшениці озимої. Важливим є розробка багаторічного прогнозу динаміки їх популяцій, розробленого на основі предикторів багаторічного коливання погоди й заходів сучасних технологій вирощування польових культур. Встановлено достовірне зростання чисельності шведської й чорної пшеничної мух та комплексу інших комах-фітофагів як основних шкідників пшениці озимої на головних етапах формування врожаю зерна.

У роки досліджень у базових господарствах зони спостережень застосовані загальноприйняті та новітні технології систем землеробства. Водночас динаміка внутрішньостеблових шкідників зростала в 2002 – 2005 рр. і зменшувалась у 2006 – 2019 р.р. Зокрема, у 2011 – 2015 рр. кількість пошкоджень рослин личинками цих комах зменшувалась на 7-10 % порівняно з попередніми періодами спостережень, що свідчить про важливість урахування абіотичних та інших чинників під час застосування заходів контролю цих фітофагів. Однак у разі впровадження у виробництво органічного землеробства, що включає використання переважно механізмів саморегуляції ентомокомплексів, чисельність внутрішньостеблових шкідників зростає в 2 і більше разів порівняно з іншими варіантами спостережень. Характерно, що й порівняно посушливі умови 2016 – 2017 рр. виявилися негативними для розмноження та виживання внутрішньостеблових шкідників із застосуванням загальноприйнятих і новітніх технологій вирощування пшениці озимої.

У роки досліджень порівняно чисельними виявилися клопи, особливо клоп шкідлива черепашка. У пошкодженого ними зерна погіршувалась якість клейковини, що негативно впливало на хлібопекарські властивості борошна. Враховуючи прогноз розмноження шкідника, для захисту пшениці озимої від цих фітофагів (особливо на посівах із високим агрофоном) потрібно вживати як організаційно-

господарських заходів (комплекс агротехнічних прийомів), так і використовувати сучасні суміші високоякісних хімічних засобів захисту рослин.

Доцільно відмітити, що застосування сучасних протруйників-інсектицидів в 2010 – 2019 рр. сприяло зниженню чисельності хлібної жужелиці до 0,3 екз./м². Між тим не відмічено масової міграції фітофага на посіви пшениці озимої, а виживання цього виду спостерігалось переважно після стерньових попередників, що важливо ураховувати у разі застосування нових систем захисту пшениці озимої з моделями прогнозу динаміки чисельності комплексу ґрунтових фітофагів.

Популяція совки озимої також формувалась циклічно з коливанням чисельності, яке було зумовлено внутрішньо-популяційними механізмами сучасних ентомокомплексів. Зниження чисельності гусениць совки озимої в 2013 – 2019 рр. залежало як від коливань погодно-кліматичних умов, так і від спеціальних заходів захисту сходів пшениці озимої від шкідників у польових сівозмінах за відкладання самицями яєць та на початку розвитку гусениць першого віку.

Однак, з 2010 року практично в усіх областях України відмічене достовірне зниження кількості личинок шведських мух на 1 м², що також залежало від показників коливань погоди й застосованих заходів захисту сходів пшениці з внесенням інсектицидів для протруєння насіння.

Встановлено, що в 2002, 2003, 2006, 2010, 2014 роках чисельність личинок пшеничної мухи також зростала в 2,3-4,5 рази в порівнянні з іншими роками спостережень. Застосування нових форм інсектицидів для протруєння насіння сприяло контролю чисельності фітофага на видовому й популяційному рівнях зі зменшенням кількості личинок до 1,3 екз./м² у порівнянні з контролем.

Проведені дослідження свідчать про високу ефективність токсикації сходів інсектицидами й важливість даного заходу для управління сезонною динамікою чисельності внутрішньостеблових фітофагів в Лісостепу України. Так, пошкодження пшениці озимої личинками пшеничної мухи у разі застосування інсектицидів для протруєння насіння достовірно високоефективними виявилось у 2008 – 2013 рр. та у 2015 – 2019 рр. у порівнянні з чисельністю фітофага у 2002 – 2006 рр.

У нових технологіях вирощування пшениці озимої обґрунтовані дистанційні високоефективні технології фітосанітарного моніторингу як шкідливих, так і корисних видів комах за етапами органогенезу рослин. Встановлено, що порівняно високою чисельністю комплексу шкідливих і корисних видів комах супроводжуються фази виходу рослин у трубку й молочно-воскової стиглості пшениці озимої. Водночас багаторічна динаміка чисельності личинок двокрилих комах-фітофагів зростає у вологі роки на 12-18 % у порівнянні з посушливими, що доцільно урахувати в системах вирощування пшениці озимої із застосуванням спеціальних хімічних та біологічних засобів контролю комплексу комах-фітофагів.

У виробництві зерна в Лісостепу України актуальними виявились технології вирощування, що впливали на ефективність прийомів захисту посівів від комплексу шкідників. Так, за принципом ефективної локалізації варто скоротити виробництво товарного зерна пшениці на ґрунтах із порівняно низькими показниками гумусу на користь фуражних культур, що в результаті збільшить кількість хижих жужелиць та інших видів корисних комах в агроценозах. Під час планування та освоєння сівозмін доцільно звернути увагу на біологічні заходи захисту для зменшення чисельності озимої та інших видів підгризаючих совок. Для захисту рослин від комплексу шкідливих видів совок важливим є випуск трихограми на початку масового відкладання яєць метеликами.

У Лісостепу України сучасні системи захисту зернових культур передбачають застосування комплексного захисту, починаючи з оптимізації сівозміни, підготовки насіння до сівби та контролю структури ентомокомплексу на початкових фазах розвитку рослин, зокрема, підвищення стійкості рослин проти комплексу фітофагів та інших шкідливих чинників шляхом протруєння насіння інсектицидами з одночасною обробкою його мікро- та макроелементами.

У сучасних польових сівозмінах у системі захисту як пшениці озимої, так і попередньої культури кількість внесених інсектицидів коливається від 0,1-0,8 л/га. Водночас для отримання основної зернової продукції як пшениці озимої, так і бобових культур кількість внесених інсектицидів у 2-4 рази перевищує їх застосування на посівах попередників.

Також на посівах пшениці озимої зріс показник застосування інсектицидів практично в усіх областях Лісостепу України. Так, основну частку препаратів системної дії й контактно-системних інсектицидів застосовували для протруєння насіння з нормою 0,3-1 л/т й у фазі колосіння – молочної стиглості зерна, а місцями на початку виходу пшениці в трубку та колосіння з коливанням кількості препаратів від 0,2 до 0,35 л/га. Разом із цим контроль комплексу шкідливих видів комах становив 78-85 %. Основні групи діючих речовин препаратів представлені як імідоклопрідом, так і лямбда-цигалотрином та диметоатом, а також іншими діючими речовинами, які застосовували з урахуванням динаміки формувань популяцій шкідників, строками та повторністю внесення препаратів у господарствах усіх форм власності.

У сучасних системах захисту зернових культур від комплексу шкідливих видів комах доцільно враховувати особливості формувань ентомокомплексів і чинники, що впливають на показники просторових міграцій фітофагів, а також закономірності локальних проявів шкідливості ґрунтових фітофагів на різних етапах органогенезу зернових культур.

У нових технологіях захисту пшениці озимої від шкідників особливе значення має застосування рідкого азотного добрива КАС, 32 % яке за внесення в сумішах з інсектицидами підвищує їх ефективність на 30-35 % у порівнянні з аміачною селітрою й сечовиною. Характерно, що під час внесення даного добрива з препаратами для протруєння насіння (1 %), а також в якості живлення 100-180 л/га й для позакореневого живлення 12-18 л/га, не відмічено загибелі корисних видів членистоногих, а ефективність інсектицидів проти шкідливих видів комах достовірно підвищується в порівнянні з іншими баковими сумішами речовин.

Між тим крайове обприскування сходів пшениці озимої інсектицидом із вмістом діючої речовини імідоклопрід, 0,15 л/га з карбамідно-аміачною сумішшю (КАС, 32 %) достовірно сприяє зменшенню чисельності імаго шкідника. За суцільного обприскування посівів інсектицидами з д.р. димевіт (1 л/га) з розчином КАС, 32 %, 10 л/га також встановлено зменшення кількості личинок шведської, чорної пшеничної мухи та інших комах-фітофагів у порівнянні з контролем.

Відмічена висока ефективність сучасних захисних заходів проти комплексу шкідливих видів комах-фітофагів на варіантах із застосуванням моделей прогнозу розмноження комплексу шкідників пшениці озимої, зокрема, бакових сумішей із використанням діючих речовин флутріяфолів і тіабендазолів, карбендазимів із додаванням діючих речовин – імідаклоприд або диметоат, або хлорпірифос і циперметрин, або лямбда-цигалотрин. Це сприяє зниженню чисельності комплексу шкідливих видів комах і не проявляє негативного впливу на корисні види організмів, а також підвищує ефективність захисної дії на 27,3-35,8 % сучасних препаратів та дозволяє до 86,5 % контролювати шкідливі види комах у структурах ентомокомплексів польових агроценозів у порівнянні із загальноприйнятими технологіями.

Ключові слова: пшениця озима, шкідники пшениці озимої, структура ентомокомплексу, багаторічний прогноз, моніторинг, фенологія, азотні добрива, інсектициди.

ABSTRACT

Sakhnenko V. V. Agroecological study and prediction of the dynamics of the population of insect phytophages in the protection systems of winter wheat in the forest-steppe of Ukraine. - Qualifying research work as a manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Agricultural Sciences in the specialty 16.00.10 "Entomology". National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev, 2020.

The thesis substantiates the improved technology of protecting winter wheat from the complex of harmful phytophagous insect species in protection systems using development and reproduction monitoring, as well as the distribution of phytophagous complex in new field crop rotations when growing winter wheat, which will increase production in the forest-steppe of Ukraine.

The analysis of the long-term dynamics of the number of pests of winter wheat in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine demonstrates the modern features of the

formation of phytophagous groups by the stages of organogenesis of cultivated plants and the formation of crop yields.

In 2002-2019 in the Forest-Steppe of Ukraine, insect species were found and the structure of the entomocomplex was clarified: soil, leaf-eating, internal sturgeon, sucking harmful insect species, contributed to a decrease in winter wheat productivity by 25-37 %, density of productive stalk growth by 8-14 %, the spread of insect pathogens to 24 % of the surveyed areas, as well as a decrease in winter hardiness and grain quality by 21 % and 36 %, respectively.

Analysis of the species composition of pests indicates that, in a systematic sense, the majority of harmful species belong to a number of Coleoptera and Diptera and Lepidoptera - 42,72 % and 14,56 % and 17,48 %, respectively, of the total number of identified phytophagous insects. The representatives of the order of Hemiptera - 12,62 %, Diptera - 4,85 %, Hemynoptera - 3,88 % and Thysanoptera - 1,94 % were relatively low.

The study of patterns in the dynamics of the abundance of a complex of harmful insect species and the determination of the causes of their mass reproduction and distribution were of particular importance for the farms of the research region. In the new agro-biocenoses, which turned out to be modern land with highly efficient use of mixtures of special chemical measures to control the mass distribution of both ground and intra-stem pests of winter wheat. It is important to develop a multi-year forecast of the dynamics of their populations, developed on the basis of predictors of many-year weather fluctuations and measures of modern technologies of cultivation of field crops. A significant increase in the number of Swedish and black wheat flies and a complex of other insects - phytophages - as the main pests of winter wheat at the main stages of grain yield formation has been established.

During the years of research, generally accepted and new technologies of farming systems were applied in the basic farms of the observation zone. At the same time, the dynamics of internal pest pests increased in 2002 – 2005 and decreased in 2006 – 2019. In particular, in 2011 – 2015, the amount of damage to plants by the larvae of these insects was 7-10 % less than in previous periods of observation, indicating the importance of taking abiotic and other factors into account when applying control measures to these

phytophages. However, when organic farming is introduced into production, including the use of mainly the self-regulation mechanisms of the entomocomplex, the number of intraocular pests increases by a factor of 2 or more compared with other observation options. It is characteristic that the relatively arid conditions of 2016 – 2017. They turned out to be negative for the reproduction and survival of intrastate pests using the generally accepted and newest technologies of growing winter wheat.

During the years of research, the bugs turned out to be relatively numerous, especially Eliya, a sharp-headed and harmful turtle. In the grains damaged by them, the quality of gluten deteriorated, which negatively affected the baking properties of flour. Given the prediction of pest breeding, to protect winter wheat from these phytophages (especially on crops with high agrofone), it is necessary to take both organizational and economic measures (a set of agrotechnical techniques), and use modern mixtures of high-quality chemical plant protection products.

It is worth noting that the use of modern disinfectants - insecticides in 2010 – 2017 contributed to the reduction in the number of grain ground beetles to $0.3/m^2$. At the same time, there was a mass migration of numbers for winter wheat crops, and the survival of this species was observed mainly after stubble precursors; it is important to take into account when applying the new protection systems for winter wheat with models of the population dynamics of the complex of phytophages.

The population of the winter noctuid was also formed cyclically with fluctuations in abundance, which was due to the intra-population mechanisms of modern entomocomplex. Reduction in the number of caterpillars of wheat shovel in 2013 – 2017 It depended both on fluctuations in weather and climatic conditions, and special measures to protect winter wheat shoots from pests in field crop rotations when eggs are laid by females and at the beginning of the development of caterpillars of the first age.

However, since 2010, practically in all regions of Ukraine there has been a significant decrease in the number of larvae of Swedish flies per $1 m^2$, which also depended on the indicators of weather fluctuations and the measures taken to protect wheat germination with the introduction of insecticides for seed dressing.

It was established that in 2002, 2003, 2006, 2010, 2014 the number of wheat fly larvae also increased 2,3-4,5 times compared with other years of observation. The use of new forms of insecticides for seed dressing contributed to the control of abundance at the species and population levels with a decrease in the number of larvae to 1.3/m² compared to control.

Conducted studies indicate the high efficiency of insecticide intoxication of the stairs and the importance of this event for managing the seasonal dynamics of the number of internal phytophages in the Forest-Steppe of Ukraine. Thus, the damage of wheat by winter larvae of wheat fly when using insecticides for seed dressing was significantly highly effective in 2008 – 2013 and in 2015 – 2019 compared to the number in 2002 – 2006.

In resource-saving technologies of growing wheat in winter, reasonable remote high-performance technologies of phytosanitary monitoring of both harmful and useful insect species according to the stages of plant organogenesis. It has been established that the relatively high number of the complex of harmful and useful insect species is accompanied by the phases of the release of plants into the tube and the milky-wax ripeness of winter wheat. At the same time, the long-term dynamics of the number of larvae of Diptera phytophagous insects grows in humid years by 12–18% compared to arid, which should be taken into account in the systems for growing winter wheat with the use of special chemical and biological means of controlling the complex of phytophagous insects.

In the production of grain in the Forest-Steppe of Ukraine, growing technologies turned out to be relevant, which influenced the effectiveness of crop protection methods from the pest complex. Thus, according to the principle of effective localization, it is worthwhile to reduce the production of marketable wheat grain on soils with relatively low humus indices in favor of forage crops, as a result, will increase the number of predatory ground beetles and other species of beneficial insects in agrocenoses. When planning and developing crop rotations, it is advisable to pay attention to biological protection measures in order to reduce the number of winter and other types of burrowing shovels. To protect plants from a complex of harmful species, it is important to release a trichogram at the beginning of a massive egg-laying by butterflies.

In the Forest-Steppe of Ukraine, modern systems for the protection of grain crops include the use of integrated protection starting from optimization of crop rotation, preparing seeds for sowing and controlling the structure of the entomocomplex at the initial phases of plant development, in particular, increasing the resistance of plants against the complex of phytophages and other harmful factors by dressing seeds with insecticides while processing of its micro-and macro.

In modern field crop rotations in the system of protection of both winter wheat and the previous crop, the amount of applied insecticides ranges from 0.1-0.8 l/ha. At the same time, to obtain the main grain products of both winter wheat and leguminous crops, the amount of insecticides applied is 2-4 times higher than their use on the crops of their predecessors.

Also, the rate of use of insecticides on crops in winter wheat has increased in almost all regions of the Forest-Steppe of Ukraine. So, the main share of drugs of systemic action and contact systemic insecticides were used for seed dressing with a norm of 0,3-1 l/t, and in the earing phase - milky ripeness of grain, and in some places at the beginning of wheat output into the tube and earing with a fluctuation of the amount of preparations from 0,2 to 0,35 l/ha. At the same time, the control of the complex of harmful insect species was 78-85 %. The main groups of active ingredients of drugs are represented by both imidocloprid, lambda-cyhalothrin and dimethoate, as well as other active substances, which are used taking into account the dynamics of formations of pest populations and the timing and frequency of application of drugs in farms of all forms of ownership.

In modern systems of protecting crops from a complex of harmful insect species, it is advisable to take into account the peculiarities of entomocomplex formations and factors affecting the indices of spatial migration of phytophages, as well as patterns of local manifestations of harmfulness of soil phytophages at various stages of organogenesis of grain crops.

In the new technologies of protecting winter wheat from pests, the use of liquid nitrogen fertilizer is of particular importance, 32 % of which, when applied in mixtures with insecticides, increases their efficiency by 30-35 % compared to ammonium nitrate and urea. It is characteristic that when applying this fertilizer with seed dressing preparations

(1 %), and also as the main feed 100-180 l/ha and for foliar nutrition 12-18 l/ha, the loss of beneficial types of arthropods was not observed, and the effectiveness of insecticides against harmful species of insects significantly increased compared with other tank mixtures of substances.

At the same time, marginal spraying of wheat shoots with a winter insecticide with the content of the active ingredient imidocloprid, 0,15 l/ha with a urea-ammonia mixture (CAS, 32 %), and reliably reducing the number of adult pests. Continuous spraying of crops with insecticides with etc. dimevit (1 l/ha) with CAS solution, 32 %, 10 l/ha was also found to reduce the number of larvae of swedish, black wheat flies and other phytophagous insects compared to the control.

The high efficiency of modern protective measures against the complex of harmful species of insect phytophages on the variants with the use of prediction models for the reproduction of the complex of winter wheat pests has been noted.

In particular, tank mixtures with the use of active substances flutriafol and Tiabendazole, carbendazimiv with the addition of active substances-imidacloprid or dimetoate or chlorpyrifos and cypermethrin, or lambda-cyhalothrin. This helps to reduce the number of the complex of harmful insect species and does not exert a negative impact on beneficial species of organisms, and also increases the effectiveness of the protective action by 27,3-35,8 % of modern preparations and allows controlling up to 86,5 % of harmful insect species in the structures of the agrocenosis compared with conventional technologies.

Key words: winter wheat, pests, entomocomplex structure, long-term forecast, monitoring, phenology, nitrogen fertilizers, insecticides.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії:

1. **Сахненко В. В.** Моніторинг і системи захисту зернових культур від шкідливих організмів: [монографія]. Київ, 2012. 162 с.
2. **Сахненко В. В.** Моніторинг і контроль основних ґрунтових шкідливих організмів у польових сівоzmінах: [монографія]. Київ. 2012. 146 с.
3. **Сахненко В. В.** Фітотоксичність пестицидів, моніторингі контроль в системах землеробства: [монографія]. Київ. 2012. 170 с.
4. **Сахненко В. В.** Агроекологічне обґрунтування технологій захисту рослин: [монографія]. Київ, 2013. 216 с.
5. **Сахненко В. В.** Екологічні аспекти захисту насіння і сходів сільськогосподарських культур від шкідливих організмів: [монографія]. Київ. 2013. 196 с.
6. **Сахненко В. В.,** Варченко Т. П., Мамчур Р. М. Технології ТОВ «Компанія «Укравіт» для захисту сільськогосподарський культур із моніторингом шкідливих організмів: [монографія]. Київ. 2016. 317 с.

Статті в наукових фахових виданнях України:

7. **Сахненко В. В.,** Сахненко Д. В. Ефективність ресурсощадних прийомів щодо контролю комплексу фітофагів на пшениці озимій у Лісостепу України за новітніх систем землеробства. Миронівський вісник. 2017. № 5. С. 205–216 *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження з встановлення ефективності захисних препаратів від комплексу фітофагів на пшениці озимій).*
8. **Сахненко В. В.** Вплив сонячного світла на розмноження шкідників пшениці озимої за No-till технології в Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: «Агрономія». 2017. № 269. С. 272–277.
9. **Сахненко В. В.,** Сахненко Д. В. Особливості розмноження шкідників пшениці озимої при ресурсощадних системах застосування добрив у Лісостепу України.

Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. Рослинництво. 2018. № 3. С. 45–49 *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо впливу карбамідно-аміачних добрив на розвиток шкідників на пшениці озимій)*.

10. Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Системний показник механізму управління та моніторингу шкідників пшениці озимої в Лісостепу України. Зрошувальне землеробство. 2018. № 70. С. 34–37 *(Здобувачем взято участь у плануванні та проведенні експериментальних та лабораторних досліджень, підготовлено статтю до друку)*.

11. Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Динаміка чисельності основних шкідливих видів комах на посівах зернових культурах в сучасних агроценозах. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2018. № 1. С. 146–152 *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження чисельності та заселеності шкідників на рослинах пшениці озимої та підготовлено статтю до друку)*.

12. Сахненко В. В. Особливості формувань популяцій і динаміки чисельності основних шкідливих видів комах на зернових культурах. Таврійський науковий вісник. 2018. № 100. Т. 1. С. 64–70.

13. Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Обґрунтування заходів захисту пшениці озимої від шкідників сходів за прогресивних систем землеробства в Лісостепу України. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2018. Т. 2. № 100. С. 50–58 *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо ресурсоощадних захисних заходів на пшениці озимій від шкідливого ентомокомплексу)*.

14. Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Complex thresholds of harmfulness of soil phytophages and features of protection of grain crops in the Forest-steppe of Ukraine. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: «Агрономія». 2018. № 286. С. 338–346 *(Здобувачем опрацьовані іноземні літературні джерела, проведені польові дослідження щодо визначення шкідливості фітофагів на польові культури в Лісостепу України)*.

15. Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Обґрунтування моніторингу шкідників пшениці озимої в Лісостепу України. Вісник Львівського національного аграрного

університету: агрономія. 2018. № 22(2). С. 107–111 (*Здобувачем особисто експериментально вдоконалено й узагальнено систему моніторингу шкідливих видів комах пшениці озимої, підготовлено статтю до друку*).

16. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Агроекологічне обґрунтування захисту зернових культур від шкідників при новітніх системах землеробства у Лісостепу України. Подільський вісник: Сільське господарство, техніка, економіка. 2018. № 28. С. 112–119 (*Здобувачем особисто підібрано оптимальні строки сівби пшениці озимої та запропоновано вдосконалення існуючої системи землеробства, підготовлено статтю до друку*).

17. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості розмноження та виживання шкідників зернових культур за застосування сучасних добрив у Лісостепу України. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2018. № 102. С. 73–77 (*Здобувачем проведено польові та експериментальні дослідження щодо динаміки розмноження внутрішньостеблових шкідників на пшениці озимій, а також впливу сучасних добрив на їх розвиток*).

18. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Добрива й засоби захисту рослин у вирощуванні пшениці озимої в Лісостепу України. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2018. № 103. С. 123–128 (*Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо ефективності інноваційних засобів захисту пшениці озимої, зроблено висновки*).

19. **Сахненко В. В.** Технологічні рішення щодо оптимізації захисту пшениці озимої від коваликів (Elateridae) в Лісостепу України. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2018. № 104. С. 93–97.

20. **Сахненко В. В.** Фітосанітарне значення ріпаку у сівоzmінах. Сільський господар. 2008. № 9-10. С. 9–11.

21. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Теоретичні аспекти впливу систем землеробства на формування ентомокомплексів агробіоценозів Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія». 2018. № 294. С. 219–226 (*Здобувачем опрацьовані іноземні літературні джерела, здійснено оцінку впливу пріоритетних систем*

землеробства на формування ентомокомплексів на зернових культурах в Лісостепу України).

22. Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Оптимізація сучасних заходів захисту пшениці озимої від шкідників в Лісостепу України. *Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2018. Т. 20. № 89. С. 17–21 (Здобувачем опрацьовані вітчизняні та іноземні джерела, узагальнено інформацію, підготовлено статтю до друку).

23. Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Формування та прогноз динаміки популяцій клопа шкідливої черепашки на пшениці озимій на нових систем землеробства. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. № 3(99). С. 79–83 (Здобувачем проведено польові дослідження щодо визначення прогнозу розвитку клопа шкідливої черепашки на полях пшениці озимої за вдосконалених систем землеробства).

24. Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Моделювання структур ентомокомплексів зернових культур у Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2018. № 2. С. 92–100 (Здобувачем проведено дослідження щодо впливу факторів зовнішнього середовища на динаміку чисельності основних шкідників пшениці озимої, оцінено залежність площі максимальної шкідливості совки озимої від радіуса добового переміщення).

25. Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Особливості виживання та розвитку злакових (Chloropidae) та квіткових мух (Anthomyidae) на пшениці озимій у Лісостепі України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 105. С. 141–146 (Здобувачем особисто проведено польові дослідження щодо визначення шкідливості та виживання злакових мух на пшениці озимій, підготовлено статтю до друку).

26. Доля М. М., Сахненко В. В., Мороз С. Ю. Біологічні особливості формування популяції основних ґрунтових шкідників соняшнику в Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 33–42 (Здобувачем проведено дослідження фенології, екології та біології совки озимої на полях сівозміни пшениці озимої та соняшнику, визначено вплив агроекологічних факторів на особливості поширення совки озимої на пшениці озимій в Лісостепу України).

27. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Багаторічний аналіз динаміки розвитку та розмноження шкідників на пшениці озимій. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 159–164 (Здобувачем особисто експериментально вдосконалено й узагальнено систему моніторингу шкідливих видів комах пшениці озимої).

28. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Вплив ресурсощадних технологій обробітку ґрунту на заселення і пошкодження пшениці озимої шкідливими видами комах-фітофагів у Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 86–91 (Здобувачем особисто проведено польові дослідження щодо розвитку шкідливих видів комах та шляхи вдосконалення заходів захисту пшениці озимої).

29. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Виживання та розвиток хлібного жука-кузьки (*Anisoplia Austriaca* H.) на пшениці озимій за ресурсощадних технологій у Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Т.1. № 109. С. 115–120 (Здобувачем досліджено типологічні особливості шкідливості хлібного-жука кузьки на посівах пшениці озимої, запропоновано вдосконалення існуючої системи захисту проти шкідника).

30. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Контроль та управління ентомокомплексом шкідливих комах-фітофагів, їх розвиток та розмноження на посівах пшениці озимої в Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Т.1. № 110. С. 137–141 (Здобувачем досліджено питання контролю та управління ентомокомплексом шкідливих комах-фітофагів, їх розвиток та розмноження на посівах пшениці озимої та перспективи подальшого розвитку заходів захисту).

31. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості виживання та розвитку хлібного жука-кузьки (*ANISOPLIA AUSTRIACA* H.) на пшениці озимій в Лісостепу України. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2019. Т. 10. № 3. С. 63–69 (Здобувачем особисто проведено польові дослідження щодо визначення шкідливості та виживання хлібного жука-кузьки у періоди органогенезу на пшениці озимій).

32. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Обґрунтування біологічних і хімічних заходів щодо контролю комплексу фітофагів на пшениці озимій у лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 131–136 (Здобувачем особисто

проведено польові дослідження щодо розвитку шкідливих видів комах та шляхи вдосконалення заходів захисту пшениці озимої).

33. Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Динаміка розвитку і розмноження комах-фітофагів у посівах пшениці озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 112. С. 144–149 (*Здобувачем особисто проведено польові дослідження щодо визначення шкідливості та виживання комах-фітофагів у посівах пшениці озимої, узагальнено інформацію, підготовлено статтю до друку*).

**Статті у наукових фахових виданнях України,
включених до міжнародних наукометричних баз даних:**

34. Сахненко В. В. Агроекономічний моніторинг в сучасних системах землеробства України. Сборник научных трудов SWorld. Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте. Сельское хозяйство. 2013. Т. 51. С. 57–64.

35. Сахненко В. В. Агроекологічне обґрунтування оптимізації польових сівозмін. Сборник научных трудов SWorld. Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте. Сельское хозяйство. 2013. Т. 46. С. 77–84.

36. Сахненко В. В. Еколого-фізіологічні аспекти в технологіях захисту зернових колосових культур від шкідників в Лісостепу України. Сборник научных трудов SWorld. Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте. Сельское хозяйство. 2014. Т. 33. С. 79–84.

37. Сахненко В. В., Іванова К. О. Вплив абіотичних факторів на розмноження і виживання основних фітофагів у сучасних польових сівозмінах Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. № 54. URL: <http://journals.uran.ua/index.php/2223-1609/article/view/116277> (*Здобувачем особисто обґрунтовано вплив абіотичних факторів на розмноження і виживання фітофагів на пшениці озимій*).

38. Сахненко В. В., Сахненко Д. В., Варченко Т. П. Теоретичні аспекти механізмів стійкості зернових культур до комплексу шкідників листя, стебел та кореневої системи в Лісостепу України. Международное периодическое научное

издание. Науковий погляд у майбутнє. Science Journal. 2018. Т. 3. № 11. С. 93–102
(Здобувачем обгрунтовано пропозиції щодо удосконалення механізмів захисту зернових культур від шкідливих видів комах).

39. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В., Варченко Т. П. Сучасні системи ресурсоощадних заходів захисту пшениці озимої та кукурудзи від шкідників в Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 4(74). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/issue/view/dopovidi2018.04.011>
(Здобувачем здійснено оцінку існуючих систем заходів захисту пшениці озимої від шкідників, підготовлено статтю до друку).

40. **Сахненко В. В.**, Фокін А. В., Сахненко Д. В. Моделювання екотону відповідно за мозаїчними характеристиками утворень сучасних ентомокомплексів на пшениці озимій. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 5(75). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.05.017>
(Здобувачем проаналізовано утворення екотонів та шкідливих видів комах у них, визначено вплив ентомокомплексів на пшеницю озиму).

41. **Сахненко В. В.** Оптимізація захисту пшениці озимої від злакових мух (Chloropidae) в Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 6(76). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.06.019>

42. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості виживання та розвитку шкідливої черепашки (Eurygaster integriceps Put.) та елії гостроголової (Aelia acuminata L.) на пшениці озимій в Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2019. № 2(78). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2019.02.004>
(Здобувачем опрацьовані іноземні джерела, розкрито особливості виживання та розвитку елії гостроголової на пшениці озимій).

43. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості контролю комплексу шкідників зернових колосових культур в сучасних погодно-кліматичних умовах в Лісостепу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2018. № 94(1). С. 191–200 *(Здобувачем обгрунтовано напрями вдосконалення контролю шкідників пшениці озимої за погодно-кліматичних змін, зроблено висновки).*

44. **Сахненко В. В.**, Доля М. М., Мороз С. В., Мамчур Р. М. Особливості формувань популяції совки озимої *Agrotis segetum* Schiff. у польових сівозмінах Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2019. № 3 (79). Режим доступу до статті: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2019.03.007>

45. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості виживання та розвитку твердокрилих та управління ними на посівах пшениці озимої в Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2019. № 6 (82). Режим доступу до статті: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2019.06.008>
(Здобувачем обгрунтовано напрями вдосконалення контролю твердокрилих на пшениці озимій за погодно-кліматичних змін).

Науково-методичні рекомендації

46. Довгань С. В., **Сахненко В. В.**, Мамчур Р. М., Доля М. М., Сикало О. О., Бондарєва Л. М., Чернега Т. О., Кордулян Р. О., Дашченко А. В., Ковальська А. Т, Сидоренко О. С. Ресурсоощадні технології захисту польових культур від комплексу шкідливих організмів: [науково-методичні рекомендації]. К. 2014. 18 с *(Здобувачем особисто отримані дані щодо впливу ресурсоощадних технологій на комплекс шкідливих організмів).*

47. **Сахненко В. В.**, Ретьман М. С., Мамчур Р. М., Дрозд П. Ю. Захист озимих сільськогосподарських культур від комплексу шкідливих організмів в осінній період вегетації при вологозберігаючих і ресурсоощадних технологіях землеробства: [науково-методичні рекомендації]. К. 2015. 23 с. *(Здобувачем оцінено та*

обґрунтовано вплив ресурсощадних та вологозберігаючих технологій на комплекс шкідливих видів комах на пшениці озимій).

Патент України на корисну модель

48. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Патент 129431 UA, МПК A01G 13/00 (2018.01) A01H 25/00 (2018.01) Спосіб контролю чисельності та зменшення шкідливості гессенської мухи *Mayetiola Destructor S.* на посівах пшениці озимої в Лісостепу України; власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № 129431; заявлено 22.05.2018; опубліковано 25.10.2018; Бюл. № 20 (Здобувачем досліджено типологічні особливості шкідливості гессенської мухи на посівах пшениці озимої, запропоновано вдосконалення існуючої системи захисту проти шкідника).

49. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Патент 129432 UA, МПК A01G 7/06 (2018.01) A01H 25/00 (2018.01) Спосіб контролю чисельності та зменшення шкідливості вівсяної шведської мухи *Oscinella Frit L.* на посівах пшениці озимої в Лісостепу України; власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № 129432; заявлено 22.05.2018; опубліковано 25.10.2018; Бюл. № 20 (Здобувачем оцінено спосіб контролю шведської мухи на пшениці озимій, запропоновано вдосконалення існуючої системи захисту проти шкідника).

Статті в інших наукових виданнях України:

50. Доля М. М., **Сахненко В. В.** Сучасний стан і перспективи оптимізації прийомів знезараження імпортно-експортної продукції. Хранение и переработка зерна. 2005. № 2(68). С. 16–19 (Здобувачем охарактеризовано основні напрями покращення стану імпортно-експортної продукції).

51. **Сахненко В. В.**, Дубіна Н. В. Фітовіруси. Практичний посібник аграрія Agroexpert. Серія: Рослинництво. 2008. № 5. С. 14–16 (Здобувачем проведено визначення особливостей фітовірусів та їх вплив на зернобобові культури).

52. **Сахненко В. В.**, Мамчур Р. М., Бортницький О. П., Гуменюк Л. І. Що є загрозою для збіжжя в коморі? Практичний посібник аграрія Agroexpert. Серія:

Рослинництво. 2008. № 5. С. 17–19 (*Здобувачем здійснено постановку проблеми та аналітичний огляд літератури, узагальнено одержані результати*).

53. Сахненко В. В., Бондарева Л. М., Мамчур Р. М., Бортницький О. П., Гуменюк Л. І. Захищаємо врожай від комірних шкідників. Практичний посібник аграрія Agroexpert. Серія: Рослинництво. 2009. № 1(6). С. 11–13 (*Здобувачем узагальнено експериментальні дослідження, щодо захисту врожаю зернобобових культур від комірних шкідників*).

54. Сахненко В. В., Бондарева Л. М., Мамчур Р. М., Омельченко О. П., Чернега Т. В. Ресурсозберігаючі технології вирощування зернових культур в Україні. Практичний посібник аграрія Agroexpert. Серія: Рослинництво. 2009. № 2(7). С. 16–18 (*Здобувачем представлено вдосконалення системи технології вирощування зернових культур*).

55. Сахненко В. В. Как спасти семена и всходы. Журнал Зерно. Земледелие. Большая культура. 2012. № 4. С. 88–91.

56. Сахненко В. В. Наблюдать и защищать. Журнал Зерно. Растения и вещества. 2012. № 11. С. 74–76.

57. Сахненко В. В. Контроль основных вредоносных почвенных фитофагов. Журнал Зерно. Земледелие. 2012. № 10(79). С. 58–61.

58. Сахненко В. В. Анализируем севообороты, экономим азот. Журнал Зерно. Технологии. 2013. № 1(82). С. 90–94.

59. Сахненко В. В., Доля М. М., Бондарева Л. М. Агроекологічне обґрунтування сучасних технологій протруєння насіння озимих колосових культур в Лісостепу і на Поліссі України. Чернігівщина аграрна. 2013. № 23. С. 24–25 (*Здобувачем особисто обґрунтовано існуючі технології протруєння насіння пшениці озимої в Лісостепу України*).

60. Доля М. М., Бондарева Л. М., Сахненко В. В. Особливості контролю чисельності шкідливих організмів у посівах ріпаку озимого. Чернігівщина аграрна. 2014. № 26. С. 11–13 (*Здобувачем обґрунтовано комплексний підхід до контролю розвитку та розмноження шкідливих видів комах на зернобобових культурах*).

61. **Сахнено В. В.**, Доля М. М., Мамчур Р. М., Дрозд П. Ю., Ющенко Л. П., Трохименко А. О. Спостереження та облік шкідливих організмів у ресурсоощадних технологіях вирощування озимих зернових культур в Лісостепу і на Поліссі України. *Чернігівщина аграрна*. 2016. № 30. С. 11–14 *(Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження щодо моніторингу шкідливих організмів при вирощуванні озимих зернових культур за ресурсоощадних технологій в Лісостепу України)*.

Авторські свідоцтва на наукові твори:

62. Доля М. М., Бондарева Л. М., **Сахненко В. В.** Прогноз розмноження мишовидних гризунів в степу України. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. 2010. № 32145 *(Здобувачем проаналізовано динаміку розмноження мишовидних гризунів, запропоновано вдосконалення захисту зернових культур)*.

63. Доля М. М., Бондарева Л. М., **Сахненко В. В.** Інтегрована система захисту сільськогосподарських культур від мишоподібних гризунів. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. 2010. № 32146 *(Здобувачем обгрунтовано систему захисту зернобобових культур проти мишоподібних гризунів)*.

64. **Сахненко В. В.** Обгрунтування прогнозу розмноження шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. 2012. № 45034.

65. **Сахненко В. В.** Система управління популяціями шкідливих організмів у зерно-ріпаковому ланцюгу сівоzmіни. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. 2012. № 45035.

66. **Сахненко В. В.** Сучасна технологія контролю основних ґрунтових шкідливих організмів у польовій сівоzmіні. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. 2012. № 45036.

Тези наукових доповідей:

67. **Сахненко В. В.** Контроль фітотоксичної дії засобів захисту рослин в сучасних системах землеробства України. *Захист рослин: Наука, Освіта, Інновації в умовах глобалізації. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції*

присвяченої 50-річчю заснування факультету захисту рослин, м. Київ, 15–18 жовтня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 45–46.

68. **Сахненко В. В.**, Стороженко Н. М. Продуктивність озимого поля в ресурсозберігаючих технологіях вирощування пшениці. Захист рослин: Наука, Освіта, Інновації в умовах глобалізації. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 50-річчю заснування факультету захисту рослин, м. Київ, 15–18 жовтня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 47–48 *(Здобувачем оцінено існуючі ресурсозберігаючі технології захисту пшениці озимої від комплексу шкідників, запропоновано шляхи удосконалення продуктивності)*.

69. **Сахненко В. В.** Моніторинг ґрунтових фітофагів в сучасних сівозмінах польових сільськогосподарських культур. Захист рослин: Наука, Освіта, Інновації в умовах глобалізації. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 50-річчю заснування факультету захисту рослин, м. Київ, 15–18 жовтня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 96–97.

70. **Сахненко В. В.** Особливості оптимізації технологій захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів. Матеріали науково-практичної конференції сучасне овочівництво: освіта, наука та інновації, присвяченої 80-річчю від дня народження видатного вченого-овочівника заслуженого працівника вищої школи України, доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН та АН ВШ України Барабаша Ореста Юліановича, м. Київ, 13–14 грудня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 246–248.

71. **Сахненко В. В.**, Омелянчук О. О. Екологізація комплексу чинників в системах захисту овочевих культур від шкідливих організмів Лісостепу України. Матеріали науково-практичної конференції сучасне овочівництво: освіта, наука та інновації, присвяченої 80-річчю від дня народження видатного вченого-овочівника заслуженого працівника вищої школи України, доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН та АН ВШ України Барабаша Ореста Юліановича, м. Київ, 13–14 грудня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 248–250 *(Здобувачем запропоновано методiku визначення шкідливих організмів та технологій захисних заходів проти них)*.

72. **Сахненко В. В.**, Омелянчук О. О. Агроекологічне обґрунтування систем захисту овочевих культур від комплексу шкідників в Лісостепу України. Матеріали науково-практичної конференції сучасне овочівництво: освіта, наука та інновації, присвяченої 80-річчю від дня народження видатного вченого-овочівника заслуженого працівника вищої школи України, доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН та АН ВШ України Барабаша Ореста Юліановича, м. Київ, 13–14 грудня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 250–252 *(Здобувачем представлено розв'язання задачі стабілізації процесу захисту овочевих культур від комплексу шкідливих видів комах)*.

73. **Сахненко В. В.** Особливості оптимізації технологій захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів. Ентомологічні читання пам'яті професора М. П. Дядечка. Матеріали науково-практичної конференції присвяченої 100-річчю від дня народження видатного вченого-ентомолога, доктора біологічних наук Дядечка Миколи Платоновича, м. Київ, 21 грудня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 34–35.

74. **Сахненко В. В.**, Омелянчук О. О., Гринько В. Ф., Стороженко Н. М. Сучасний стан і перспективи розвитку фіто санітарного стану посівів в нових польових сівоzmінах. Ентомологічні читання пам'яті професора М. П. Дядечка. Матеріали науково-практичної конференції присвяченої 100-річчю від дня народження видатного вченого-ентомолога, доктора біологічних наук Дядечка Миколи Платоновича, м. Київ, 21 грудня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 71–73 *(Здобувачем оцінено стан та перспективи розвитку польових сівоzmін, захисту та впровадження нових технологій у виробництво якісної продукції)*.

75. **Сахненко В. В.** Екологічне обґрунтування сучасних технологій захисту сільськогосподарських культур від комплексу шкідливих організмів. Всеукраїнська науково-практична конференція «Генетичні ресурси для селекції високопродуктивних сортів картоплі з добрими смаковими якостями. Методологія дегустації вітчизняних і зарубіжних сортів», м. Житомир, 28–29 березня 2013 року: тези доповіді. Ж., 2013. С. 70–71.

76. Сахненко В. В. Екологічне обґрунтування систем захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів в Лісостепу України. Гончарівські читання: Міжнародна науково-практична конференція присвячена 84-річчю з дня народження Гончарова Миколи Дем'яновича, м. Суми, 28 травня 2013 року: тези доповіді. С., 2013. С. 218–220.

77. Сахненко В. В., Стороженко Н. М. Теоретичні аспекти екологічного моніторингу в технологіях захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів Лісостепу України. Гончарівські читання: Міжнародна науково-практична конференція присвячена 84-річчю з дня народження Гончарова Миколи Дем'яновича, м. Суми, 28 травня 2013 року: тези доповіді. С., 2013. С. 221–223 *(Здобувачем визначено основні етапи моніторингу шкідливих організмів на полях сівозміни, запропоновано вдосконалення існуючих технологій захисту пшениці озимої від шкідливих видів комах).*

78. Сахненко В. В., Омелянчук О. О., Кордулян Р. О. Особливості біології і фізіології фітофагів при прояві післядії засобів захисту рослин в польових сівозмінах Лісостепу України. VIII з'їзд ГО «Українське ентомологічне товариство», м. Київ, 26–30 серпня 2013 року: тези доповіді. К., 2013. С. 148–149 *(Здобувачем особисто досліджено особливості післядії існуючих засобів захисту проти шкідників пшениці озимої, оцінено фізіологію та біологію фітофагів).*

79. Сахненко В. В., Довгань С. В., Омелянчук О. О. Прогноз розвитку і розмноження фітофагів на посівах сільсько-господарських культур при сучасних системах землеробства в Лісостепу України. Гончарівські читання: Міжнародна науково-практична конференція присвячена 84-річчю з дня народження Гончарова Миколи Дем'яновича, м. Суми, 28 травня 2013 року: тези доповіді. С., 2013. С. 201–203 *(Здобувачем запропоновано вдосконалення методики моніторингу та прогнозу розвитку і розмноження фітофагів на посівах пшениці озимої за нових систем землеробства).*

80. Сахненко В. В. Екологічні аспекти формувань сучасних структур шкідливих організмів в польових сівозмінах Лісостепу України. Досягнення і перспективи ентомологічних досліджень: матеріали міжнародної науково-практичної

конференції, присвяченої 70-річчю з дня заснування кафедри ентомології ім. проф. М. П. Дядечка, м. Київ, 20–23 травня 2014 року: тези доповіді. К., 2014. С. 98–99.

81. **Сахненко В. В.** Ресурсоощадні технології захисту сільськогосподарських культур в сучасних формах землекористування України. Фітопатологія: сучасне і майбутнє. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції присвяченої 100-річчю від дня народження Володимира Федоровича Пересипкіна, м. Київ, 16–18 жовтня 2014 року: тези доповіді. К., 2014. С. 100–101.

82. **Сахненко В. В.**, Мамчур Р. М., Ковальська А. Т. Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням фітосанітарного моніторингу в польових сівоzmінах України. Матеріали Міжнародної конференції молодих вчених, м. Одеса, 29 вересня – 1 жовтня 2015 року: тези доповіді. О., 2015. С. 45–46 *(Здобувачем проаналізовано основні недоліки та перспективи ресурсозберігаючих технологій вирощування польових культур, підготовлено тези до друку)*.

83. Ретьман М. С., **Сахненко В. В.**, Мамчур Р. М., Дрозд П. Ю., Кубіцька А. О. Обґрунтування новітніх технологій вирощування сільськогосподарських культур в Лісостепу України. Актуальні проблеми наук про життя та природокористування: III Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, м. Київ, 28–31 жовтня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 40–41 *(Здобувачем особисто обґрунтовано перспективи існуючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, та шляхи їх вдосконалення)*.

84. **Сахненко В. В.** Моніторинг комплексу шкідливих організмів при вирощуванні пшениці озимої із застосуванням ресурсоощадних технологій в степу та лісостепу України. Сучасний стан і перспективи ефективного використання земельних ресурсів Житомирської області, м. Житомир, 20–21 січня 2016 року: тези доповіді. Ж., 2016. С. 204–208.

85. **Сахненко В. В.**, Ющенко Л. П., Дрозд П. Ю. Ефективність ресурсоощадних технологій захисту сільськогосподарських культур від комплексу шкідників в Лісостепу України. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: V Міжнародна конференція, с. Центральне, 21

квітня 2017 року: тези доповіді. Ц., 2017. С. 116–117 (*Здобувачем особисто проведено експериментальні дослідження ресурсозберігаючих технологій захисту польових культур від комплексу шкідливих видів комах*).

86. **Сахненко В. В.**, Фокін А. В., Сахненко Д. В. Окремі аспекти еволюції хімічного контролю розвитку, розмноження і поширення фітофагів. Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: V Міжнародна науково-практична конференція, м. Чернівці, 19 квітня 2018 року: тези доповіді. Ч., 2018. С. 16–18 (*Здобувачем запропоновано заходи щодо покращення хімічного контролю розмноження та розвитку фітофагів на полях сівозміни, узагальнено результати*).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	31
ВСТУП	32
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЇ ТА ПОШИРЕННЯ ШКІДНИКІВ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ ПОПУЛЯЦІЙ У СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	38
1.1. Закономірності та механізми контролю показників біології, екології та поширення основних шкідливих видів комах на пшениці озимій.....	38
1.2. Вплив нових заходів захисту пшениці озимої від шкідників у сезонних і багаторічних циклах їх розмноження	42
1.3. Значення прогнозу в розмноженні та виживанні внутрішньостеблових, ґрунтових шкідників і фітофагів колосу	43
1.4. Теоретичне обґрунтування комплексних заходів контролю шкідників пшениці озимої під час формування їх популяцій у стресовому стані культурних рослин.....	46
Висновки до розділу 1.....	62
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	64
2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика регіону та варіанти спостережень і досліджень популяцій основних шкідників.....	64
2.2. Методики виявлень та обліків шкідників пшениці озимої.....	68
2.3. Методологія математичного моделювання розвитку розмноження й поширення шкідників пшениці озимої та оцінки й прогнозування циклів формувань популяцій.....	70
Висновки до розділу 2.....	75
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАНЬ СТРУКТУРИ ЕНТОМОКОМПЛЕКСУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ.....	77
3.1. Заселення пшениці озимої шкідниками залежно від попередника, сортової агротехніки та інших чинників	77
3.2. Значення системи добрив у розмноженні шкідників пшениці озимої.....	89
Висновки до розділу 3.....	96
РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИНГ КОМПЛЕКСУ ШКІДНИКІВ НА ВИДОВОМУ Й ПОПУЛЯЦІЙНОМУ РІВНЯХ У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	98
4.1. Моніторинг комплексу шкідників	98
4.2. Твердокрилі фітофаги	111
4.3. Напівтвердокрилі шкідники	119
4.4. Лускокрилі шкідники	126
4.5. Двокрилі шкідники.....	128
Висновки до розділу 4.....	147
РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ АБІОТИЧНИХ ТА БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА ЧИСЕЛЬНІСТЬ ОСНОВНИХ ШКІДЛИВИХ ВИДІВ КОМАХ	148

5.1. Моделювання чисельності шкідників пшениці озимої за сучасних показників ГТК і погодних умов	148
Висновки до розділу 5.....	172
РОЗДІЛ 6. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАХИСТУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ВІД ШКІДНИКІВ.....	173
6.1. Вплив інсектицидів та добрив.....	173
6.2. Вплив зовнішнього середовища на шкідників	212
6.3. Вплив сівозмін на комплекс шкідників.....	217
6.4. Вплив сортів на розвиток і розмноження шкідників	229
Висновки до розділу 6.....	231
РОЗДІЛ 7.	233
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУ ДИНАМІКИ ФОРМУВАНЬ ПОПУЛЯЦІЙ ОКРЕМИХ ШКІДЛИВИХ ВИДІВ КОМАХ У НОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАХИСТУ РОСЛИН	233
Висновки до розділу 7.....	243
ВИСНОВКИ.....	245
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	250
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	252
ДОДАТКИ.....	290

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЕПШ – економічний поріг шкідливості;

ГТК – гідротермічний коефіцієнт;

екз. – екземпляр;

НААН – Національна академія аграрних наук України;

НІР – найменша істотна різниця;

СЕТ – сума ефективних температур;

Д.р. - діюча речовина.

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах в структурі експорту сільськогосподарської продукції, зерно пшениці озимої посідає одне із провідних місць, а культура займає близько 30 % посівних площ і забезпечує продовольчу безпеку України. Важливим чинником збільшення виробництва зерна пшениці озимої є наукове обґрунтування і застосування біологічної та хімічної системи захисту насіння, сходів, а також вегетуючих рослин від комплексу комах-фітофагів, що нормується новою науковою позицією ЄС.

Зміни погодно-кліматичних умов вплинули на технології вирощування пшениці озимої, її розвиток на основних етапах органогенезу. Це супроводжується особливостями фітосанітарного стану посівів, як в осінньо-зимовий, так і ранньо-весняний періоди, і є причиною зниження урожаю зерна і загибелі рослин. За таких умов виникає необхідність розробки і впровадження нових систем контролю комплексу комах-фітофагів.

Особливої уваги заслуговує своєчасне планове і прогнозоване управління агроценозом, так як система захисту пшениці озимої становить складний технологічний процес і здійснюється обґрунтованим проведенням агротехнічних, організаційно-господарських, хімічних та інших заходів, спрямованих на підвищення продуктивності пшениці озимої у Лісостепу України.

Нагальним є введення у виробництво високопродуктивних порівняно стійких до комах-фітофагів сортів вітчизняної селекції, обґрунтованих систем мінерального живлення та заходів контролю шкідників із урахуванням погодно-кліматичних змін.

Оптимізація фітосанітарного стану з урахуванням показників прогнозу чисельності шкідників у сучасних агроценозах потребує подальшого вдосконалення існуючої системи захисту пшениці озимої від комплексу комах-фітофагів. Тому вивчення особливостей багаторічного розвитку і розмноження та прогнозування чисельності шкідників за нових високоефективних, екологічно-обґрунтованих заходах захисту пшениці озимої набуває особливої актуальності, як у теоретичному, так і практичному значеннях

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконано відповідно до бюджетних науково-дослідних тематик:

Розробка й впровадження у виробництво ресурсоощадних технологій захисту та підвищення стійкості генофонду зернових культур від комплексу шкідливих організмів в Лісостепу України (номер державної реєстрації 01129004697).

Полеві дослідження проведені впродовж 2002–2019 рр. в умовах Лісостепу України.

Мета й завдання дослідження. Теоретичне та практичне обґрунтування багаторічної динаміки чисельності основних шкідливих видів комах за сучасних технологій захисту пшениці озимої від комах-фітофагів у Лісостепу України. Для досягнення поставленої мети виконували такі завдання:

- уточнити сучасні особливості й механізми формувань чисельності основних шкідливих видів комах-фітофагів у нових агроценозах;
- проаналізувати циклічність масових розмножень шкідників пшениці озимої за новітніх систем землеробства;
- оцінити та обґрунтувати багаторічну динаміку чисельності окремих видів шкідників пшениці озимої залежно від комплексу факторів за сучасних систем захисту посівів на основних етапах органогенезу культурних рослин;
- установити екологічні особливості просторово-часової синхронізації масових розмножень основних шкідників у ланцюгу сівозміни: «ріпак озимий – пшениця озима»;
- з'ясувати залежності розмноження основних шкідників пшениці озимої за нових комплексних заходів захисту рослин;
- розробити математичні моделі прогнозу популяційних циклів розмноження шкідників пшениці озимої в Лісостепу України;
- дослідити ефективність багаторічного прогнозу чисельності окремих видів шкідників пшениці озимої за нових систем вирощування зерна пшениці озимої;
- встановити та обґрунтувати зв'язки популяційних циклів розмноження основних шкідливих видів комах на посівах пшениці озимої залежно від погодно-кліматичних факторів;

– здійснити оцінку економічної ефективності заходів захисту пшениці озимої від комплексу комах-фітофагів.

Об'єкт дослідження – процес формування видового та чисельного складу шкідливих видів комах та оцінка їх ступеня розмноження на посівах пшениці озимої залежно від досліджуваних факторів.

Предмет дослідження – сукупність теоретичних та прикладних аспектів формування ентомокомплексу пшениці озимої; синхронність і закономірність популяційних циклів шкідників у сучасних технологіях захисту пшениці озимої.

Методи дослідження. Для виконання поставлених задач використовували методи: польовий – для виявлення й обліку чисельності ґрунтових і внутрішньостеблових шкідливих видів комах-фітофагів, визначення їх шкідливості, ефективності елементів організаційно-господарських, агротехнічних та хімічних заходів захисту; лабораторний – ідентифікація шкідливих і корисних видів комах методом морфологічного аналізу. Отримані експериментальні дані обробляли із застосуванням методів дисперсійного та регресійного аналізу. Економічну ефективність оцінювали за показниками: збережений урожай зерна, умовно чистий прибуток, рентабельність.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в узагальненні теоретичних і практичних положень щодо формування популяцій за особливостями багаторічної динаміки чисельності та нових обґрунтованих заходів щодо контролю розмноження основних шкідників пшениці озимої в Лісостепу України.

вперше:

– у Лісостепу України визначені параметри змін популяційних циклів основних шкідливих видів комах на посівах пшениці озимої за сучасних систем захисту рослин залежно від чинників зовнішнього середовища;

– уточнені особливості функціонування регіональних популяцій шкідливих видів комах як саморегулюючих біологічних систем;

– виявлені особливості синхронізації масових розмножень шкідників пшениці озимої;

- визначені математичні взаємозв'язки чисельності основних шкідливих видів комах з абіотичними та іншими чинниками;

- обґрунтовані економічні показники ефективності заходів захисту пшениці озимої від комплексу фітофагів в Лісостепу України.

удосконалено:

- теоретичні та методологічні принципи моделювання багаторічних змін чисельності основних шкідників пшениці озимої за сучасних систем захисту рослин;

- моделі багаторічного прогнозу розмноження і циклічності комплексу шкідливих видів комах на посівах пшениці озимої в Лісостепу України.

отримано подальший розвиток:

- вивчення теоретичної та ресурсної бази ентомокомплексів і їх масових розмножень і циклів у нових технологіях хімічного і біологічного захисту, що підтверджують наукові розробки та публікації провідних вчених;

- наукові обґрунтування циклічності масових розмножень основних шкідників пшениці озимої за моделями оцінки особливостей та ступеня формувань і механізмів контролю ентомокомплексів у сучасних польових сівоzmінах;

- підходи щодо комплексної оцінки особливостей популяційних циклів на нових рівнях захисних заходів від основних шкідників пшениці озимої.

Практичне значення одержаних результатів. Результати досліджень дали змогу рекомендувати господарствам високоефективну систему контролю комплексу комах-фітофагів в посівах пшениці озимої із застосуванням нових заходів захисту насіння, сходів та вегетуючих рослин. Одержані результати необхідно використовувати під час:

- оцінки особливостей формувань популяцій комплексу шкідливих видів із моделюванням кількісних показників структур і чисельності ентомокомплексів у сучасних агроценозах пшениці озимої;

- визначення ефективності комплексу заходів щодо контролю масових розмножень фітофагів;

- уточнення закономірностей розмноження та виживання шкідливих видів комах за механізмами їх саморегуляції у нових систем захисту пшениці озимої.

Результати досліджень увійшли до наукових рекомендацій Міністерства аграрної політики та продовольства України із обґрунтуванням щодо застосування в інших ґрунто-кліматичних зонах. Окремі положення дисертації для підготовки фахівців за спеціальністю 202 “Захист і карантин рослин”

Особистий внесок здобувача. Дисертацію виконано на основі багаторічних наукових досліджень здобувача. Постановка проблеми, визначення мети та способів її досягнення належить безпосередньо дисертанту. Ним особисто розроблено програму та обґрунтовано методологію постановки досліджень, виконано експериментальну частину дисертації, узагальнено одержані результати та їх інтерпретацію, проведено статистичну обробку даних, опрацьовано 401 джерел літератури, підготовлені та надруковані наукові праці, звіти, рекомендації для виробництва та патенти, здійснено науковий супровід результатів досліджень у виробництво. У спільних публікаціях права співавторів не порушено. У дисертації використано лише власні наукові ідеї.

Апробація результатів дослідження. Основні результати та положення дисертації було представлено на: Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 50-річчю заснування факультету захисту рослин (м. Київ, 2012 р.); Науково-практичній конференції «Сучасне овочівництво: освіта, наука та інновації» (м. Київ, 2012 р.); Науково-практичній конференції, присвяченій 100-річчю від дня народження Дядечка Миколи Платоновича (м. Київ, 2012 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Генетичні ресурси для селекції високопродуктивних сортів картоплі з добрими смаковими якостями. Методологія дегустації вітчизняних і зарубіжних сортів» (м. Житомир, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 84-річчю з дня народження Гончарова Миколи Дем'яновича (м. Суми, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 70-річчю з дня заснування кафедри ентомології ім. проф. М. П. Дядечка (м. Київ, 2014 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції, присвяченій 100-річчю від дня народження Володимира Федоровича Пересипкіна (м. Київ, 2014 р.); Міжнародній конференції молодих вчених (м. Одеса, 2015 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених (м. Київ, 2015 р.); V

Міжнародній конференції «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур» (с. Центральне, 2017 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень» (м. Чернівці, 2018 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 86 наукових праць, із яких 6 монографій, 27 статей у наукових фахових виданнях України, 12 статей у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 2 науково-методичні рекомендації, 2 патенти на корисну модель, 12 статей в інших наукових виданнях України, 5 авторських свідоцтв на наукові твори, 19 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація містить анотації, перелік умовних позначень, вступ, шість розділів, висновки, пропозиції виробництву, список використаних джерел (401 найменувань) та додатки. Загальний обсяг дисертації становить 290 сторінок комп'ютерного тексту. Основна частина дисертації містить 15 таблиць і 70 рисунків.

РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЇ ТА ПОШИРЕННЯ ШКІДНИКІВ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ ПОПУЛЯЦІЙ У СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

1.1. Закономірності та механізми контролю показників біології, екології та поширення основних шкідливих видів комах на пшениці озимій

Відомо, що популяція як біологічна система характеризується цілісністю і незалежністю, структурованістю й динамічністю всіх параметрів, авторегуляторністю, поліморфністю й унікальністю, а також специфічною біохорологічною організованістю. Її багатопланова структурованість визначає одну загальну для всіх популяцій і дуже важливу особливість – поліморфність. У популяції завжди присутні різні за віком, статтю, морфологією, фізіологією, екологією та етологією групи особин [7, 8, 9, 48].

Установлено, що організм комах не можна уявити собі без сукупності умов того середовища, що його оточує. Проте кожний організм є частиною середовища, у якому він розмножується. Характерною є єдність організму та навколишнього середовища. Ця єдність діалектична, тобто являє собою єдність протилежностей. Вимоги організму до зовнішнього середовища можна розглядати як постійні: потреба тепла, поживних якісних речовин та інші. Однак шкідливі види комах повинні пристосовуватися до умов життя, що змінюються. Відсутність пристосування призводить до загибелі фітофагів [8, 11, 22, 23].

Зазначено, що ступінь стійкості природних популяцій комах до антропогенних дій у значній мірі пов'язана зі збереженням і підтриманням її структурованості. Антропогенний вплив змінює вікову, статеву, просторову й генетичну структуру популяції та може бути причиною прискорення надбання пристосувань до нових умов. У результаті популяція стає більш стійкою та життєздатною, що й спостерігається під час масового розмноження шкідливих видів комах, які контролюють сучасні технології захисту посівів пшениці озимої в різних ґрунтово-кліматичних зонах [7, 11, 24, 33].

Чисельність і спадкова структура кожної популяції періодично змінюється та підтримуються на певному рівні відповідно до умов зовнішнього середовища. Популяція, як цілісна система, реагує на дію будь-яких еволюційних чинників. Цілісність системи визначається її властивостями як генетичної – реальним зв'язком її членів між собою в ряді поколінь і можливістю обміну генетичною інформацією під час схрещування. Саме генетичні зв'язки забезпечують цілісність популяції, їх порушення призводить до обмеження чисельності й шкідливості фітофагів у нових системах землеробства на різних етапах органогенезу культурних рослин [22, 35, 43, 47, 72].

Для популяції, як і для всіх біологічних систем, характерні не тільки генетична прийнятність її компонентів і визначеність структури, але й стабільність – здатність до підтримання й відновлення структури в разі її порушення. Дія на неї абіотичних і біотичних чинників обумовлює її географічний і стаціональний розподіл, впливає на розвиток і плодючість особин, тривалість їх життя. Розвиток теоретичної екології та вдосконалення методів вивчення популяцій комах свідчать про коливання чисельності комах у природі як результат закономірної регуляції. Пізнання закономірностей регуляції їх чисельності є однією з центральних проблем екології. Існують кліматична, трофічна, паразитарна, синтетична теорії, що пояснюють динаміку зміни чисельності комах у часі та просторі. Незважаючи на важливість кожного чинника, жодна з цих теорій не пояснює повною мірою механізмів, що зумовлюють динаміку популяції в просторі та часі [48, 56, 116, 117].

Популяція, як сукупність особин певного виду, які здатні до вільного схрещування, населяють певну територію та в деякій мірі ізольовані від сусідніх популяцій. Тому вивчення екології певного виду проводять на двох рівнях: спочатку шляхом вивчення екології окремих особин – аутоекологія, на другому рівні вивчають екологію популяцій певного виду – популяційна екологія. Але в природі кожен вид живе на певній частині території, заселений комплексом сукупностей живих організмів. Такий біотоп, де всі живі організми, взаємопов'язані поміж собою, становлять біоценоз. Дослідження механізмів, екології біоценозів, або біоценологія,

дає можливість оптимізувати заходи захисту пшениці озимої із застосуванням нових моделей прогнозу чисельності комплексу шкідників [24, 60, 75, 87].

Відомо, що біоценоз – історично утворена природою сукупність живих організмів, що забезпечує кругообіг речовин і здатна до саморегулювання, тобто утримання своїх характерних особливостей у часі та просторі.

Біоценоз у просторі не є одноманітним утворенням природи. Його просторова структура складається з ярусів синузій і консорцій. Ярусність характерна для кожного біоценозу. Узагалі виділяють три яруси: ґрунт, поверхня ґрунту й надґрунтова частина [9, 47, 50].

Характерно, що в просторових частинах біоценозів провідна роль часто належить комахам.

Доцільно зауважити, що біоценози тривалий час не змінюються в часі та просторі, що обумовлено їх здатністю до саморегулювання. Стійкість біоценозів проявляється у видовому складі домінуючих рослин-продуцентів, а також у складі видів консументів, у тому числі комплексу комах. У результаті в біоценозі утворюється стійкий кругообіг речовин: виникає відносно стійке співвідношення між біомасою органічних речовин, що утворюються продуцентами завдяки сонячній енергії, і руйнуванням цієї біомаси консументами, що розглядають як гомеостаз – урівноваженість основних фізіологічних процесів в екосистемі [150, 161, 188, 203].

Відомо, що стійкі біоценози, характерні для тієї чи іншої кліматичної зони, утворились у ході історичного розвитку природи; їх називають зрілими, або кліматичними. Вони складні, мають велику біомасу, еволюція їх проходить повільно віками й тисячоліттями.

У разі руйнування зрілих біоценозів виникають тимчасові угруповання – серійні. Вони швидко змінюються, задяки чому поновлюються зрілі біоценози. Процес зміни таких біоценозів називають екологічною сукцесією. Це закономірно спрямований процес, тому екологічну сукцесію можна передбачати, тобто зпрогнозувати, до чого приведуть ці зміни – до стабільної екосистеми, зокрема, у сучасних агроценозах [75, 149, 155, 303].

Заслугує на увагу поділ екологічних факторів за їх впливом на комах-фітофагів двома групами: стабільні та мінливі.

Стабільні фактори не змінюються протягом тривалого періоду часу й тому не викликають змін чисельності та географічного поширення тварин. До цієї групи належать: сила земного тяжіння, сонячна постійна, склад і властивості атмосфери, гідросфери, літосфери, рельєф та ін.

Мінливі фактори становлять дві підгрупи:

а) добові, сезонні та інші зміни, що залежать від руху планет сонячної системи. Ці фактори визначають добові, сезонні та інші біологічні цикли, сезонну динаміку чисельності, межі ареалів, справляють малий видимий вплив на багаторічні зміни чисельності видів; під їх впливом у комах виробляються пристосувальні реакції;

б) фактори коливань температури, вітру, опадів, вологості, корму, хвороби, паразити, хижаки та ін.

У сучасних технологіях вирощування пшениці озимої під час оцінки впливу чинників зовнішнього середовища на той чи інший вид доречно враховувати мінливість, потребу й адаптивні реакції організмів, що перебувають під впливом цих факторів у сучасних агроценозах.[11, 134, 161, 295].

Вказується, що кожен вид існує в певних умовах зовнішнього середовища і обумовлений спадковими якостями, що виникли в процесі його еволюційного розвитку. При цьому, одні види пристосувалися до умов із великою кількістю тепла як теплолюбні, або термофіли. Інші формуються у холодних умовах, як холодолюбні, або кріофіли. Відмічаються і види, що розмножуються в умовах підвищеної вологості – це вологолюбні, або гігрофіли. Частина видів живе в посушливих умовах – їх виділяють як сухолубні, або ксерофіли. Види, що живуть в умовах помірної вологості, одержали назву «мезофіли». За місцями заселення виділяють види, що живуть у рослинному покриві, – це фітофіли; інші живуть у ґрунті або на його поверхні – геофіли, для яких особливе значення мають сучасні механізми регулювання ентомокомплексів за нових систем землеробства [11, 35, 116, 117].

Наголошено також на особливості теорії циклічності динаміки популяцій фітофагів, в основу якої взято визначення залежності масових розмножень шкідників

польових культур від ступеня активності сонця. Однак нагальним є пошук можливостей складання багаторічних прогнозів масових розмножень основних шкідників пшениці озимої за чинниками динаміки популяцій і комплексу абіотичних факторів та кількісних показників випромінювання сонця, ГТК [69, 90, 101].

Заслугує на увагу оцінка динаміки формувань популяцій за масових розмножень комах, що відбуваються в сучасних умовах зовнішнього середовища зокрема, особливостей регулюючої діяльності біотичних факторів [21, 110, 113, 155].

1.2. 1.2. Вплив нових заходів захисту пшениці озимої від шкідників у сезонних і багаторічних циклах їх розмноження

У різних регіонах масові розмноження комах-фітофагів у вторинних агробіоценозах спостерігається значно частіше, ніж у природних екосистемах. Це відбувається тому, що в агроценозах унаслідок застосування агротехнічних та інших заходів, спрямованих на одержання високих урожаїв зерна пшениці, послаблюється вплив на популяції шкідливих видів біотичних факторів, а фітофаги мають специфічну забезпеченість кормом – рослинами, що вирощуються і, зокрема, сучасними системами землеробства та їх впливом на живлення культурних рослин [11, 158, 233, 234].

Зауважено, що проти комах г-стратіотів доцільно застосовувати засоби захисту не природного походження, щоб зберегти морфологічні показники пшениці, а проти шкідників К-стратіотів – захист рослин проводити із застосуванням специфічних технологій управління фітофагами, зокрема випуск у популяції стерильних самців і мутантів, використання феромонів, гормонів, стійких до шкідників новітніх сортів пшениці озимої [33, 35, 255].

Отже, у нових технологіях захисту пшениці озимої від шкідників важливим є новітні прийоми регуляції фітофагів на популяційному рівнях, зокрема: приваблення комах, масовий вилов або дезорієнтація – порушення статевої структури популяції, статевая стерилізація – порушення генетичної структури популяції, порушення росту й розвитку шкідників [48, 161, 277, 279].

Особлива генетична пластичність шкідників польових культур, їх природне різноманіття, висока репродуктивна здатність, а також мінливість обумовлюють їх

високу життєздатність. Шкідливі види комах характеризуються відмінними особливостями, що виділяє їх серед багатьох інших видів тварин, а саме: наявність метаморфозу в онтогенезі, необхідність періодичної линьки, наявність періодів тимчасового призупинення росту й розвитку на різних етапах онтогенезу, що є результатом адаптації для перенесення несприятливих умов. Фітофаги у процесі життєдіяльності пов'язані зі сприйняттям і переробленням інформації, що надходить із навколишнього середовища й перебуває під контролем сенсорних систем. Хеморецепція – сприйняття хімічних сигналів із зовнішнього середовища в комах відіграє першочергову роль у сприйнятті середовища мешкання. Життєдіяльність популяції комах і її функціонування як саморегулюючої біологічної системи забезпечується гормональним керуванням росту й розвитку, хімічною комунікацією та обміном генетичною інформацією у процесі статевого розмноження [11, 60, 62, 158, 301].

У нових методах моніторингу й обмеження чисельності шкідливих видів комах доцільним є уточнення сучасного життєвого циклу, особливостей хімічної комунікації, біохімічних механізмів росту й розвитку, генетичних закономірностей відтворення та регуляції життєдіяльності шкідливих видів за допомогою біологічно активних речовин сигнальної дії через комунікаційні системи й інформаційні канали природної регуляції міжвидової та внутрішньовидової взаємодії особин, що доречно проводити із застосуванням моделей прогнозу формувань популяцій фітофагів і геоінформаційних систем регіонального спрямування.

1.3. Значення прогнозу в розмноженні та виживанні внутрішньостеблових, ґрунтових шкідників і фітофагів колосу

Відомо, що багаторічний тип динаміки популяцій найбільш складний. Зміни чисельності фітофагів, густоти популяцій від мінімальної до максимальної і зниження від максимуму до мінімуму загалом відбувається протягом декількох років. Цей тип динаміки популяцій спостерігається в багаторічних насадженнях, притаманний здебільшого для видів, що мають одну генерацію на рік. У них весь цикл змін чисельності відбувається за 7 років (іноді більше). У видів, що мають

дворічну генерацію, весь цикл проходить повільніше й охоплює 14 років [122, 128, 134, 164, 205].

Види, яким притаманний багаторічний тип динаміки популяцій, формуються під впливом різних чинників середовища. Спалах масового розмноження, за особливо сприятливих умов, може відбутися в деяких випадках після двох оптимальних років, але часто трапляється й так, що одна фаза динаміки популяції може тривати 10 років і більше. Залежно від того, як складаються умови, загальна тривалість повного циклу багаторічного типу динаміки популяцій (тобто проходження всіх його фаз) у моновольтинних видів може бути мінімум за 4 роки, а в багатьох видів за 6–10 і більше років; у бівольтинних і тривольтинних видів увесь цикл може пройти за 2–3 роки [22, 256, 261, 277].

Характерно, що в періоди спалахів масового розмноження за участю основних популяцій виду, які інтенсивно розмножуються неподалік, розселення особин в осередках зливається, і це охоплює значну територію, а в умовах такої пандемії захворювання комах виникає масова епізоотія. Роль епізоотій у динаміці чисельності популяцій полягає в тому, що вогнища масового розмноження фітофага затухають від загибелі хворих комах майже в усіх осередках. Розвитку хвороб в осередках фітофагів сприяє й підвищена кількість опадів під час перебування популяцій у стадії личинок [160, 161, 193, 199].

Відомо, що в роки між спалахами масового розмноження того чи іншого виду чисельність популяцій його в біоценозах може утримуватися на низькому рівні. Плодючість самиць у ці роки близька до середньої, яка притаманна цьому виду. Прогноз можливої чисельності того чи іншого фітофага складають за даними обліку заселеності ним певних угідь, що проводять восени та навесні. Проте незалежно від типу динаміки популяцій зростання чисельності особин виду фітофага доцільно оцінювати з урахуванням комплексу факторів і систем заходів захисту польових культур від комплексу шкідників.

Варто зауважити, що розподіл шкідливих видів комах за характером їх розмноження й виживання на *r*-види, або *r*-стратіоти, – це дуже плодючі види, які збереглися до наших часів завдяки потенціалу самців, і це компенсує високу

смертність (наприклад, попелиці); друга група – це К-види, або К-стратіоти, – види, які за невеликої плодючості самців мають і невелику смертність завдяки їх пристосуванню до виживання в сучасних агроценозах.

Так, з-поміж глобальних чинників, що можуть одночасно впливати на ентомокомплекси в різних регіонах України, виокремлено сонячну активність (СА). Доведено залежність термінів розвитку стадії окремих видів фітофагів від частоти магнітних бур, кількості ультрафіолетової радіації, ступеня іонізації верхніх шарів атмосфери, інсоляції, температури повітря й моря, тиску повітря, кількості опадів, рівня озер. Унаслідок зниження концентрації озону в роки підвищеної СА підвищується температура повітря, зменшується кількість атмосферних опадів. Установлено зв'язки між ритмічністю активності Сонця та поширенням хвороб комах, термінами сезонного розвитку рослин, коливаннями чисельності риб, птахів, гризунів, комах. У динаміці цих явищ, як і в ході СА, виділяють цикли тривалістю 5–6, 11, 22–23, 30–35, 80–90, 500 і 1800–1900 років. Через те, що тривалість «11-річного» циклу коливається від 7 до 17 років, зазначено періодичність, або поліциклічність [72, 87, 116, 303].

Заслуговує на особливу увагу динаміка популяцій шкідливих видів комах, яка досліджена переважно в напрямках розроблення екологічних теорій та створення математичних моделей багаторічного прогнозів чисельності фітофагів [11, 56, 62, 87].

Водночас серед теорій динаміки популяцій шкідливих видів комах наголошено на положеннях, що пояснюють її міжпопуляційними взаємодіями та зовнішніми чинниками. Так, згідно з популяційно-генетичною гіпотезою, у період депресії збільшується однорідність мікропопуляцій унаслідок зниження рівня гетерозиготності, що доцільно застосовувати для розроблення сучасного прогнозу розвитку спеціалізованих видів шкідників пшениці озимої [134, 135, 149, 156].

Однак коливання чисельності шкідливих видів комах місцями відбувається винятково із чинниками, що залежать від щільності популяції, а саме – внутрішньою та міжвидовою конкуренцією, впливом комплексу ентомофагів і хвороб. Зазначено, що 5–12-річні цикли популяцій окремих видів шкідників повністю або частково

визначаються захворюванням, викликаним вірусом ядерного холіедрозу. Так, ентомофаги та ентомопатогени не можуть високоефективно контролювати популяції фітофагів як представники вищого трофічного рівня, оскільки регулюються механізмами саморегуляції [122, 125, 233, 239].

Характерно, що в кліматичних теоріях головна роль у циклічних коливаннях чисельності комах належить прямій дії метеорологічних чинників. Серед таких чинників пріоритетними є температура, вологість та опади або інтегральний показник – гідротермічний коефіцієнт. Проте врахування метеорологічних показників за окремі вегетаційні терміни призводить до часткових відхилень у прогнозуванні. Це пов'язано з мінливістю термінів початку розвитку комах після зимівлі за роками і посівами пшениці озимої, що супроводжується критичними рівнями на видовому та популяційному рівнях.

Водночас за трофічною теорією, коливання чисельності комах виникають під впливом змін якості корму, яке залежить від динаміки захисних речовин у рослинах різного фізіологічного стану. Ця теорія і вплив якості корму на динаміку популяцій комах, а також зв'язок живлення й захисних властивостей кормових рослин дає можливість прогнозувати наступний спалах масового розмноження комплексу видів шкідників пшениці озимої [7, 8, 11, 22, 35].

1.4. 1.4. Теоретичне обґрунтування комплексних заходів контролю шкідників пшениці озимої під час формування їх популяцій у стресовому стані культурних рослин

У господарствах різних регіонів України спостерігається тенденція оптимізації кількості сільськогосподарських культур, які вирощують у промислових масштабах. Процес відбувається на користь видів, що не потребують специфічних умов вирощування та мають світові ринки збуту. Перерозподіл співвідношення посівних площ відбувається за рахунок насичення сівозмін зерновими колосовими, кукурудзою, ріпаком, соєю та соняшником. Щодо останньої культури, то збільшення її частки у сівозміні зумовило виникнення суттєвого дисбалансу між класичними поглядами на місце соняшника у сівозміні та фактичним станом його виробництва. Це свідчить про важливість розробок допустимих та оптимальних рівнів насичення

сівозмін сільськогосподарськими культурами, а також фіто-санітарного та агрофізичного стану ґрунтів й агроценозів. Водночас практично не висвітленими залишаються питання вибору культури-попередника. Стосовно цього чинника сучасні сільськогосподарські культури в короткій ротації розглядаються як домінуючі за здатністю до засвоєння мінеральних елементів, живлення ґрунтової вологи та контролю комплексу шкідливих видів комах. Це свідчить про необхідність розроблення сучасних сівозмін із видами рослин, які дають можливість контролювати та покращувати властивості фітосанітарного стану кожного посіву пшениці озимої [94, 95, 111, 172, 250].

Таким чином, упровадження у виробництво науково обґрунтованих сівозмін сприяє створенню системи високоефективного та якісного управління фітосанітарним агроценозом на видовому й популяційному рівнях.

Сучасні умови підвищення культури землеробства передбачають впровадження у виробництво нових заходів, контроль трофічних зв'язків шкідливих видів комах. Важливе значення мають обґрунтовані сівозміни, які є головною й незамінною її ланкою та посідають особливе місце за різноманітним впливом на розмноження шкідливих спеціалізованих видів комах. На основі новітніх сівозмін створюють системи добрив, обробки ґрунту та технології захисту посівів від шкідників. Безсистемне проведення цих заходів призводить до низької ефективності профілактичних заходів контролю фітофагів у господарствах нових форм власності з високоефективним застосуванням захисних заходів.

Нові короткоротаційні сівозміни забезпечують інтенсивне використання орних земель, матеріальних і трудових ресурсів. Порушення сівозмін негативно впливає на саморегуляцію комах, а також біологію ґрунту, завдає шкоди посівам пшениці озимої та сталості землеробства в Лісостепу України. Сівозміна уможливорює впровадження у виробництво сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням їх взаємного впливу, а також післядії кожного хімічного заходу, який застосовують під попередники. Сучасна високоякісна культура землеробства забезпечує високу ефективність у разі освоєння

науково обґрунтованих сівозмін, які відповідають конкретним природно-кліматичним умовам й оптимізують фітосанітарний стан угідь.

Актуальним є обґрунтування досягнень теорії й практики щодо застосування нових польових сівозмін, а саме: місце, тривалість вирощування, сумісність і період повернення культур у сівозмінах з урахуванням післядії добрив та засобів захисту рослин та їх вплив на формування ентомокомплексів.

Роль сівозміни на різних етапах розвитку землеробства, й особливо за умов його інтенсифікації, впливає із загального завдання сучасного землеробства. У разі коливань погоди, змін кліматичних умов, а також природних властивостей ґрунту оцінка сівозміни залежить від того, як впливають попередні культури та системи їх вирощування, а також на розвиток і розмноження шкідливих видів комах. Установлено, що цей вплив проявляється на видовому й популяційному рівнях. Отже, створюються відмінності як у властивостях ґрунту, його родючості, так і саморегуляції організмів залежно від попередніх культур. Їх необхідно враховувати під час розміщення пшениці озимої на полях і впроваджувати у виробництво науково обґрунтоване чергування культур [10, 18, 27, 48, 300].

Характерно, що властивості ґрунтів, навіть найродючіших, таких як чорноземи, не завжди відповідають потребам культурних рослин, особливо їх високоврожайних сортів та їх стійкості до комплексу шкідливих видів комах. Тому створення необхідних умов для росту пшениці озимої, раціональне використання ґрунтів, збереження та підвищення їхньої родючості, а також покращення фітосанітарного стану посівів є основним завданням на всіх етапах розвитку землеробства й впровадження у виробництво новітніх технологій вирощування та, зокрема, захисту польових культур від шкідливих видів комах.

Так, синтетична теорія саморегуляції чисельності популяцій у біоценозах ґрунтується на закономірностях, що динаміка її в природних умовах – це процес, який регулюється автоматично й обумовлений незалежними та залежними від щільності популяцій чинниками. Виокремлені модифікуючі чинники, що діють на популяцію незалежно від її щільності та відхиляють її від оптимального рівня чисельності, а також регулювальні чинники, що повертають її до оптимального рівня

чисельності за принципом від'ємного зворотного зв'язку. До перших належать фізичні умови середовища – температура й вологість повітря, світло та інші, до других – внутрішньовидові й міжвидові стосунки, зокрема, конкуренція за корм, ареали, а також природні вороги – хижаки, паразити, збудники хвороб комах.

Варта особливої уваги штучна регуляція життєдіяльності шкідливих видів комах за допомогою синтетичних регуляторів поведінки, росту, розвитку й розмноження комах, що підвищує значимість регулювальних факторів, оскільки вони спроможні зменшити діапазон коливання чисельності та рівень шкодочинності фітофагів у агроценозах [33, 35, 92, 101].

Водночас генетична поліморфність та можливість швидкого розмноження шкідників забезпечують «підлаштування» популяції навіть до катастрофічних чинників [158, 161, 288, 291].

Відомо, що чисельність окремих видів комах у природних умовах може бути достовірно великою, а з часом кількість особин зменшується до того, що у певній місцевості практично не виявляється окремого виду. У своїй господарській діяльності людина зацікавлена в тому, щоб мати уявлення про можливу чисельність шкідливих комах у ценозах вирощування пшениці озимої на різних фазах органогенезу і прогнозувати ступінь загрози посівам комплексом фітофагів, а також своєчасно приймати рішення в заходах захисту рослин. Це одна з особливостей комплексних досліджень і вивчення біології, екології, поширення та виживання шкідників польових культур у сучасних агроценозах [60, 151, 161, 229].

Природні зміни, що відбуваються під час вирощування пшениці озимої, де за певних обставин угіддя не обробляють і один-два роки ростуть важкоконтрольовані бур'яни й розмножуються рослинні комахи ценози представлені жуками, особливо листоїдами, рослиноїдними клопами, двокрилими та цикадовими. Через один-два роки вона заростає пирієм повзучим (*Agropirum repens* Gould). Отже, без втручання людини відбувається зміна бур'янового перелогу пирієвим. Комахи тут представлені чисельними особинами видів, що живляться злаковими рослинами: цикади, попелиці, ковалики та їх личинки, саранові та ін. На сьомий-восьмий рік існування перелогової ділянки рослинний покрив на ній наближається до покриву,

притаманного цілинному степу. Комахи на цій території в цей час представлені переважно трипсами та іншими цілинними видами, а в подальшому ця територія набуває основних рис цілинного ценозу з біоценотичними властивостями [8, 34, 125, 149].

Якщо людина своєю діяльністю втручається в хід екологічної сукцесії, то остання може зупинитися на тій чи іншій стадії свого розвитку. Таким чином, виникають довгоіснуючі вторинні біоценози, наприклад: пасовиська, заліснені площі, що місцями можна спостерігати в Лісостепу України, як наслідок впливу комплексу чинників [35, 156, 164].

Сукупність біоценозів першого порядку поєднується в біоценози другого й наступних порядків, що складають формації та ландшафтні зони. Найвищою категорією біоценозу на Землі можна назвати увесь її живий покрив – біострому (геомериду). Тоді біотопом геомериди потрібно вважати біосферу – частини трьох оболонок Землі: газоподібна (атмосфера), рідка (гідросфера) і тверда (літосфера), заселені живими організмами [25, 36, 37, 50].

В екосистемах популяції певних видів формуються за особливостями екологічних умов – стацій, у межах яких особини виду займають певне просторове положення, де сукупність факторів зовнішнього середовища така, що особини популяцій можуть існувати як екологічна ніша зі ступенем спеціалізації цієї особини або популяції [23, 24, 292, 304].

Популяції одного виду в різних агроценозах займають певні екологічні ніші, а для кожного виду притаманна відповідна географічна область його поширення – ареал.

Водночас у будь-якій частині ареалу кожен вид комах перебуває в певних умовах під впливом комплексу чинників живої і неживої природи, що притаманні цій території, а на їх виживання впливають: повітря, вода, земля, світло, сили земного та магнітного тяжіння, мікроорганізми, рослини, тварини й інші, які застосовані як предиктори прогнозу й оцінені за чотирма категоріями:

- абіотичні, або неорганічні чинники: вплив на організми кліматичних умов (тепло, світло, склад і рух повітря, вологість та ін.), рельєфу місцевості, сил земного й магнітного тяжіння, радіоактивності та ін.;

- гідро-едафічні, або водно-грунтові чинники: вплив на організми води та ґрунтів як середовища, де розмножуються комахи;

- біотичні, або органічні чинники: вплив на комах різних живих сил природи, взаємостосунки організмів на основі живлення, рослини як корм для комах, вплив хижих і паразитичних тварин, збудників хвороб, внутрішньовидові й міжвидові стосунки та ін.;

- антропічні чинники: вплив на комах і природу діяльності людини – використання земель для посіву та посадки культурних рослин, будівництво гідроспоруд, зрошувальних й осушувальних систем, активне й пасивне завезення рослин і тварин з інших країн, вирубування лісів, проведення заходів захисту рослин, застосування добрив, систем обробітку ґрунту та ін. [11, 200, 228, 309].

Потрібно наголосити, що перші три категорії факторів є первинними, або природними. Вони існують у природі незалежно від людини. Антропічні фактори – вторинні. Проте з наведеного переліку чинників зовнішнього середовища не впливає існуюча їх мінливість. Частина факторів утворюють умови, які важливі для розмноження шкідливих видів комах, а деякі фактори не є основними для їх виживання в агроценозах [154, 157, 180, 211].

Водночас частина видів розмножується в умовах широкого діапазону коливань зміни потрібних їм умов зовнішнього середовища, інші можуть існувати лише за незначних коливань факторів середовища. Ширина вимог виду до факторів зовнішнього середовища характеризується екологічною пластичністю, або екологічною валентністю виду, що спостерігається для основних шкідливих фітофагів у регіоні досліджень. Пластичність виду залежить від показників тепла, вологості середовища, корму, місцеперебування та ін.

У сучасних формах землекористування особливість вимог виду до чинників середовища, його екологічна пластичність є важливими показниками властивостей

фітофагів їх спадкових якостей. Це становить його екологічний стандарт [202, 204, 206, 209].

Так, мінливість факторів зовнішнього середовища призводить до того, що взаємодія того чи іншого виду шкідливих комах має динамічний характер. Найважливішим безпосереднім результатом впливу на вид мінливих чинників середовища є зміна чисельності особин у популяціях виду в часі й просторі. Беззаперечно, зміна чисельності особин у часі проявляється у вигляді їх масових розмножень. Коливання чисельності у просторі виражається в розширенні ареалу виду, прикладом чого є поява чорної пшеничної мухи в місцевостях, де шкідника раніше не виявляли [33, 105, 119, 120, 199].

У результаті впливу чинників середовища на плодючість самиць і на їх виживання чисельність виду перебуває в динамічному стані: вона не залишається на одному рівні, а змінюється. Така зміна в екології є популяційною динамікою виду. Однак в агроценозах здійснюється не тільки зміна чисельності популяцій, що відбувається переважно під впливом діяльності людини. Це важливо під час вивчення особливостей пристосувань видів до чинників зовнішнього середовища, які проявляються у специфічних морфологічних ознаках фізіологічних, біологічних особливостях виду, а також у структурах сучасних ентомокомплексів [105, 116, 119, 303, 319].

Першочергове значення має вплив біомаси всіх видів комах на різні інші організми й у цілому на показники повітря, ґрунту, рослин та ін., адже утворена комахами органічна речовина бере участь у кругообігу речовин й енергії у біосфері, а також збереженні механізмів саморегуляції організмів у агроценозах [222, 226, 305].

Про повторення через мінливі проміжки часу (10–12, 20–22, 30–32 роки) особливості розмножень шкідливих видів комах та зв'язок їх із глобальними процесами свідчать чисельні публікації. Так, за даними масових розмножень і міграції азійської сарани за 1300 років встановлено зростання чисельності фітофага в роки мінімумів сонячної активності, через рік після мінімуму або за рік до нього [37, 40, 41, 112].

Характерно, що сонячна активність створює «циклічний фон» змін земних процесів та викривлення цього факту. Перший ефект проявляється у вигляді зв'язку земних процесів із віковим циклом сонячної активності, другий – із реперами її різких змін. Доведено зв'язок переламів багаторічного ходу багатьох природних процесів на Землі з роками сонячних реперів.

Так, достовірний вплив на організми здійснюється через ультрафіолетове випромінювання, активність якого в період підвищення сонячної активності на збурених ділянках Сонця в 60 разів більше від незбурених, а також через інфразвуки, зміни в поверхневому шарі Землі, радіоактивності атмосфери. Унаслідок впливу сонячної активності на природне електромагнітне поле Землі виникають геомагнітні збурення, які змінюють проникність мембран клітин та властивості молекул.

Між тим значний вплив геомагнітного поля на живі організми доведений для птахів, риб, безхребетних, у тому числі шкідливих видів комах. Прискорення внаслідок росту колоній деяких мікроорганізмів під впливом електромагнітного поля також пояснює зростання епізоотій організмів у період підвищеної активності Сонця. На фоні зниження сонячної активності та магнітних бур підсилюється проявлення міграційного інстинкту окремих шкідливих видів комах [69, 92, 112, 113, 278].

Помічений і опосередкований вплив сонячної активності на розвиток шкідливих видів комах, що здійснюється через циркуляційні процеси в атмосфері та погодні умови. Характерно, що вони впливають на стадії їх розвитку прямо та опосередковано через корм і трофічні зв'язки комах.

Відомо, що в динаміці клімату регіону спостережень виділено 80–90-річні цикли, за коливанням температури повітря – 17-річні, а опадів – 23-річні. У період зниження сонячної активності в різних регіонах спостерігаються циклічні посухи, з якими збігаються масові розмноження окремих видів комах [21, 25, 155, 231].

Проте у процесі оцінки впливу сонячної активності на формування популяцій комах доцільно оцінювати коливання їх чисельності за змінами генетичної структури популяцій, взаємодії фітофагів з ентомофагами та збудниками хвороб, якості кормових культур та резистентності. Під час взаємодії з довкіллям популяції

комах генерують власні коливання видової чисельності, а цикли метеорологічних або геофізичних чинників здійснюють так зване захоплення автоколивань у популяціях. Природа ритмів різного походження й тривалості під час взаємодії утворює підсумковий показник, властивості якого можуть відрізнятися від складових частин. Із ритмів, що впливають на динаміку популяції шкідливих видів комах, провідна роль належить найбільш вагомому, заданому сонячною активністю системному впливу. Встановлено мінливість виживання окремих видів комах у контрольованих умовах у різні роки 11-річного циклу СА. Досліджено вплив останньої на розмноження фітофагів через кормову рослину зі змінами їх біохімічного складу.

Необхідно зазначити, що масові розмноження комах обумовлені не тільки глобальними чинниками, оскільки сучасні спалахи формувань популяцій комах проходять не одночасно. На частоту й амплітуду коливань чисельності комах впливають прямо та опосередковано погодні умови, поживні та захисні властивості кормових рослин. Дію зазначених чинників упорядковує сонячна активність і погодно-кліматичні фактори певного ґрунтово-кліматичного регіону України.

На фізіологічний стан і поведінку шкідливих видів комах впливають сезонні та багаторічні коливання погоди та клімату, зокрема, і на розвиток, розмноження, виживання, ендокринну систему. Зв'язок стадій розвитку комах із температурою повітрям, що визначає фотоперіодичну реакцію комах і дозволяє моделювати особливості їх виживання в несприятливих умовах стацій.

Зауважено, що реакція фітофагів на вологість залежить від температури, а для прогнозування масових розмножень шкідливих видів комах важливими є інтегральні чинники [91, 164, 284].

Установлено, що здатність шкідливих видів комах до розмноження має особливе біологічне значення, оскільки вона сприяє їх виживанню за несприятливих умов зовнішнього середовища. Стосовно причин масових розмножень і зменшення чисельності особин у популяціях існує декілька теорій. Кліматична теорія надає провідну роль кліматичним факторам, але не враховує між тим інших факторів середовища. Біоценотична (паразитична) теорія пояснює масові розмноження з

провідною роллю біотичних чинників. Але в сучасному землеробстві не можна не враховувати роль і кліматичних чинників.

Широко поширена теорія північноамериканського еколога К. Чепмана. Він розглядав чинники зовнішнього середовища як ворожі сили природи до організму, як опір зовнішнього середовища розмноженню організму. Але організм і зовнішнє середовище являють собою єдність. Тільки середовище постійно змінюється. У результаті умови для організму погіршуються або покращуються. Під впливом цих змін коливається чисельність шкідливих видів комах у популяціях.

Однак теорія Чепмана не розкриває складного механізму динаміки популяцій, але дозволяє оцінювати та аналізувати загальне уявлення про це явище.

Зазначено, що основна роль у динаміці популяцій шкідливих видів комах належить комплексу абіотичних, біотичних факторів. Водночас зміни чисельності особин у популяціях розглядають як реакцію комах на випадкові комбінації комплексу цих чинників, що виникають в агроценозах. Отже, чисельність у сучасних популяціях змінюється стихійно [62, 102, 255, 256].

Наголошено на важливості синтетичної теорії, за якою чисельність особин у популяціях комах визначається групами факторів. До першої групи зараховують фактори, незалежні від густоти популяцій (ці фактори ще називають нереактивними), до другої групи включають фактори, які вступають в активну форму залежно від густоти популяцій. Вікторов Г. А. (1967) запропонував першу групу факторів називати модифікуючими, а другу – регулюючими факторами. Водночас вважають, що модифікуючі фактори переважно абіотичні, впливають на популяції видів однаково й за великої кількості особин виду в них і за малої варіації. Наприклад, зимуючі гусениці озимої совки в разі зниження температури нижче за -11°C у місцях зимівлі гинуть незалежно від того, багато чи мало їх зимує. А якщо зима порівняно тепла, то гусениці добре перезимовують незалежно від їх кількості у зимуючих популяціях. Отже, ці фактори не регулюють, а модифікують чисельність видів.

Регулюючі чинники – це біотичні (вплив хижаків, паразитів, збудників хвороб, кількості та якості поживних речовин, внутрішньовидові стосунки), тобто можуть не

тільки змінювати чисельність особин у популяціях, а й регулювати її. У випадку зростання густоти популяції збільшується вплив цих чинників, адже чисельність особин виду сягає в цьому агроценозі своєї верхньої межі, проявляється нестача поживних речовин і особини слабіють. Це місцями обумовлено особливостями розвитку збудників хвороб комах. Велика кількість особин сприяє розмноженню хижаків та паразитів. У результаті чисельність особин у популяції зменшується, що відбувається автоматично.

Таке явище розглядають як процес саморегулювання чисельності особин в екосистемах. Водночас завдяки зменшенню числа особин у популяції вона не гине. Об'єктом саморегулювання є густота популяції. Вона пов'язана з регулюючими факторами (біотичними) прямим і зворотним зв'язком. У цій синтетичній теорії взято до уваги те, що в разі зростання густоти популяції в ній відбувається зростання впливу біотичних факторів, а у випадку зниження густоти знижується і вплив біотичних сил. Така взаємодія можлива лише поміж живими організмами: наприклад, між комахами-фітофагами з одного боку й їх ентомофагами та збудниками хвороб з іншого боку. Абіотичні фактори такої реакції не мають [48, 89, 113, 254, 267].

Закцентовано увагу на те, що величезний біотичний потенціал за сприятливої дії абіотичних факторів завжди дає можливість великого зростання численності особин у популяціях, але біотичні фактори стримують і регулюють виживання особин. Коли стримувальна роль біотичних факторів зменшується, а дія модифікуючих сприятлива, густота популяції зростає, тому що шкідливі види комах масово виживають.

Але в цій теорії не розглянуто, які саме абіотичні чинники сприяють розмноженню й виживанню комплексу фітофагів. Потрібно наголосити, що такими чинниками насамперед є температура повітря та ґрунту й вологість зовнішнього середовища.

Характерно, що помірна температура й достатня вологість повітря та ґрунту сприяють росту й розвитку квітучої рослинності. Це у достатній мірі забезпечує умови для додаткового живлення імаго паразитів першого порядку, а значить і

підвищення заселення та знищення ними фітофагів. Окрім того, у разі підвищення вологості повітря корм фітофагів має в собі більше води. Тому його поживна цінність зменшується, що впливає на стан організмів особин у бік ослаблення. За помірної та підвищеної вологості середовища створюються кращі умови для виживання збудників хвороб комах і впливу їх на популяції фітофагів [270, 272, 276].

У випадку підвищення температури повітря й за відсутності опадів для фітофагів оптимізуються поживні властивості у вегетативних органах пшениці озимої. Характерно, що за цих умов погіршуються можливості розмноження паразитичних видів комах, бо квітучі рослини недостатньо виділяють нектар у квітках в умовах достатньої зволоженості. Тому імаго паразитів не мають достатнього додаткового живлення. Плодючість їх самиць і заселення паразитами фітофагів зменшується. У таких випадках виживання фітофагів зростає і чисельність особин у популяціях збільшується [279, 284, 289].

Проте провідними чинниками змін чисельності особин у популяціях комах є погодно-кліматичні: активність Сонця, температура й вологість зовнішнього середовища, ГТК та ін. Однак дія цих факторів проявляється в основному через достовірне активізування впливу на популяції біотичних факторів, трофічних зв'язків та інших чинників [280, 281, 285, 290].

Характерно, що явище сучасного масового розмноження шкідливих видів комах потребує докладного вивчення за особливостями фізіологічного стану рослин і типів багаторічної динаміки популяцій фітофагів. Таких типів нараховано три: стійкий, сезонний, багаторічний.

Так, стійкий тип динаміки чисельності шкідливих видів комах властивий для видів, у яких чисельність протягом вегетаційного періоду майже не змінюється. Це відбувається завдяки наявності в них специфічних пристосувань до умов існування, що забезпечує високе виживання в період вегетації пшениці озимої. Цей тип динаміки чисельності мають види, личинки яких розвиваються в ґрунті. З-поміж шкідливих комах до них належать хлібні жуки, ковалики, чорниші та інші. Плодючість самиць таких комах невелика. За матеріалами осіннього обліку заселеності полів цими комахами можна передбачати їхню чисельність і якісний

показник популяцій у наступному році, що доцільно прогнозувати й урахувати в сучасних системах захисту пшениці озимої від шкідників.

Водночас сезонний тип динаміки чисельності властивий для видів, у яких відбувається значне збільшення кількісних показників популяцій протягом одного сезону. Щороку в них із весни до осені спостерігається ріст чисельності основних шкідливих видів комах. До цієї групи належать види, що розвиваються в декількох поколіннях протягом сезону: різні види попелиць, гесенська та шведська мухи та інші, а також види, що мають високу плодючість [288, 289, 291, 297].

Отже, погодні умови впливають на терміни та темпи розвитку всіх стадій комах. Це визначає міру їхнього пристосування до умов сучасних агроценозів, впливає на виживання та плодючість самиць, що зумовлює значною мірою динаміку популяцій основних шкідливих видів комах у посівах пшениці озимої.

Найбільша інтенсивність масових розмножень видів, личинки яких живляться рано навесні, свідчить про необхідність пошуку причин відмінностей за динамікою популяцій різних видів в особливостях їхнього сезонного розвитку та пристосування до термінів наявності найбільш принадного корму. Терміни й темпи сезонного розвитку як комах, так і кормових рослин варіюють за роками й регіонами. Так, саме їхнє співвідношення є визначальним у коливаннях динаміки різних популяцій шкідливих видів комах.

Визначено, що однією з головних причин різниці в динаміці окремих популяцій є показники за кліматичними умовами, які впливають на поширення та стан популяцій шкідливих видів комах прямо й опосередковано через сорти пшениці озимої та властивості агроценозів, за ареалами, кількістю генерацій фітофагів, стійкістю культурних рослин до пошкоджень комплексом шкідників.

Відомо, що посушлива погода сприяє підсиленню інтенсивності живлення личинок шкідливих видів комах і протіканню в них фізіологічних процесів, а також підвищенню якості корму та зниженню стійкості пшениці озимої до пошкоджень фітофагами. За таких умов оптимізується розвиток личинок, який проходить в оптимальні терміни, а самиці формуються з високою плідністю. Водночас

збільшується ймовірність розвитку спалахів масового розмноження окремих шкідливих видів комах на основних етапах органогенезу пшениці озимої.

Проте навіть за постійного значення сонячної активності циркуляція земної атмосфери відбувається за нерівномірним нагрівом суші та моря, полюсів та екватору, лісистих та відкритих просторів, обертання Землі навколо Сонця і власної осі. Заразом сонячна активність надає поліциклічність, властиву їй самій, що визначає 2–3, 5–7 та 22-річні цикли в коливанні кількості опадів, тиску, температури, повторювання посух. Це впливає на динаміку чисельності шкідників пшениці озимої в Лісостепу України.

Вплив сонячної активності на циркуляційні перетворення атмосфери зумовлює як зміни погоди, так і коливання кількості шкідників пшениці озимої за роками. Холодні зими частіші в роки, близькі до максимумів сонячної активності, а теплі – до мінімумів. Із ростом сонячної активності значення метеорологічних показників підвищуються або знижуються. Так, у роки, близькі до вікового максимуму сонячної активності, теплішає на всій території, проте, кількість опадів знижується, що впливає на виживання фітофагів пшениці озимої [69, 155, 291, 297].

Інтенсивність УФ-радіації, яка впливає на виживання основних стадій розвитку комах, у роки підвищеної сонячної активності різко зростає в зоні антициклону і значно менше – у зоні циклону, також достовірно коливається за роками.

Водночас у період спаду вікового циклу сонячної активності збільшиться кількість днів із західною формою циркуляції атмосфери, за винятком південних районів, що сприяє виживанню шкідників листя та колосу пшениці озимої.

Обґрунтовано й гіпотезу щодо регуляторної ролі фітогормонів у сезонному розвитку комах. Згідно з нею, рослини безпосередньо сприймають зміни фотоперіоду, а комахи опосередковано реагують на них завдяки зміні біохімічного складу пшениці озимої. Це важливо враховувати під час регулювання термінів розвитку стадій фітофагів методом додавання певних гормонів у корм, а також прогнозування за біохімічним складом рослин циклу діпаузи та охопленні нею популяції в сучасних агробіоценозах.

Характерно, що врахування факторіальними теоріями (паразитарною, кліматичною, трофічною) лише одного аспекту взаємодії виду з довкіллям звужує межі їхнього застосування, але накопичений фактичний матеріал доцільно використовувати під час розроблення інших теорій динаміки чисельності окремих видів шкідників сучасних посівів пшениці озимої.

Доречно зазначити, що відповідно до біоценотичної теорії, метеорологічні чинники впливають на чисельність комах прямо та опосередковано, діючи на фізіологічний стан і якість корму, природних ворогів, їхніх додаткових господарів і динаміку змін якісних та кількісних показників структур ентомокомплексів.

Отже, коливання чисельності популяцій визначаються комплексом природних механізмів, які за принципом зворотного зв'язку забезпечують стабільність популяції. Водночас модифікація відбувається під впливом чинників, не пов'язаних зі щільністю популяції переважно погодних умов, і проявляється у випадку відхилення чисельності, а регуляцію здійснюють чинники ценотичні та внутрішньовидові. Проте ця теорія не дозволяє прогнозувати наступні спалахи чисельності фітофага за сучасних технологій вирощування пшениці озимої [48, 116, 301, 312, 321].

Динаміка чисельності, циклічні зміни чисельності шкідливих комах зумовлені комплексами сучасних змін, а сонячна активність діє на популяції фітофагів за типом природного зв'язку.

Основа запропонованої Є. М. Білецьким теорії циклічності динаміки популяцій – зв'язок, взаємодія й синхронізація розвитку біосфери, агроценозів та популяцій із космічними, кліматичними та трофічними циклами. Як відомо, будь-яка теорія повинна містити описову, пояснювальну, фактичну та прогнозну складові. Більшість створених теорій динаміки чисельності комах містить перші три компоненти, доповнюють одна одну й показують доцільність комплексного підходу до вивчення динаміки чисельності комах. Теорія циклічності популяції пропонує системний метод їхнього прогнозування за нових систем заходів захисту пшениці озимої від комплексу шкідників.

Отже, загальною властивістю біологічних систем є доцільність матеріальних, енергетичних і інформаційних взаємовідносин між їхніми структурними функціональними елементами та наявність механізмів, що регулюють ці взаємовідносини й управляють самими системами, забезпечуючи їхнє стабільне функціонування. Передавання інформації між динамічними частинами системи для об'єднання окремих її елементів у єдине ціле здійснюється за допомогою хімічної комунікації.

Носіями інформації та посередниками хімічної комунікації комах є продукти вторинного метаболізму – біологічно активні речовини сигнальної дії, що виділяються для забезпечення міжклітинної (гормони), внутрішньовидової (феромони) та міжвидової (аломони, кайромони, сіномони) взаємодії та регуляції їх життєдіяльності. Гормони комах – біологічно активні речовини, що продукуються спеціалізованими секреторними органами – ендокринними залозами, виділяються в циркуляторну систему комах і спричиняють специфічну регуляторну дію на певні органи та «тканини-мішені». Феромони – сигнальні речовини, які виробляють і виділяють у навколишнє середовище комах і які викликають специфічну реакцію особин того самого біологічного виду.

Синтетичні аналоги гормонів і феромонів шкідливих видів комах та стерилізуючі агенти можуть вибірково діяти на їхню сенсорну, репродуктивну та гормональну системи й у такий спосіб регулювати поведінку, ріст, розвиток і розмноження шкідників пшениці озимої та обмежувати їхню чисельність.

Характерною особливістю сучасних ентомокомплексів є цілісність популяції і її функціонування як саморегулюючої біологічної системи, що забезпечує взаємодією особин у низці поколінь і обміном генетичною інформацією під час схрещування. Сучасним популяціям як біологічним системам із саморегуляцією і функціонуванням властиві два рівні:

- внутрішньовидової взаємодії між особинами в популяції;
- фізіології індивідуального розвитку особин.

У нових системах захисту пшениці озимої доцільно враховувати як попередні, так і такі рівні:

- функціонування та основні процеси життєдіяльності комах;
- особливості діяльності систем комах та їхні функції;
- регулятори, що забезпечують поведінку, ріст, розвиток і розмноження шкідливих видів комах;
- регуляція обміну речовин у тілі комах та ін.

Підтверджено, що життєдіяльність комах здійснюється завдяки феромонній комунікації, статевому розмноженню й гормональному управлінні ростом і розвитком. Поведінку, ріст, розвиток і розмноження шкідливих видів комах регулюють ендокринна, сенсорна і статеві системи за допомогою гормонів і феромонів. Феромони забезпечують взаємодію між особинами в популяції, гормони – координацію функціонування систем органів і тканин в організмі. Особливу увагу варто звернути на те, що регуляція здійснюється за принципом хімічної комунікації – передавання інформації між особинами в популяції та всередині організму.

Сучасна регуляція процесів життєдіяльності комах здійснюється методом дії синтетичних аналогів феромонів, гормонів та стерилізаторів на сенсорну, ендокринну та репродуктивну системи шкідливих видів комах. Тим часом у сучасних системах моніторингу важливо, щоби синтетичні аналоги діяли на одній «хвилі» з природними комунікаційними системами, імітуючи їхню активність.

Висновки до розділу 1

1. За фундаментальними і прикладними матеріалами та результатами досліджень у різних ґрунтово-кліматичних зонах обґрунтовані особливості шкідливих видів комах до розмноження у посівах пшениці озимої за сучасних умов зовнішнього середовища. Узагальнені причини масових розмножень і зменшення чисельності особин у популяціях із уточненням теорій, які дозволяють визначити окремі механізми саморегуляції шкідників у посівах пшениці озимої. Але в сучасному землеробстві не визначена роль технологій і нових систем контролю комплексу комах-фітофагів із урахуванням кліматичних чинників.

2. Визначені механізми формувань динаміки популяцій ентомокомплексів пшениці озимої, що дозволяють моделювати загальні кількісні і якісні зміни цих

явищ. Зазначено, що основна роль у динаміці популяцій шкідливих видів комах належить комплексу абіотичних, біотичних та інших факторів.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика регіону та варіанти спостережень і досліджень популяцій основних шкідників

Досліди були проведені в сільськогосподарських підприємствах Лісостепу України, зокрема: Київській, Черкаській, Полтавській та інших областях (рис. 2.1).

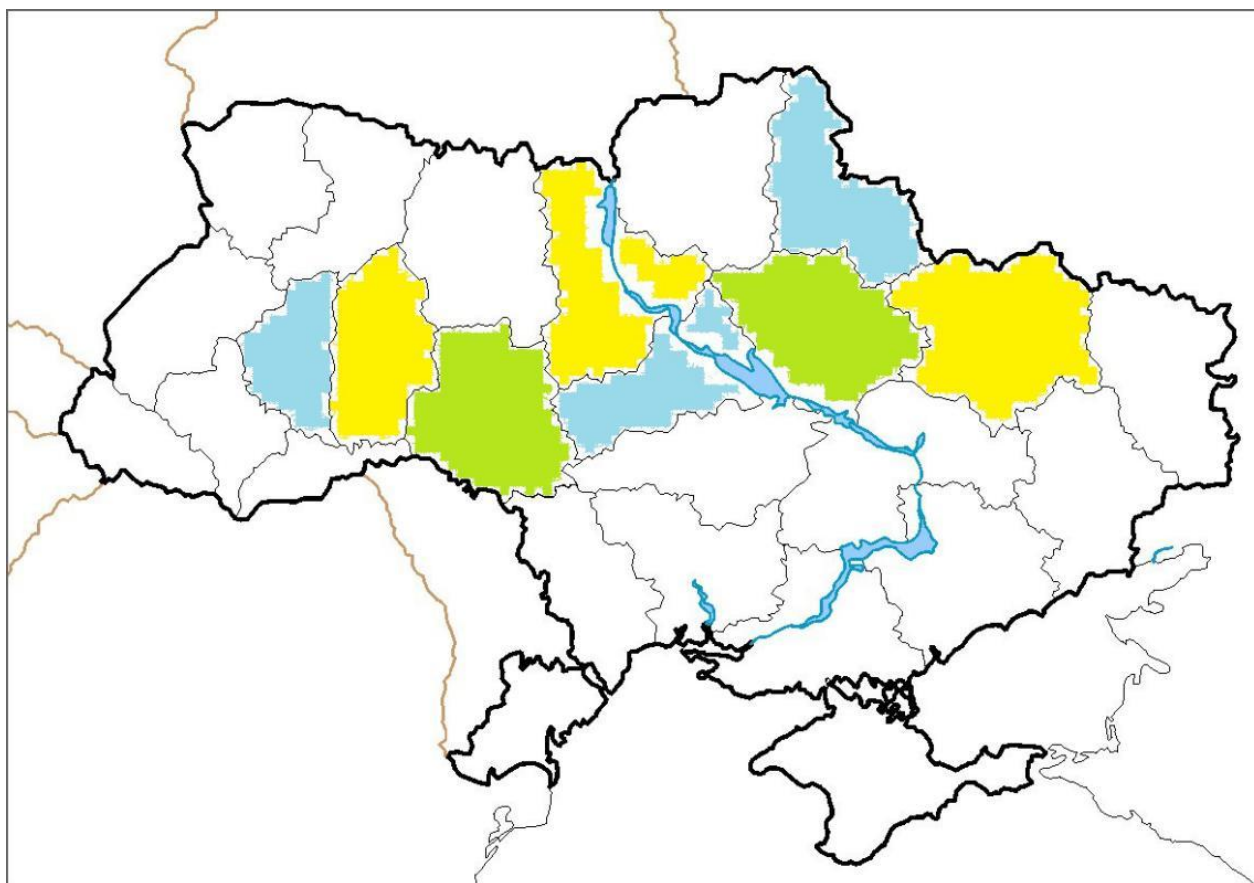


Рис. 2.1. Області проведення досліджень (Лісостеп України, 2002–2019 рр.)

Лісостепова зона займає територію, на якій переважають височини: із заходу на схід змінюють одна одну Розточчя, Подільська, Волинська, Придніпровська та Середньоруська височини. Платоподібні поверхні височин чергуються з пагорбами, окраїни височин сильно почленовані ярами та балками.

Кліматичні умови Лісостепу змінюються в меридіональному й широтному напрямках. На цю територію надходить за рік 100-110 ккал/см² сонячної радіації, з яких лише половина поглинається земною поверхнею й витрачається на

турбулентний теплообмін. Із просуванням на схід знижуються витрати тепла на випаровування внаслідок зменшення кількості опадів і зростання сухості повітря.

Кількість опадів змінюється в східному напрямку від 600 до 500 мм, але майже стільки ж води випаровується; зволоження достатнє. В окремі роки у зоні, особливо в її південній частині, бувають посухи. Опадів випадає менше, ніж у зоні мішаних лісів, але більше, ніж у степах.

Середньорічні витрати тепла на випаровування змінюються від 35 ккал/см² на заході до 29 ккал/см² на сході, а величини турбулентного теплообміну за цей самий період відповідно становлять 8 і 12 ккал/см². У посушливі й вологі роки співвідношення між витратами тепла на випаровування та турбулентним теплообміном між земною поверхнею і атмосферою може відрізнятися від середнього, що впливає на розвиток, розмноження й виживання шкідливих видів комах у сучасних польових сівозмінах.

Із заходу на схід у Лісостепу спостерігається також зростання річних амплітуд температури повітря й ґрунту (як середніх, так і абсолютних), що є результатом підвищення в цьому напрямку літніх температур і зниження зимових. Отже, у західних районах зони середньомісячна температура повітря протягом року змінюється від мінус 4 до плюс 18 °С, а в східних районах – від мінус 7-8 °С до плюс 20-21 °С.

Абсолютні мінімуми й максимуми температури повітря відповідно становлять: мінус 32-36 °С та плюс 37-38 °С на заході й відповідно 39 °С та 39-40 °С на сході зони. Сума активних температур змінюються від 2400 °С у західних районах, до 2600-2800 °С у східних. Тривалість безморозного періоду зменшується від 180–190 днів на заході до 150-160 днів на сході зони.

Чергування лісових масивів і сільськогосподарських угідь, височин і низовин обумовлює певний мікроклімат на цих територіях: різкі контрасти в розподілі температури, атмосферних опадів, швидкості й напрямку вітру тощо. Різний тепловий режим проявляється у зміні температур на різних масивах лісу та сільськогосподарських угідь, воді, поверхні й суші, схилів різної крутизни та

експозиції, що впливає на виживання видів і формування популяцій шкідників пшениці озимої.

Тривалість й інтенсивність відлиг зменшуються із заходу на схід і обумовлена атлантичними повітряними масами. Коефіцієнт зволоження Висоцького-Іванова в зоні становить близько одиниці.

Лісостепова зона в цілому має сприятливі умови для вирощування різноманітних сільськогосподарських культур. Проте негативною рисою клімату є нестійкість зволоження внаслідок чергування вологих і посушливих років, водночас ступінь посушливості та її імовірність зростають із заходу на схід.

На заході Лісостепу за теплий період року в середньому випадає 500-600 мм опадів, а на сході – 350-400 мм. Західні райони Лісостепу в окремі роки зовсім не зазнають негативного впливу суховіїв, а в східних районах вони в середньому тривають понад 15 діб. Бездошові періоди можуть тривати від 20-30 днів на заході зони і до 50-60 на сході. Для забезпечення сільськогосподарських угідь додатковою вологою важливим є снігозатримання, насадження полезахисних лісових смуг, зрошення.

У ґрунтовому покриві Лісостепу переважають різні види чорноземів та сірі лісові ґрунти, що сформувалися на лісах або лісовидних суглинках, а також лучні й лучно-чорноземні ґрунти, подекуди-торфові. Рівень родючості ґрунтів найвищий у середній та східній частинах зони.

Однак найбільш поширеними ґрунтами є малогумусні та середньогумусні типові чорноземи, легко- і середньогумусні. У комплексі із чорноземами залягають темно-сірі опідзолені ґрунти, які поширені на Правобережжі та корінних берегах річок Лівобережжя.

Сірі та ясно-сірі опідзолені ґрунти найбільш поширені на Волинській, Подільській, Придніпровській височинах і на схилах відрогів Середньоросійської височини із вмістом гумусу (2-3 %) і підвищеною кислотністю. На терасах Дніпра і його лівих притоках поширені солонцюваті ґрунти, солончаки й солонці. У річкових долинах поширені лучні, лучно-болотні, болотні, дернові ґрунти, що впливає на структуру ентомокомплексу пшениці озимої.

На особливу увагу в контролі ґрунтових шкідливих видів комах заслуговують комплексні протиерозійні заходи, зокрема організаційні, агротехнічні, лісомеліоративні, гідротехнічні, що впливають на розмноження фітофагів в екотонах.

Лісостепова зона поділяється на провінції: Західно-Українську, Дністровсько-Дніпровську, Лівобережно-Дніпровську, які, своєю чергою, поділяються на відповідні області.

Південна межа Лісостепу збігається з переходом типових чорноземів у чорноземи звичайні, а рослинність представлена лісовими й степовими видами. Лісистість території більша в західній частині, де вона становить 15 % головним чином у долинах річок та межиріччях. Ліси ростуть на сірих лісових ґрунтах та деградованих чорноземах із порівняно зменшеним умістом гумусу, що також впливає на розмноження фітофагів.

До лісових масивів безпосередньо прилягає степ, проте він не займає великих площ, оскільки його змінили сучасні агроценози. Майже всі ділянки розорані й зайняті зерновими, соняшником, ріпаком, соєю та іншими сільськогосподарськими культурами.

Степова природна рослинність збереглася на схилах балок, берегах річок. Доволі великі площі в лісостепу зайняті луками.

Суходільні луки розташовані на вододілах річок і їх схилах. Там ростуть горицвіт, анемона, конюшина, тонконіг, стоколос, ковила, вероніка колосовидна, гадючник, звіробій. Це переважно багаторічні рослини, з коренів і стебел яких утворюється дернина.

Низовинні луки лежать у зниженнях, де близько до поверхні залягають ґрунтові води. Вони мають багатий трав'яний покрив. На заплавних луках ростуть осока, рогіз, стрілолист, калюжниця, цикута, що має особливе значення в живленні та виживанні комплексу шкідливих і корисних видів комах.

2.2. Методики виявлень та обліків шкідників пшениці озимої

Облік ґрунтових шкідників проводили у ґрунті, ґрунтовій підстилці або на поверхні ґрунту. Визначення чисельності й стану комах у ґрунті проводили шляхом розкопок. Проби під час розкопок брали звичайні.

Із кожної проби ґрунт видаляли пошарово: перший шар – глибиною 5 см, кожен наступний – 10 см. Комах вибирали, підраховували й визначали окремо для кожного шару.

Майданчики розташовували на ділянці рівномірно для того, щоб обстежувати краї і середину ділянки. Проби розміщували на обстежуваній ділянці у шаховому порядку.

Кількість ґрунтових проб залежала від характеру обстеження, обстежуваного об'єкта та величини ділянки. Чим більша площа, тим більше число ґрунтових проб закладали. Так, на ділянках площею до 50 га – 8 проб, від 51 до 100 га – 12 проб, понад 100 га – 16.

Сезонні обстеження проводили з визначенням зимуючого запасу шкідників, а навесні для встановлення їхнього стану після перезимівлі, перед початком активного розвитку і розмноження.

Вибирали шкідників з ґрунтових проб руками та методами просіювання й промивання.

Найчастіше використовували метод ручної вибірки. На поверхні ґрунту за допомогою поділок, нанесених на ручці лопати, відміряли ділянки потрібного розміру, краї якої обкопували. Ґрунт, який виймали з проби, викладали на брезент, а потім вручну вибирали з нього шкідників. Усіх живих і мертвих комах складали в ємність із міцним розчином кухонної солі. Для кожної ділянки мали стільки ємностей, скільки брали шарів.

Облік шкідників, що мігрують поверхнею ґрунту. Для обліку комах, які протягом окремого періоду свого життя постійно пересуваються поверхнею ґрунту, застосовували земляні пастки. Пастками слугували ємності, об'ємом 0,5 л, закопані у ґрунт до верхнього краю, над якими встановлювали на тонких ніжках (висотою 3–5 см) похило поставлені кришки із жерсті, що захищали ємності від прямих сонячних

променів і дощу. Для фіксації комах, що потрапляли в банки, використовували міцний розчин кухонної солі.

Облік шкідників, що розмножуються на рослинах. Залежно від поведінки, способу життя шкідників і характеру стації використовували різні форми підрахунку комах на ділянках, зі струшуванням із рослин із подальшим їх обліком, виловом на коритця з принадою, за допомогою світлопасток, феромонних пасток, а також обліки за допомогою ентомологічного сачка.

Облік шкідників за допомогою ентомологічного сачка. За допомогою сачка враховували світло- і теплолюбних комах, які були на верхній частині трав'янистих рослин.

Для порівнювання результатів оцінки чисельності об'єкта в різних стаціях у різні періоди доби чи в різні сезони косіння сачком проводили за однією схемою.

За помах уважали рух руки по рослинах справа наліво із захопленням кута у чверть кола (90°). Помахи робили через кожен крок, і їхнє число приблизно відповідало під час просування числу кроків. У процесі косіння стежили за тим, щоб сачок застосовували по рослинах, а не вдаряв їх на короткій відстані і потім коливався у повітрі.

Обліковою одиницею вважали 10 чи 100 помахів сачком, залежно від кількості комах, які враховували. Для розрахунку чисельності шкідників на одиницю площі два помахи умовно прирівнювали до площі 1 м^2 .

Пошукові косіння робили без обліку числа помахів, у різних місцях поля чи іншої стації. Після кожного косіння по декілька (8-10) помахів вміст сачка переглядали і потім звільняли.

Обліково-спеціалізовані з урахуванням кількості й поширення комплексу шкідників проводили за визначеним числом помахів і сачок відразу проглядали, комах вибирали екстаустером і підраховували. Число помахів у цьому випадку залежало від рухливості комах.

Для обліку шведської мухи на сходах пшениці озимої робили від 5 до 10 помахів за один раз. Для обліку цикадок робили 5-15 помахів за один раз, рухливих клопів-сліпняків – 15-20. Під час обстеження на гусениць, щитоносок, малорухливих жуків,

личинок і дорослих черепашок робили до 50 помахів. Після кожної проби вибирали всіх комах із сачка, заморювали в морилці, ідентифікували й підраховували.

Періодичні загальні косіння на стаціях – із загальної кількості шкідливих і корисних видів, стадій їхнього розвитку і поширення по стаціях. Для проведення такого косіння в зоні обстеження оцінювали кілька ділянок, до числа яких входили всі основні культури, на яких проводили щодавно косіння по 100 помахів на ділянку. У цих косіннях враховували весь комплекс шкідливих і корисних видів комах.

Облік шкідників, що живуть всередині рослин, проводили шляхом розтину рослин. Зокрема, виявляли личинки злакових мух, пильщиків та ін. Послідовно брали проби (ділянки по 0,25 м²), вибирали рослини, а в лабораторії ретельно їх аналізували, розтинаючи стебла, листки й інші частини рослин препаративною голкою.

2.3. Методологія математичного моделювання розвитку розмноження й поширення шкідників пшениці озимої та оцінки й прогнозування циклів формувань популяцій

Під час проведення обліків чисельності шкідників визначали два взаємопов'язані показники – облік стадіального розповсюдження або поширеності й облік щільності поселень чи чисельності в заселених стадіях. Поширення або ступінь заселення пшениці озимої та інших угідь виражали у відсотках заселених гектарів, рослин або органів, проб щодо обстежених і враховували за формулою:

$$P = \frac{\sum \cdot a}{\sum \cdot A} \cdot 100,$$

де P, % – поширення шкідника (% заселених площ);

$\sum \cdot a$ – сума заселених площ, га;

$\sum \cdot A$ – загальна сума обстежених площ, га.

Поширеність шкідників на території (відсоток заселених площ) та рослинах (відсоток заселених рослин) характеризували такими показниками:

0 – незаселений посів;

- 1 – дуже обмежене поширення (до 5 % площ, рослин);
- 2 – слабке поширення (до 25 % площ, рослин);
- 3 – середнє поширення (до 50 % площ, рослин);
- 4 – сильне поширення (до 75 % площ, рослин);
- 5 – дуже сильне поширення (більше ніж 75 % площ, рослин).

3 метою вибору й застосування ефективних засобів захисту, препаратів та норм їх витрат визначали такі градації заселення шкідливими організмами агроценозу:

- поодинокі (нижче від порогу шкідливості, далі – ПШ);
- слабке (на рівні ПШ);
- середнє (більше в 1,1-3 рази одиниці виміру ПШ);
- сильне (> 3 одиниць виміру ПШ).

Поряд із заселенням угідь ураховували чисельність виду в кожному типі стацій, що теж характеризує фазу динаміки популяції.

Щільність поселення або чисельність виражали показником кількості шкідника в обмеженому просторі (на 1 м², 1 кг, 1 або 100 рослин або 1 га, 100 помахів сачка, 1 погонний метр тощо) та бальною оцінкою заселеності пшениці озимої з одночасним зазначенням відсотка заселених рослин.

Середню чисельність шкідника в угіддях вираховували за формулою:

$$\bar{ч} = \frac{\sum a \cdot K}{m},$$

де $\bar{ч}$ – середня чисельність шкідника, екз. на 1 м²;

$\sum a$ – сума кількості шкідника у пробах;

K – кількість проб в 1 м²;

m – кількість узятих проб.

Для характеристики середньої чисельності шкідника в цілому за культурою, господарством, областю, країною визначали середньозважений показник чисельності ($\bar{ч}_c$) щодо заселеної площі:

$$\bar{ч}_c = \frac{\sum (\bar{ч} \cdot a)}{\sum a},$$

де $\sum(\text{ч} \cdot \text{а})$ – сума добутків середньої чисельності шкідника (ч) на відповідну заселену площу (а);

$\sum \text{а}$ – сума заселених площ, га.

За різного рівня чисельності окремого виду шкідника в роки спостережень і зв'язані з ним різної заселеності посівів пшениці озимої загальна фактична територія, що піддавалась обстеженню, формувалася в базових господарствах і областях Лісостепу України.

За високої чисельності шкідника більш повно обстежували різні угіддя. Чисельність шкідників у різні роки оцінювали за коефіцієнтом заселеності (K_3), який визначали за формулою:

$$K_3 = \frac{P \cdot \text{Ч}_c}{100},$$

де P – відсоток заселених площ;

Ч_c – середня або середньозважена чисельність шкідника, екз. на м^2 .

Коефіцієнт розмноження (K_p) визначали співставленням щільності відповідних стадій розвитку шкідника наприкінці генерації з початковою:

$$K_p = \frac{\text{Ч}_н}{\text{Ч}_п},$$

де $\text{Ч}_н$ – чисельність стадії шкідника в поточному поколінні (році);

$\text{Ч}_п$ – чисельність фази шкідника в попередньому поколінні (році).

Шкідливість комах оцінювали шляхом огляду відповідної кількості рослин у різних місцях поля з підрахунком здорових і пошкоджених рослин та обчисленням відсотка пошкодження рослин за формулою:

$$П = \frac{а}{А} \cdot 100,$$

де $П$ – відсоток пошкодження рослин;

$а$ – кількість пошкоджених рослин у пробах;

$А$ – загальна кількість облікових рослин у пробах.

Характер огляду залежав від пошкодження. Так, за суцільної загибелі рослин від шкідника пошкодження оцінювали в гектарах знищеного посіву. У разі осередкової загибелі рослин від шкідників відсоток пошкодженої площі визначали за формулою:

$$y = \frac{\sum z}{\sum 3} \cdot 100,$$

де Y – відсоток пошкодженої площі;

$\sum z$ – сума площ усіх осередків на облікових майданчиках, m^2 ;

$\sum 3$ – сума площ усіх облікових майданчиків, m^2 .

За умов зрідження посівів пошкодження оцінювали в гектарах, а ступінь зрідження визначали за такою шкалою:

- 1 бал – слабка зрідженість – загинуло 1/4 сходів посіву;
- 2 бали – середня зрідженість – загинуло від 1/4 до 1/2 сходів посіву;
- 3 бали – сильна зрідженість – загинуло більше ніж 1/2 сходів посіву.

Ступінь пошкодження листової поверхні визначали за шкалою:

- 1 бал – слабе пошкодження – знищено шкідником до 5 % загальної листової поверхні;
- 2 бали – середнє пошкодження – знищено 6-25 % листя посіву або рослини;
- 3 бали – сильне пошкодження – знищено 26-50 % листя посіву або рослини;
- 4 бали – дуже сильне – знищено понад 50 % листової поверхні.

Установивши підсумковий показник інтенсивності пошкодження, визначали відсоток території, для якої підрахований цей показник, порівняно з неушкодженою площею посіву. Для пошкоджених посівів вираховували середній бал пошкодження (B) за формулою:

$$B = \frac{\sum(ab)}{A},$$

де $\sum(ab)$ – сума добутків кількості пошкоджених рослин (органів) (a) на відповідний бал пошкодження (b);

A – загальна кількість рослин (органів) у пробах.

У 2000 – 2019 рр. агрокліматичні ресурси регіону досліджень зазнали значних змін за своїм потенціалом і просторовим розподілом, а також коливанням погодно-кліматичних умов. Водночас обґрунтування системи захисту пшениці від фітофагів достовірно ефективно із системним вивченням та прогнозуванням популяційних

динамік комплексу шкідників за показниками властивостей і тенденцій змін агрокліматичних ресурсів Лісостепу України.

Пріоритетним напрямком у таких дослідженнях є аналіз і моделювання умов та процесів, які впливають на структуру ентомокомплексу пшениці озимої за сучасних технологій ведення землеробства.

Тобто, з оцінкою закономірностей популяційної динаміки комах і прогнозування цих змін у часі та просторі за багаторічними показниками ГТК, суми ефективних температур, вологості ґрунту й повітря та кількості річних опадів, а також кількісних показників розвитку й розмноження основних шкідливих видів фітофагів у попередні роки.

Зокрема, моделювання динаміки чисельності основних шкідливих видів комах за кількісними числовими показниками гідротермічного коефіцієнта Селянінова (ГТК) як показника відношення суми опадів (r) у мм за період із середньодобовими температурами повітря вище за $^{\circ}\text{C}$ до суми температур ($\sum t$) за той самий час, зменшеної в 10 разів.

Характерно, що достовірне зниження показника ГТК і поява посушливої місцевості у 2000 – 2019 рр. спостерігалися з періодичністю 3-5 років, а в останні роки щорічно впливала на сезонну й багаторічну динаміку чисельності основних видів шкідників пшениці озимої.

Узагальнення цих показників з аналізом сезонної та багаторічної ефективних температур як характеристики теплового режиму за певний вегетаційний період, застосовано як предиктор прогнозу моделі чисельності фітофагів, так і формування їх популяцій у регіоні спостережень.

Під час моделювання популяційної динаміки оцінена кількісна величина як предиктор і відносна вологість повітря – відношення абсолютної вологості до її максимального значення за цієї температури.

За порівняно високої відносної вологості в повітрі відбувається конденсація водяних пар з утворенням туману, випаданням опадів, що в 2000, 2005, 2008, 2010, 2017, 2019 рр. спостерігалось переважно восени у фазі початку куціння пшениці

озимої із заселенням головного стебла личинками мух і не зменшувало ступеня розвитку досліджуваних видів фітофагів.

Особливого значення мали показники інсоляції – притік сонячної радіації (у калоріях) на одиницю площі горизонтальної поверхні (1 см^2) за одиницю часу (1 хв), що спостерігалось із достовірним коливанням у 2003, 2010, 2015 – 2019 за роками досліджень і робило вплив на живлення фітофагів на колосі пшениці озимої.

Для моделювання популяційної динаміки як предиктор прогнозу застосовано і число Вольфа (міжнародне число сонячних плям, відносне число сонячних плям, цюрихське число).

Цей показник, як один із найпоширеніших числових значень сонячної активності, достовірно корелював із циклами формувань досліджених основних шкідливих видів комах на посівах пшениці озимої за різних систем землеробства в базових областях спостережень лісостепової зони України. Комплекс досліджених факторів оцінено за показниками механізмів формувань ентомокомплексу пшениці озимої та поширення основних видів фітофагів у сучасних короткоротаційних сівозмінах.

Висновки до розділу 2

1. За дослідженням комплексу агроекологічних показників та прогнозуванням динаміки популяцій комах-фітофагів і розробки та впровадження у регіоні досліджень обґрунтованої системи контролю комах-фітофагів застосовані методики щодо вивчення особливостей біології, екології та поширення шкідників пшениці озимої із моделюванням закономірностей формувань популяцій фітофагів у часі та просторі.

2. Загальнонаукові визначення показників щодо впливу сучасних систем на розвиток і розмноження комплексу шкідливих видів комах проведено із оцінкою числових значень окремих абіотичних, біотичних та антропогенних чинників і здійснено їх узагальнення з використанням новітніх програм статистичної обробки результатів багаторічних досліджень.

3. Ідентифіковано сучасний комплекс комах, що заселяли пшеницю озиму на основних етапах органогенезу рослин за методиками науковців Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена.

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАНЬ СТРУКТУРИ ЕНТОМОКОМПЛЕКСУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

3.1. Заселення пшениці озимої шкідниками залежно від попередника, сортової агротехніки та інших чинників

У сучасному зерновиробництві особливого значення набувають високоефективні прийоми контролю комплексу шкідників на посівах пшениці озимої за основними етапами органогенезу рослин, зокрема шкідливих видів ґрунтових фітофагів та інших організмів, що пошкоджують сходи культурних рослин. Нагальними питаннями є вивчення особливостей формування ентомокомплексів шкідливих організмів на посівах та розроблення захисних заходів за новітніх систем землеробства.

Експериментальні дані вітчизняних і зарубіжних учених та виробничий досвід свідчать, що розроблення прийомів захисту пшениці озимої від шкідників на основі сучасних методів контролю комплексу фітофагів на посівах, що є високоефективним практичним заходом у сучасних агротехнологіях. Такий обґрунтований контроль фітофагів сприяє підвищенню врожайності пшениці озимої (на 25 % і більше), зростанню продуктивності праці й зниженню витрат палива, а також зменшує ущільнення ґрунту завдяки скороченню проходів спеціальних агрегатів по полю та знижує невиробничі витрати поживних речовин.

У разі насичення польових сівозмін пшеницею озимою понад 50 % співвідношення фітофагів та корисних видів комах достовірно зменшується порівняно з агроценозами, у структурі яких ця культура становить лише 30–35 % [11, 34].

Актуальним залишається питання раціонального розміщення пшениці озимої у сівозмінах, що оптимізують механізми саморегуляції ентомокомплексів, зокрема, у схемі «кукурудзяно-соєвого» та «зернового» поясу, за спеціалізації виробництва зерна пшениці у дво-, трипільних сівозмінах, які іноді виявлялися несприятливими щодо стану ґрунтів, а також у фітосанітарному плані, зважаючи на достовірне збільшення чисельності окремих видів фітофагів.

Це свідчить про важливість науково обґрунтованого розміщення польових культур, яке б сприяло утворенню оптимального фітосанітарного стану й відповідало новим стандартам технологій вирощування пшениці озимої.

Отже, за оптимізації розміщення сільськогосподарських культур у сівозміні та вдосконалення структури посівних площ пшениці озимої виникають актуальні питання, оскільки спеціалізація виробництва в певному регіоні залежить від природних факторів і механізмів саморегуляції сучасних ентомокомплексів [48, 275].

Перспектива розвитку зернового господарства значною мірою пов'язана зі створенням нових сортів пшениці озимої, відносно стійких проти комплексу шкідників. У виробництво варто впроваджувати середньостиглі сорти пшениці, стійкі до комплексу фітофагів, а також посухи, вилягання й проростання зерна на корені [62, 75].

Новітніх прийомів контролю шкідників та захисту пшениці озимої від комплексу фітофагів за нинішнього стану землеробства майже не застосовують унаслідок недосконалості системи захисту польових культур, зокрема через відсутність інновацій та сучасних технологій виробництва сільськогосподарської продукції, що призводить до низької ефективності саморегуляції агроценозів [87, 112, 234].

Виробництво високоякісного зерна, зокрема пшениці озимої, з подальшим збільшенням валових зборів у 1,5–2,0 рази має бути зосереджено на чорноземних та сірих лісових ґрунтах, у яких у 2,3–4,7 рази зростала кількість хижих жужелиць та інших корисних видів комах, що регулюють чисельність фітофагів у польових сівозмінах [302, 317].

Отже, виникає необхідність виявити позитивні та негативні результати впровадження сучасних технологій вирощування культури за нинішнього стану землеробства, а також їх адаптації до сьогоденного рівня виробництва.

Актуальною в теоретичному і практичному планах є оптимізація структури посівних площ польових культур як головний регулювальний чинник фітосанітарної та екологічної ситуації в агроценозах пшениці озимої.

Проведені у 2000–2019 рр. дослідження підтвердили, що сучасні короткоротаційні сівозміни є основним достовірно вагомым фактором управління агроценозами, що впливає на механізм саморегуляції ентомокомплексів у Лісостепу України.

Склад і стан рослинного покриву регулюють як розвиток фізіологічних процесів у трофічних ланцюгах «пшениця – фітофаг», так і формування ентомокомплексів у сучасних агроценозах. Водночас оптимізація ґрунтових процесів під час вирощування пшениці озимої залежить від біомаси посіву, яка змінюється відповідно до фаз розвитку культури, а також від ефективності технологічних операцій на всіх етапах органогенезу рослин.

Розрахункова кількість шкідливих видів комах на посівах пшениці достовірно підтверджена їхньою фактичною чисельністю на посівних площах цієї культури в короткоротаційних сівозмінах.

Зміни в застосованих попередниках із повторним посівом стернових культур впливають на структуру ентомокомплексу й формування популяцій як спеціалізованих видів шкідників, так і корисних комах, зокрема ентомофагів (хижих жужелиць, корисних видів павукоподібних), та інших організмів, а також супроводжуються саморегуляцією кількості комах у посівах пшениці озимої.

Існують різні варіанти захисту пшениці від шкідників. Заслуговує на увагу біологічний метод (внесення бакових сумішей відповідних фунгіцидів, інсектицидів та добрив, зокрема, рідких азотних добрив, застосованих на основних етапах органогенезу пшениці озимої, що підвищує природні механізми саморегуляції агроценозів, а також застосування сидеральних культур). Він ефективний і нескладний у виконанні в польових сівозмінах, оскільки не потребує поєднання методів біологічного та хімічного захисту впродовж останніх періодів вегетації пшениці озимої.

Ефективним є застосування бакових сумішей препаратів проти шкідників на основних стадіях їхнього розвитку, оскільки оброблення інсектицидами проводять відповідно до фіксованих фенологічних строків, головним чином на початку появи

фітофагів, що сприяє високій ефективності дії й біологічних засобів захисту рослин [2, 13, 138].

У роки досліджень (2002–2019) спостерігалось нагромадження в ґрунті дротяників, що пошкоджували кореневу систему рослин польових культур, зокрема, пшениці озимої (до 14 %), а також інших видів шкідників. Залишені після збирання врожаю рослинні рештки змінювали як вміст у ґрунті поживних речовин, так і характер біологічних процесів, а також водний та повітряний режими, що впливало на формування ентомокомплексу пшениці озимої, головним чином восени на перших етапах органогенезу рослин.

Досліджені фактори впливали не тільки на розвиток цих культур, а й на стадії розвитку шкідників, іноді сприяючи високому ступеню їхнього виживання. Нагальним виявилось впровадження сівозмін із бобовими культурами, що допомагало одержанню високого урожаю зерна пшениці озимої, запобігало розвитку шкідників та зменшувало їхній негативний вплив на якість урожаю. Тож задля оптимізації санітарного стану ґрунту в умовах інтенсифікації землеробства значно зростає необхідність науково обґрунтованого чергування культур у сівозміні [16, 130, 154].

У сівозмінах із багаторічними травами в ґрунті накопичуються личинки коваликів. Тому після багаторічних трав потрібно сіяти пшеницю озиму, а в наступні роки – просапні культури.

Однак чисельність спеціалізованих шкідників зростає в міру беззмінного вирощування багаторічних трав, а багатоїдні шкідники, зокрема, лучний метелик, що проявлявся місцями, надавали перевагу культурам, які вирощували після пшениці озимої [110].

Установлено, що для зменшення чисельності ґрунтових шкідників першочерговим є дотримання інтервалу в поверненні культур на попереднє місце вирощування. Його тривалість визначається проміжком часу, упродовж якого забезпечуються пригнічення розмноження комплексу шкідників та регулювання їхньої чисельності з допомогою ентомофагів і антагоністів, що обмежують розвиток, розмноження та розповсюдження комплексу фітофагів.

Варто зауважити, що в спеціалізованих сівозмінах, у яких зазвичай нагромаджуються вузькоспеціалізовані шкідливі організми, велику роль відіграють культури, вирощування яких сприяє зростанню ефективності механізмів саморегуляції на 42-60 % [30, 48].

Важливе значення має також добір стійких сортів пшениці озимої, вирощування яких регулює розмноження багатоїдних та спеціалізованих видів фітофагів у сівозмінах.

Водночас, плануючи й освоюючи сівозміни, необхідно звертати увагу на механізми формування ентомокомплексів як біологічної системи, що впливає на врожай зерна пшениці. Порівняно оптимальними попередниками пшениці озимої є зайняті пари, соя, нут, горох, багаторічні трави. Поля, які планують під озимі колосові культури, мають бути чистими від бур'янів, добре забезпеченими вологою й поживними речовинами, з нейтральною або слабокислою реакцією ґрунтового розчину, а також оптимізованими за поживними речовинами та з наявністю на поверхні ґрунту мульчі рослинних решток.

Водночас, уточнення особливостей екології комплексу шкідливих видів комах із пізнанням формування їх біологічних, екологічних, морфологічних і фізіологічних особливостей розвитку й розмноження залежно від умов середовища визначає їх шкідливість, розподіл по території і формування комплексів сукупностей видів, що оселилися на певному агроценозі.

У просторі та часі коливання чисельності відбуваються у всіх видів комах відповідно до змін погодних умов, кормових властивостей рослин. Однак рівень чисельності як шкідливих, так і корисних видів комах лишається незмінним завдяки дії регулювальних чинників. Показником масового розмноження вважають підвищення щільності популяції, яке набуває господарського значення зі спалахами масового розмноження окремих видів шкідників пшениці озимої в короткоротаційних сівозмінах.

Так, у Лісостепу України масові розмноження характерні для представників рядів твердокрилі (*Coleoptera*), лускокрилі (*Lepidoptera*), перетинчастокрилі (*Hymenoptera*), двокрилі (*Diptera*) та інших.

Заслужують на увагу біологічні особливості основних видів шкідників пшениці озимої: спосіб живлення, тривалість життя, висока плодючість самиць, мінливість і пристосованість до розселення, відкритий спосіб життя в одних та прихований в інших видів шкідників пшениці озимої.

Характерно, що масові розмноження комах проходять п'ять фаз. Перша фаза є фазою спокою. Протягом другої фази чисельність популяції збільшується у 2-4 рази порівняно із чисельністю перед спалахом, протягом третьої (продромальної, або фази росту чисельності) – формуються осередки, протягом четвертої фази (еруптивної, власно спалаху) чисельність особин збільшується в сотні разів, а протягом п'ятої (кризи) – різко зменшується.

Між тим виділяють три варіанти динаміки поведінки популяцій комах і відповідно до цього – 3 типи спалахів їхнього масового розмноження: «градієнтні» (щільність популяцій залишається близькою до рівноваги), «циклічні» (щільність популяцій змінюється циклічно) та «еруптивні», або «вибухові» (раптове збільшення чисельності й розселення особин).

За роки досліджень, для більшості шкідників, поширених у регіоні спостережень, характерними виявились спалахи їх чисельності за окремими циклами. Вони розвивалися синхронно в досліджуваних популяціях регіону спостережень, але амплітуда, період коливань і числовий рівень фітофагів коливався.

Так, масові циклічні розмноження комах-фітофагів спостерігати за досліджуваних умов середовища. Динаміка популяцій комах в роки підвищення чисельності окремих видів комах-фітофагів відрізнялася за особливостями агроценозів, що вказує на наявність відмінностей за локальними погоднокліматичними та іншими чинниками. Це ураховано в нових інноваційних технологіях контролю комплексу шкідливих видів комах на основних етапах органогенезу пшениці озимої.

При цьому, уточнені механізми і окремі закономірності та причини формувань багаторічної динаміки чисельності досліджуваних популяцій окремих видів комах, що необхідно ураховувати за особливостями їх сезонного розвитку й розмноження. Застосування їх у технологіях вирощування пшениці озимої дозволило системно

ругулювати комплекс заходів і контролювати, як на видовому, так і на популяційному рівнях виявлені види комах-фітофагів.

У 2002 – 2019 рр. встановлено, що в сучасних системах агротехнічних заходів на розмноження шкідників пшениці озимої впливає структура сівозмін. Зокрема, через здатність польових культур не тільки використовувати, а й активно відновлювати родючість ґрунту, структура сівозміни істотно впливає як на родючість ґрунту, так і на забезпечення його поживними речовинами і вологою, вміст гумусу, оптимізації фізичних властивостей та швидкість детоксикації шкідливих речовин в орному шарі, а також чисельність та шкідливість фітофагів на всіх етапах органогенезу пшениці озимої.

Сучасна структура сівозміни зумовлює агрономічну стратегію підвищення продуктивності ґрунту і врожайності нових порівняно стійких до шкідників сортів пшениці, визначає та взаємопов'язує в єдиний комплекс нові ефективні ланки систем землеробства. Від спеціалізації сівозмін, складу й чергування культур залежать системи удобрення, обробітку ґрунту та новітніх агротехнічних, меліоративних і захисних заходів контролю шкідливих видів комах у нових польових сівозмінах.

Виявлено, що з поглибленням спеціалізації сівозмін, зокрема, насиченням їх провідними культурами, впровадженням нових високоврожайних сортів і гібридів, зростанням масштабів застосування важкорозчинних твердих форм добрив і хімічних засобів захисту рослин ускладнюється система управління як родючістю ґрунтів, так і ентомокомплексами пшениці озимої. Вони повинні забезпечувати посіви не тільки сприятливим водно-повітряним і поживним режимами, а й мати стійку фітосанітарну функцію, здатність запобігати утворенню високої концентрації внесених хімічних сполук і не сприяти резистентності шкідливих видів комах у польових сівозмінах.

Отже, для досягнення високоефективного контролю розвитку й розмноження шкідників і нового рівня родючості угідь необхідне наукове обґрунтування застосованих у регіоні спостережень систем землеробства з провідним положенням агротехнічного комплексу щодо родючості та фітосанітарного стану посівів пшениці озимої, а також оптимізації гумусового та фізико-хімічного стану ґрунтового

покриву й регулюванням балансу поживних речовин і вологи та запобіганням явища ґрунтовтоми. Регулювання чисельності шкідників пшениці озимої, як і балансу поживних речовин, а під час зрошення – і водного режиму, варто здійснювати комплексними технічними засобами.

Щодо біологічних чинників, зокрема, хижих жужелиць ґрунтової біоти, гумусового і фітотоксичного режимів ґрунту, то в короткоротаційних сівозмінах вони важче піддаються управлінню й місцями лімітують механізми саморегуляції ентомокомплексів і продуктивність агроценозів. В оптимізації цих чинників провідна роль належить сівозмінам із вирощуванням сої, нуту, гороху, а також сидератів.

У роки досліджень комплекс ґрунтових, листогризучих, внутрішньостеблових, сисних шкідливих видів комах викликав зниження продуктивності пшениці озимої на 25-37 %, густоти продуктивного стеблостою на 12-23 %, інтенсивності росту й розвитку рослин на 8-14 %, поширення збудників хвороб комах до 24 % обстежених площ, а також зниження зимостійкості та якості зерна відповідно на 21 і 36 % (табл. 3.1).

У роки досліджень у квітні – на початку травня ґрунтові шкідники (дротяники, несправжні дротяники, личинки хлібних жуків, хрущів) значної шкоди завдавали висіяному насінню, перегризаючи стебельця та корінці сходів культурних рослин і спричиняли зниження густоти посівів пшениці озимої.

В періоди осіннього кущіння – колосіння озимих злаків рослини пошкоджували листогризучі шкідники: личинки малого хлібного туруна, що перезимували, смугаста хлібна блішка, п'явиці (червоногруда, синя).

У період весняного кущіння озимих місцями відчутної шкоди завдавали внутрішньостеблові шкідники (личинки шведських мух, пшеничної мухи, а також озимої, опомізи та інші), які пошкоджували нижню частину центрального листка, знищували ембріональний зачаток колосу, спричиняли білоколосицю та зменшували кількість стебел і генеративних органів у пшениці озимої.

У цей період вегетації на посівах з'являлися клопи (шкідлива черепашка, австрійська та маврський, елія та інші види); попелиці (велика злакова, звичайна

злакова, черемхова та ячмінна); цикадки (смуриста, шестикрапкова, строката, зелена, темна та інші), які висмоктували соки з листків, стебел, вводили ферменти в рослинні тканини, знебарвлювали рослини, поширювали збудників вірусних хвороб пшениці озимої.

Таблиця 3.1

Особливості формувань популяцій окремих видів шкідників та їхня шкідливість у посівах пшениці озимої (у середньому за 2002 – 2019 рр.)

Період. Фенофаза	Група шкідників	Тип пошкодження рослин	Шкідливість
Осінь. Проростаюче насіння – сходи – кущіння	<i>Грунтові:</i> личинки коваликів, чорнотілок, хрущів, хлібних жуків, турунів та ін.	Виїдають проростаюче насіння, перегризають паростки, стебельце, корінці сходів	Знижують продуктивність рослин, викликають забур'яненість посівів, ускладнюють збирання врожаю
	<i>Листогризучі:</i> личинки малого хлібного туруна, імаго смугастої хлібної блішки	Перетворюють листки на віхті, перегризають вузол кущіння, вигризають виразки в паренхімі листків	За сильного пошкодження рослини гинуть восени, знесилені – за зимовий період. Зріджують посіви та знижують продуктивність рослин і посівів
	<i>Внутрішньостеблові:</i> личинки мух – шведської, пшеничної, зеленоочки, меромізи	Проробляють ходи всередині стебла, яке засихає	Зріджують густоту продуктивного стеблостою, рослини гинуть за осінньо-зимовий період, їх продуктивність знижується
	<i>Сисні:</i> попелиці – велика злакова, черемхова; цикадки – смуриста, темна, шестикрапкова; клопи	Висмоктують соки з листків стебел, вводять ферменти в рослинні тканини, порушують функцію листового апарату й стійкість рослин	Знижують інтенсивність росту й розвитку рослин, зимостійкість, переносять збудники вірусних хвороб, що посилює шкідливість комплексу шкідливих організмів

Продовження табл. 3.1

Весна. Кущіння – колосіння	<i>Листогризучі</i> : личинка малого хлібного туруна, смугаста хлібна блішка, п'явиці – синя, червоногруда (імаго та личинки)	Перетворюють нижні листки на віхті й затягують їх у нірки, об'їдають листки з країв, прогризають наскрізь отвори, вигризають паренхіму з верхнього боку листків	Пригнічують ріст та розвиток рослин, за сильного пошкодження рослини гинуть, посіви зріджуються, урожай зерна зменшується
	<i>Внутрішньостеблові</i> : личинки мух – шведської, пшеничної, озимої, опомізи; личинки стеблових хлібних блішок	Пошкоджують нижню частину центрального листка, знищують ембріональний зародок колосу, вигризають ходи в стеблах, які засихають	Знищують продуктивні органи рослин, знижують густоту продуктивного стеблостою, спричиняють білоколосицю й знижують урожайність
	<i>Сисні</i> : клоп шкідлива черепашка, маврський; попелиці: велика злакова, звичайна злакова, черемхова, ячмінна; цикадки: смугаста, темна, шестикрапкова та ін.	Висмоктують соки з листків, стебел, вводять ферменти в рослинні тканини. Знебарвлюють, деформують рослини, поширюють збудники вірусних хвороб	Пригнічують ріст і розвиток рослин, знижують їх продуктивність, спричиняють білоколосицю, знижують якість зерна
Літо. Налив зерна – повна стиглість	<i>Гризучі</i> : зернові совки – звичайна, сіра; хлібні туруни – малий, великий; хлібні жуки – кузька, хрестоносець, красун	Обгризають колоски на колосі, виїдають зернівки, зерно виколошують	Погіршують товарну якість зерна
	<i>Внутрішньостеблові</i> : мухи – шведські, стеблові хлібні пильщики – звичайний, чорний	Обмежують утворення генеративних органів, призводять до білоколосиці, пошкоджені стебла ламаються	Знижують урожайність, погіршують товарну якість зерна, ускладнюють умови збирання врожаю
	<i>Сисні</i> : клоп шкідлива черепашка, маврський, гостроголовий щитник, елія гостроголова; попелиці – велика злакова, звичайна злакова, ячмінна, черемхова; пшеничний трипс	Висмоктують соки з різних частин рослин, деформують листки, стебла, знебарвлюють листки, пошкоджують зернівки	Знижують урожайність, значно погіршують товарну якість зерна

У період формування зерна і до повної стиглості зерна пшеницю озиму пошкоджували фітофаги із гризучим ротовим апаратом: зернові совки (звичайна,

сіра), імаго малого хлібного туруна, хлібні жуки (кузька, хрестоносець, красун), які обгризали колоски на колосі, вигризали зернівки, виколашували зерно з колосків.

На цій фазі органогенезу відчутної шкоди завдавали стеблу хлібні пильщики (звичайний, чорний), пошкодження яких обмежувало утворення генеративних органів (колосся), викликало білоколосицю, через зерницю, пошкоджені стебла обломлювалися й ускладнювали збирання зерна пшениці озимої.

У 2010 – 2019 рр. помічено підвищення шкідливості сисних фітофагів: клопів (австрійської та маврської черепашок, гостроголових щитників та інших видів), попелиць (звичайної злакової, великої злакової, ячмінної, черемхової), пшеничного та інших видів трипсів, котрі висмоктували соки з різних частин рослин, деформували листя й стебла, знебарвлювали їх, пошкоджуючи зернівки та знижуючи якість зерна пшениці озимої.

Комплекс шкідників, що розмножувались у різні періоди вегетації рослин, завдавав шкоду посівам, зріджуючи густоту рослин, продуктивний стеблостій, а також спричиняють надмірну кущистість, невіривняність стеблостою, тривалість досягання зерна та ступінь пошкодженості шкідниками колосся, знижують не тільки урожайність зерна, але й погіршують товарні та насіннєві якості у районованих та перспективних сортах пшениці озимої.

Дослідження закономірностей динаміки чисельності комплексу шкідливих видів комах і з'ясування причин їх масового розмноження та поширення мали особливе значення для господарств усіх форм власності. В нових агробіоценозах, якими виявилися сучасні угіддя із високоефективним застосуванням сумішей спеціальних хімічних заходів масового поширення ґрунтових і внутрішньостеблових шкідників пшениці озимої достовірно досягається як на видовому, так і на популяційному рівнях. Водночас короткостроковий і багаторічний прогнози динаміки їх популяцій, розроблені на основі предикторів багаторічного коливання погоди й заходів сучасних технологій вирощування пшениці озимої, сприяли достовірному оцінюванню зростання або спаду чисельності шведської і чорної пшеничної мух та комплексу інших комах-фітофагів як основних шкідників пшениці озимої на головних етапах формування врожаю зерна.

На основі проведеного фітосанітарного моніторингу доведено необхідність проведення заходів прогнозу чисельності шкідників пшениці озимої як основи оптимізації фітосанітарного стану посівів сільськогосподарських культур із дотриманням науково обґрунтованих сівозмін господарствами всіх форм власності.

Це свідчить про важливість розроблення й упровадження у виробництво інноваційних моделей управління ентомокомплексами з оптимізацією застосування хімічних засобів захисту рослин залежно від сезонної і багаторічної динаміки формувань популяцій шведських мух, пшеничної мухи, звичайного хлібного пильщика та інших шкідників (рис. 3.2).

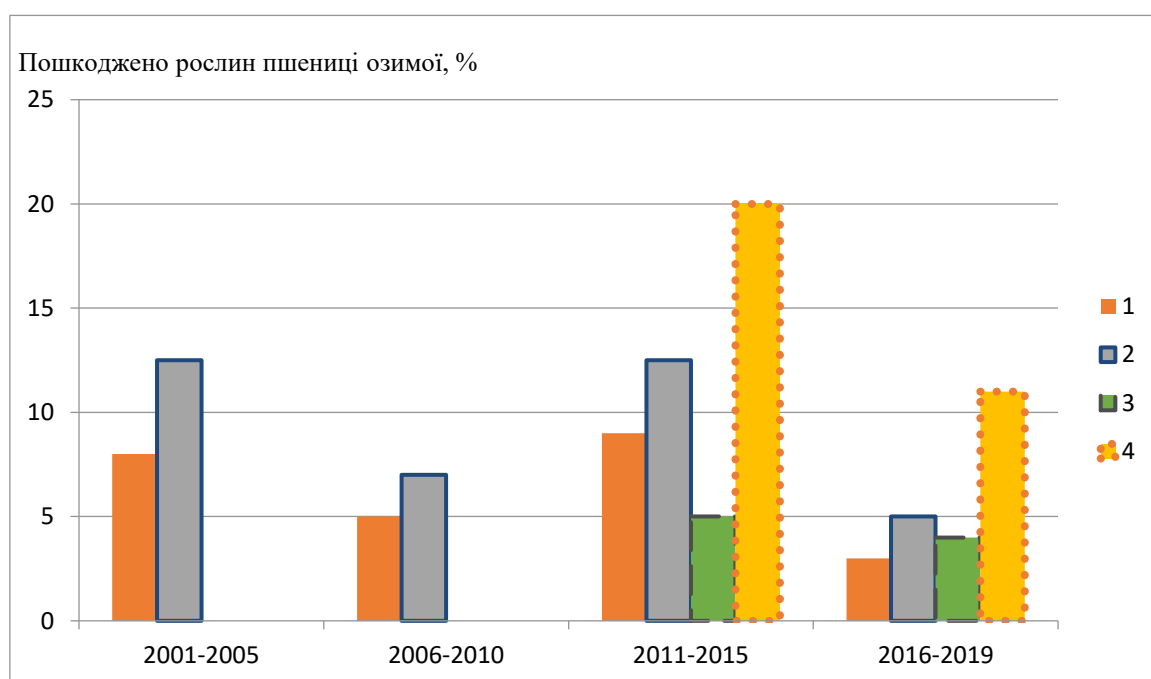


Рис. 3.2. Вплив систем обробітку ґрунту на пошкодження пшениці озимої основними внутрішньостебловими шкідниками в Лісостепу України (стаціонарний дослід, Полтавська обл., Миргородський р-н, с. В. Обухівка, 2001 – 2019 рр.): 1 – відвальний обробіток ґрунту на глибину 20-24 см; 2 – поверхневий обробіток дисковими боролами на глибину 20-24 см; 3 – Strip-till технологія; 4 – органічне землеробство.

У роки досліджень у базових господарствах зони спостережень застосовані загальноприйняті та новітні технології обробітку ґрунту. Водночас динаміка внутрішньостеблових шкідників зростала в 2002 – 2005 рр. і зменшувалась у 2006 – 2019 рр. Зокрема, у 2011 – 2015 рр. кількість пошкоджень рослин личинками

цих комах зменшувалась на 7-10 % порівняно з попередніми періодами спостережень, що свідчить про важливість урахування абіотичних та інших чинників під час застосування заходів контролю цих фітофагів.

Водночас доречно застосовувати інноваційні системи землеробства з підвищеними як ґрунтозахисними та вологозберігаючими заходами, так і високоефективними прийомами контролю комах-фітофагів на видовому й популяційному рівнях.

Однак у разі впровадження у виробництво органічного землеробства, що включає використання головним чином механізмів саморегуляції ентомокомплексів, чисельність внутрішньостеблових шкідників зростає у 2 і більше рази порівняно з іншими варіантами спостережень. Характерно, що і порівняно посушливі умови 2016–2019 рр. виявилися негативними для розмноження та виживання внутрішньостеблових шкідників із застосуванням загальноприйнятих і новітніх технологій вирощування пшениці озимої.

3.2. Значення системи добрив у розмноженні шкідників пшениці озимої

Сучасний комплексний захист пшениці озимої передбачає здійснення заходів, починаючи з підготовки насіння до сівби й початкових фаз розвитку рослин, зокрема підвищення стійкості рослин проти фітофагів та інших шкідливих чинників шляхом протруєння насіння інсектицидами з одночасною обробкою його мікроелементами з додаванням 1 % рідкого азотного добрива КАС [95, 100, 168].

Серед біологічних заходів захисту щодо зменшення чисельності озимої та інших видів підгризаючих совок доцільним є випуск трихограми на початку масового відкладання яєць метеликами (120-130 тис. самиць трихограми на 1 га і повторно через 5-8 діб залежно від чисельності шкідника). Рекомендується таке співвідношення ентомофага й шкідника: 1 : 1 за кількості яєць до 10 шт./м², 1 : 3 – за 10-15, 1 : 5 – за 15-30, 1 : 10 – понад 30 екз./м² [149].

Однак хімічні заходи захисту актуальні за контролю шкідників від сходів до утворення третього листка (І етап органогенезу), зокрема, для захисту посівів пшениці озимої від цикадок (за наявності понад 50 особин на 1 м²), злакових

попелиць (100 особин на 1 м²), які до того ж є переносниками збудників вірусних та фітоплазмових хвороб, а також від пшеничної і шведської мух (за наявності понад 10 личинок на 1 м²), підгризаючих совок і хлібної жужелиці (понад 3 личинки на 1 м²) та інших.

Тим часом відмічено високу ефективність крайового обприскування посівів (до 150 м) або вибіркового внесення інсектицидів (в осередках чи середовищах розмноження шкідників) порівняно із суцільним обприскуванням інсектицидів із діючою речовиною лямбда-цигалотрин 50 г/л та додаванням 4-7 % рідкого азотного добрива КАС, 32 % у фазу від кушіння до молочно-воскової стиглості.

Отже, серед організаційно-господарських і агротехнічних та спеціальних захисних заходів, що пригнічують формування шкочинного ентомологічного комплексу пшениці озимої, провідне місце належить попередникам і сучасним комплексним прийомам захисту рослин. Посіви пшениці після зернобобових, зайнятого пару, багаторічних бобових трав достовірно впливають на чисельність спеціалізованих фітофагів і оптимізують структури ентомокомплексів.

У сучасному рослинництві важливим є науково обґрунтоване використання нетоварної частини врожаю, а також органічних і мінеральних добрив восени. У зайнятих парах після культур, що порівняно рано звільняють поле (пшениця озима, ячмінь, вико-вівсяні, горохово-вівсяні суміші, кукурудза на зелений корм, нут, горох тощо), використання рослинних решток доцільно супроводжувати внесенням рідких азотних добрив – КАС, 32 % (10 кг діючої речовини на 1 т нетоварної частини врожаю). Це сприятиме виживанню і накопиченню корисних комах, зокрема ентомофагів (хижих жужелиць, корисних видів павукоподібних) та інших організмів, які позитивно впливають на процеси саморегуляції ентомологічного комплексу озимої пшениці та сприяють збереженню якісних показників врожаю зерна.

Застосування рідких азотних добрив (КАС, 32 %, 120-150 л/га) на фоні фосфорних і калійних (N₉₀₋₁₂₀ P₄₅₋₆₀ K₃₀₋₄₅) обмежує розвиток комплексу шкідливих видів комах, що заселяли пшеницю озиму у фазі виходу в трубку – формування колосу, оскільки міграція комплексу фітофагів і контроль їх розвитку на 82 % і

більше контролюється застосованими баковими сумішами добрив у сумішах із засобами захисту рослин (рис. 3.3).

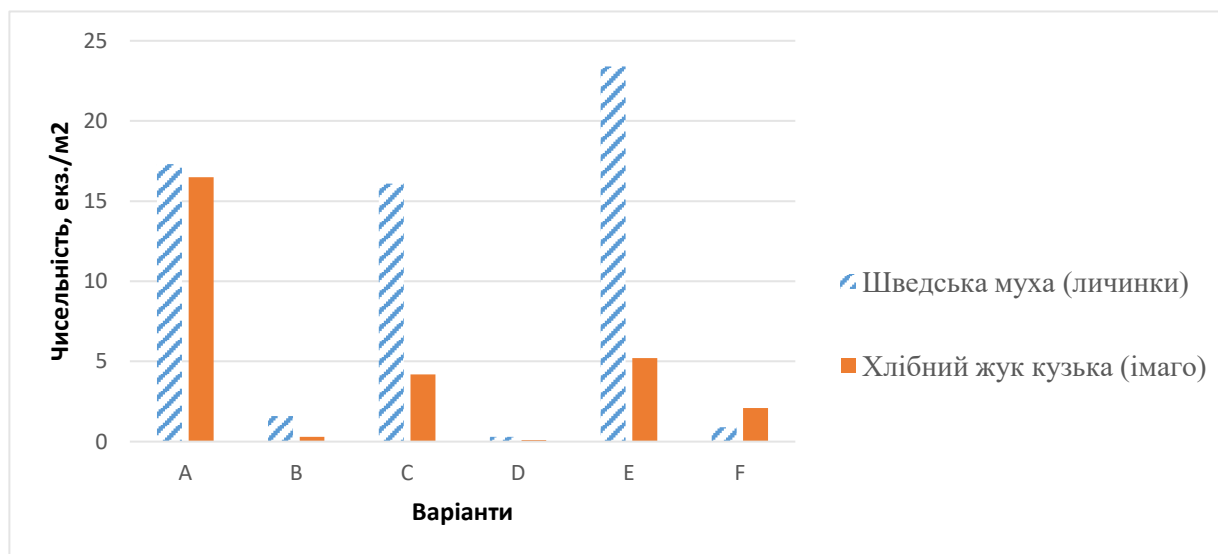


Рис. 3.3. Вплив карбамідно-аміачної суміші й засобів захисту пшениці озимої на чисельність основних видів шкідників (Полтавська обл., Миргородський р-н, с. Велика Обухівка, сорт Вдала, 2010 – 2019 рр.): А – Контроль, екз./м²; В – д.р. лямбда цигалотрин, 50 г/л, 0,25 л/га; С – КАС 100 л/га + N₆₀P₉₀K₉₀ (до посіву) – фон; D – фон + д.р. лямбда цигалотрин, 50 г/л, 0,25 л/га, КАС, 17л/га, – фаза виходу пшениці в трубку-фон; Е – КАС 100 л/га + N₉₀P₁₃₀K₁₃₀ (до посіву), + КАС, 17 л/га, – фаза виходу пшениці в трубку та КАС, 17 л/га, – фаза колосіння + інсектицид д.р. лямбда цигалотрин, 50 г/л, 0,25 л/га; F – N₆₀P₉₀K₉₀ (до посіву + д.р. лямбда цигалотрин, 50 г/л, 0,15 л/га

Водночас підвищується витривалість пшениці озимої до комплексу шкідливих видів комах, адже культурні рослини виявляють порівняно підвищені компенсаторні властивості в разі пошкодження їх шкідниками на фоні основного й позакореневого внесення рідкого азотного добрива КАС, 32 % порівняно з контролем.

У роки досліджень (2010 – 2019 рр.) порівняно чисельними виявилися клопи, особливо елія гостроголова й клоп шкідлива черепашка. У пошкодженого ними зерна погіршувалась якість клейковини, що негативно впливало на хлібопекарські властивості борошна. Ураховуючи прогноз розмноження шкідника, для захисту пшениці озимої від цих фітофагів (особливо на посівах із високим агрофоном) потрібно вживати як організаційно-господарських заходів (комплекс агротехнічних

прийомів), так і використовувати сучасні суміші високоякісних хімічних засобів захисту рослин.

Відмічено, що за сучасного ведення рослинництва природна родючість ґрунтів орних земель поєднана зі штучною (антропогенною), роль якої у формуванні структур ентомокомплексів може бути і позитивною, і негативною, особливо в разі необґрунтованого застосування мінеральних добрив та засобів захисту рослин. За інтенсивного ведення рослинництва названі види родючості утворюють нові механізми впливу на особливості біології та екології комах. Потенційна родючість є нерозривним синтезом природної та штучної родючостей і матеріально виявляється в якості речовинного складу ґрунту, його властивостями, режимами й рівнем ефективної родючості, а також трофічних зв'язків комах та їх виживання в сучасних агроценозах.

Внесення нових форм добрив значно впливає на популяцію шкідливих видів комах, які в нерухомому або малорухливому (личинки фітофагів) стані тривалий час виживають, зберігаються або мешкають у ґрунті. Під впливом мінеральних добрив агрохімічні властивості орних ґрунтів істотно змінюються, порівнюючи з їхніми аналогами на цілих і перелогових ділянках. Це впливає на виживання, життєздатність, а, отже, і чисельність фітопатогенів у ґрунті. Отже, дробові внесення азотних добрив у поєднанні з фосфорними, заміна нітратної форми на амонійну стимулюють загальну біологічну та антагоністичну активність ґрунтів, і є передумовою стабілізації і зниження чисельності шкідливих видів комах в агроєкосистемах. Встановлена позитивна дія рідких азотних добрив на підвищення витривалості (адаптивності) до шкідливих видів комах: інтенсивно ростуть рослини, що в подальшому володіють підвищеними компенсаторними здібностями у відповідь на пошкодження, які їм наносять шкідники.

Встановлено, що внесенням рідких форм добрив (КАС, 32 %) із додаванням у суміш інсектицидів підвищує стійкість пшениці озимої до внутрішньостеблових та інших видів фітофагів, а популяції шкідливих видів комах на 82 % і більше контролюються такими заходами.

Це пояснюється тим, що під впливом рідких мінеральних добрив морфологічні

показники рослин та агрохімічні властивості оброблених ґрунтів істотно змінюються порівняно з їхніми аналогами на необроблених посівах, що сприяє виживанню, життєздатності, а також зростанню певної чисельності корисних видів комах, що контролюють шкідників на перших етапах росту й розвитку пшениці озимої. Помічено, що як основне, так і дробне внесення рідких азотних добрив в поєднанні з інсектицидом, д.р. лямбда цигалотрин 0,25 кг/га у суміші нітратної, амонійної та амідної форм азоту сприяє зниженню чисельності шкідливих видів комах на основних етапах формування врожаю пшениці озимої (табл. 3.5).

У роки досліджень порівняно оптимальне формування вегетативних органів пшениці озимої на удобреному фоні пов'язане переважно з кількісними показниками чисельності шкідників у фазі кушіння рослин ($r = 0,90$). Однак для підвищення фізіологічної стійкості пшениці озимої до фітофагів важливим є баланс поживних речовин, особливо щодо $N-NO_3$, $N-NH_4$, P_2O_5 , K_2O , який достовірно коливався за типами ґрунтів, попередниками і технологіями вирощування польових культур.

Оздоровлення вегетативних органів рослин на удобреному фоні пов'язане переважно з поліпшенням фітосанітарного стану ґрунту ($r = 0,732 + 0,886$). Для підвищення фізіологічної стійкості до комплексу шкідників важливим є баланс поживних речовин, особливо щодо $N-NO_3$, P_2O_5 , K_2O , який різнився за попередніми культурами, а також сучасних норм застосованих рідких азотних добрив, зокрема, КАС, 32 % (рис. 3.4). Позитивним показником цього добрива встановлена відсутність у хімічній структурі амідної форми, яка впливає на розвиток і розмноження комплексу шкідників пшениці озимої.

Таблиця 3.5

Вплив карбамідно-аміачної суміші й засобів захисту пшениці озимої на чисельність шкідників (Полтавська обл., Миргородський р-н, с. Велика Обухівка, сорт Вдала, 2011 – 2019 рр.)

№	Варіант	Чисельність шкідників, екз./м ²			
		Шведська муха	Звичайний хлібний пильщик	Хлібний жук кузька	Елія остроголова

1	Контроль	17,3	5,3	3,3	8,0
2	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ КАС, 17л/га, фаза виходу пшениці в трубку	16,1	4,0	6,2	9,2
3	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ КАС, 17л/га, фаза виходу пшениці в трубку, КАС, 17л/га, фаза колосіння	19,0	6,9	8,1	11,0
4	N ₉₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀	21,3	7,2	10,2	14,3
5	N ₉₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ КАС, 17л/га, фаза виходу пшениці в трубку, КАС, 17л/га, фаза колосіння +, 17л/га, фаза молочно-воскової стиглості	23,4	3,3	11,6	12,3
6	N ₉₀ P ₁₃₀ K ₁₃₀ + інсектицид д.р. лямбда-цигалотрин, 0,25 л/га	25	7,1	9,3	11,3
	НіР ₀₅	0,14	0,72	0,34	0,40

Карбамідно-аміачна суміш – це мінеральне азотне добриво, яке представляє собою розчини аміачної селітри й карбаміду, змішаних у певній пропорції з особливим механізмом впливу добрив на розвиток і розмноження внутрішньостеблових та ґрунтових шкідників пшениці озимої.

Виявлено, що зниження чисельності фітофагів за відсутності помітного негативного впливу на ентомофагів є загальною закономірністю. Так, у роки досліджень загибель дротяників залежала від концентрації солей у ґрунті, складу катіонів та аніонів, осмотичного тиску рідин у тілі дротяників і зовнішньому ґрунтовому розчині. З підвищенням інтенсивності обміну речовин у комах зростає проникність їх покривів для солей. Особливо дротяники чутливі до мінеральних добрив навесні і влітку.

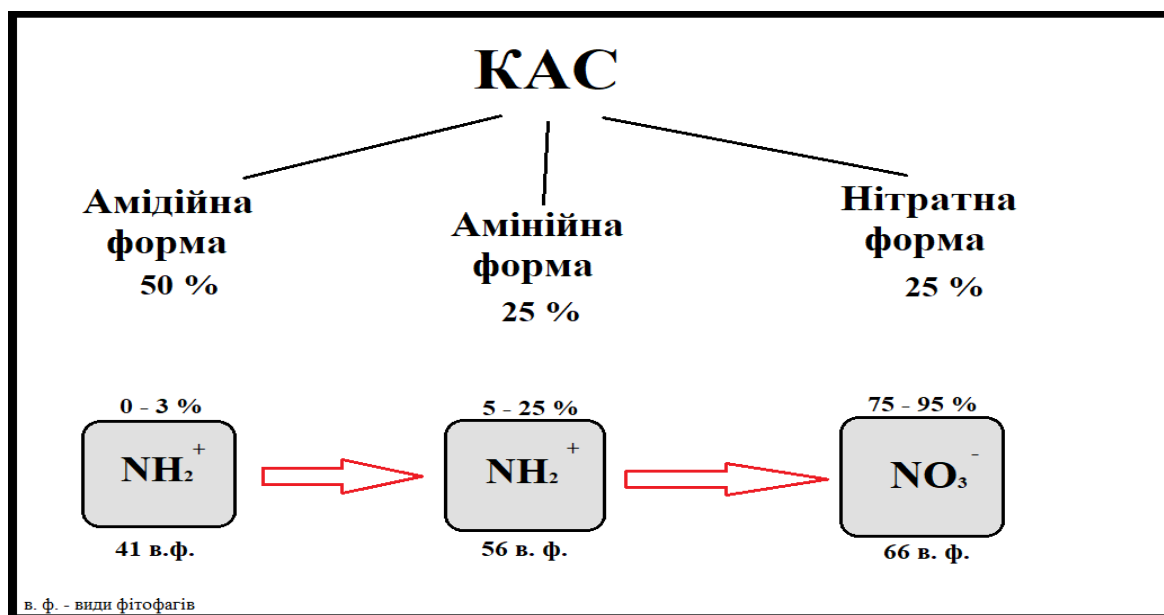


Рис. 3.4. Особливості перетворень форм азоту, що впливають на розмноження та чисельність шкідників пшениці озимої

Дія мінеральних добрив на дротяників залежала також від умісту гумусу в ґрунті, її механічного складу й величин рН. Чим менше в ній органічної речовини, тим вища токсична дія мінеральних добрив на основних шкідливих видів комах. Водночас чисельність ентомофагів (турунів, стафілінід) у процентному відношенні до шкідників не зменшувалась, а в окремих посівах, зростала.

Отже, систематичне застосування повного мінерального добрива на полях сприяло зниженню чисельності й шкідливості дротяників, личинок пластинчастовусих та несправжніх дротяників.

Мінеральні рідкі форми добрив істотно обмежували інтенсивність розмноження ґрунтових і внутрішньостеблових шкідників, знижуючи чисельність і тривалість виживання їх у ґрунті і в рослинних рештках через підвищення біологічної та антагоністичної активності ґрунту.

Водночас зростала стійкість та витривалість (адаптивність) рослин до розмноження комплексу шкідливих організмів. Внесення рідких азотних добрив підвищувало переважно витривалість (компенсаторні механізми) пшениці озимої до шкідливих організмів, а внесення фосфорних і калійних – фізіологічну стійкість до них. Повне мінеральне добриво поєднувало обидва механізми позитивної дії.

Збалансоване внесення макро- і мікроелементів, як правило, оптимізувало структуру ґрунтових шкідливих організмів. Цей процес активізувався за пролонгованої дії нітратної форми азотних добрив та зменшені кількості амонійної форми. На удобреному фоні зростали фізіологічна стійкість, витривалість і конкурентна спроможність рослин до шкідників на усіх фазах розвитку пшениці озимої. Для підвищення конкурентної спроможності рослин важливим є і створення оптимальної густоти стояння пшениці озимої.

На заміну інтенсивній механізації та хімізації землеробства перспективними виявились альтернативні системи, які спрямовані на вдосконалення існуючої системи з новим мінімальним живленням і використанням сумішей хімічних засобів живлення та захисту рослин та біологічних препаратів, зокрема біологічне, органічне, біодинамічне землеробство, яке сприяло екологізації природних екосистем та оптимізації механізмів самоуправління сучасних ентомокомплексів пшениці озимої в Лісостепу України.

Висновки до розділу 3

1. В роки досліджень за сучасних технологій вирощування пшениці озимої із застосуванням рідкого азотного добрива КАС, 32 % як до посіву (90–120 л), так і на основних етапах формування врожаю (15–18 л), сприяло підвищенню стійкості культурних рослин до пошкодження ґрунтовими та внутрішньостебловими фітофагами. Загальноприйняті технології вирощування пшениці озимої з переважним застосуванням мінеральних добрив у період посухи не сприяють достовірному зниженню чисельності основних видів шкідників. У сучасних умовах вирощування пшениці озимої ефективнісіть дії бакових сумішей КАС, 32 % і засобів захисту насіння та сходів препаратами системної дії із діючими речовинами тіаметоксам, ацетоміпрід складає 92 % у порівнянні з контролем.

2. Високоефективними виявились розроблені системи із застосуванням бакових сумішей, карбамідно-аміачної суміші (32 %) і інсектицидів, що включають діючі речовини: лямбда-цигалотрин, 50 г/л, тіаметоксам, 100 г/л, ацетоміпрід 100 г/л. Нові системи контролю багаторічної динаміки формувань основних шкідливих видів

комах достовірно впливають на поетапне живлення і ефективність засобів захисту рослин. Технічна ефективність дії бакових сумішей (КАС, 32 %, 15–18 л/га) із сучасними інсектицидами на фоні NPK до 97,3 % контролюють комплекс шкідників насіння сходів, листя, стебел і генеративних органів пшениці озимої.

3. Підтверджена особливість комплексного аналізу й перегляду особливостей функціонування агробіоценозів за показниками екологічної стійкості ентомокомплексів, ланцюгів сівозмін і, зокрема, з інтенсивними технологіями вирощування пшениці озимої.

РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИНГ КОМПЛЕКСУ ШКІДНИКІВ НА ВИДОВОМУ Й ПОПУЛЯЦІЙНОМУ РІВНЯХ У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

4.1. Моніторинг комплексу шкідників

У роки досліджень ефективність заходів і технологій захисту пшениці озимої у новому ланцюгу сівозміни від комплексу шкідників досягалось за рахунок своєчасності та якості логістики сучасних систем контролю комплексу фітофагів.

Використання науково обґрунтованого моніторингу шкідників і логістики в захисті як пшениці озимої, так і інших зернових культур сприяє прогресивному розвитку зернового господарства із залученням інвестицій, а також обґрунтованої економічної, технологічної та фітосанітарної безпеки України.

Так, на сучасному етапі вирощування пшениці озимої проявляється як складне комплексне завдання, у рішенні якого беруть участь новітні галузі науки з оптимізацією всіх систем землеробства.

Так, для розробки високоефективних систем захисту польових культур оцінені відомості про видовий склад шкідливої й корисної фаун, особливості біології та екології шкідників, а також дані щодо ефективності різних технологічних прийомів, які обмежують чисельність шкідливих видів комах-фітофагів.

У фундаментальному розумінні і практичному значенні першочергового значення набули питання, пов'язані із закономірностями та механізмами формувань структур ентомокомплексів агроценозів, їхніх функціональних особливостей, що дозволить ефективно захищати культурні рослини без порушень їхньої екологічної рівноваги.

У зв'язку з цим нагальними виявилися показники багаторічних змін ентомокомплексів із новими механізмами еволюційних агроекологічних систем за детермінованих періодів та за умов перебудов їхніх структур.

Підтверджена особливість комплексного аналізу й перегляду особливостей функціонування агробіоценозів за показниками екологічної стійкості ентомокомплексів, ланцюгів сівозмін і, зокрема, з інтенсивними технологіями

виросування пшениці озимої. У 2002 – 2019 рр. таксономічна структура біорізноманіття в посівах пшениці озимої була представлена головним чином представниками таких рядів: Твердокрилі (*Coleoptera*), Двокрилі (*Diptera*), Лускокрилі (*Lepidoptera*), Напівтвердокрилі (*Hemiptera*), Перетинчастокрилі (*Hymenoptera*), Рівнокрилі (*Homoptera*), які формувалися за популяційними циклами (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Таксономічний аналіз структури ентомокомплексу посівів пшениці озимої в Лісостепу України (2002 – 2019 рр.)

Ряд	Родини	Вид
Твердокрилі (<i>Coleoptera</i>)	Жужелиці (<i>Carabidae</i>)	Жужелиця хлібна мала (<i>Zabrus tenebrioides</i> G.)
	Пластинчастовусі (<i>Scarabaeidae</i>)	Хлібний жук, кузька (<i>Anisoplia austriaca</i> H.)
	Ковалики (<i>Elateridae</i>)	Темний ковалик (<i>Agriotes obscurus</i> L.)
		Степовий ковалик (<i>Agriotes gurgistanus</i> F.)
		Посівний ковалик (<i>Agriotes sputator</i> L.)
	Листоїди (<i>Chrysomelidae</i>)	П'явиця червоногруда (<i>Oulema melanopus</i> L.)
	Чорниші (<i>Tenebrionidae</i>)	Мідляк кукурудзяний (<i>Pedinus femoralis</i> L.)
Двокрилі (<i>Diptera</i>)	Галиці (<i>Cecidomyiidae</i>)	Мухагессенська (<i>Mayetiola destructor</i> Say.)
	Опомізиди (<i>Opomyzidae</i>)	Опоміза пшенична (<i>Opomyza florum</i> F.)
	Злакові мухи (<i>Chloropidae</i>)	Муха шведська (<i>Oscinella</i> sp.)
	Квіткові мухи (<i>Anthomyiidae</i>)	Муха озима (<i>Leptohylemya coarctata</i> R.-D.)
		Муха пшенична чорна (<i>Phorbia securis</i> P.)
Лускокрилі (<i>Lepidoptera</i>)	Совки (<i>Noctuidae</i>)	Совка озима (<i>Agrotis segetum</i> D&S.)

Продовження табл.4.1

Напівтвердокрилі (<i>Hemiptera</i>)	Черепашки (<i>Scutellaridae</i>)	Шкідлива черепашка (<i>Eurygaster integriceps</i> P.)
		Маврська черепашка (<i>Eurygaster maurus</i> L.)
		Австрійська черепашка (<i>Eurygaster austriacus</i> La.)
	Пентатоміди (<i>Pentatomidae</i>)	Елія гостроголова (<i>Aelia acuminata</i> L.)
Перетинчастокрилі (<i>Hemynoptera</i>)	Пильщики (<i>Tenthredinidae</i>)	Хлібний звичайний (<i>Cephus pygmeus</i> L.)
Рівнокрилі (<i>Homoptera</i>)	Цикадки (<i>Cicadellidae</i>)	Шестикрапкова цикадка (<i>Macrostelus laevis</i> F.)
		Смугаста цикадка (<i>Psammotettis striatus</i> L.)
	Попелиці (<i>Aphididae</i>)	Звич.злакова попелиця (<i>Schizaphis graminum</i> R.)
Трипси (<i>Thysanoptera</i>)	Флеотрипідиди (<i>Phloeothripidae</i>)	Трипс пшеничний (<i>Haplothrips tritici</i> M.)
Інші	-	-

Достовірними виявилися механізми сучасного контролю особливостей розвитку й розмноження комах-фітофагів із застосуванням ефективних агротехнічних та спеціальних хімічних заходів захисту пшениці озимої від комплексу ґрунтових і внутрішньостеблових шкідників. Ефективність контролю комах-фітофагів на 85 % і більше забезпечувалася прогнозом, розробленим за екологічними та біологічними чинниками.

У результаті моніторингу шкідників пшениці озимої та інших зернових культур у Лісостепу України встановлено, що основний склад комах у сучасних сівозмінах представлений на пшениці озимій 43 видами.

У 2002–2019 рр. середня річна температура повітря становила в середньому 7,1–10,7 °С. Підвищення середньорічної температури повітря у порівнянні з іншими роками спостережень впливало на біологію та екологію шкідливих видів комах, що враховано під час моделювання кількісних показників багаторічної динаміки формувань популяцій комах-фітофагів у регіоні спостережень.

В аналізі та моделюванні процесів, які впливали на структуру ентомокомплексу пшениці озимої, оцінені показники дії технологій захисту пшениці озимої на шкідників із аналізом закономірностей популяційної динаміки комах. Визначений комплекс предикторів прогнозу цих змін у часі та просторі за багаторічними показниками ГТК, суми ефективних температур, вологості ґрунту, кількості річних опадів, а також кількісних даних розвитку і ступеня розмноження основних шкідливих видів фітофагів у попередні роки.

Уточнено видовий склад комах-фітофагів, що заселяли та пошкоджували посіви пшениці озимої на основних етапах органогенезу культурних рослин. Аналіз видового складу шкідників свідчить, що в систематичному відношенні основна кількість шкідливих видів належить до ряду Твердокрилих (*Coleoptera*), Двокрилих (*Diptera*) і Лускокрилих (*Lepidoptera*) – відповідно 42,72 %, 14,56 % і 17,48 % від загального числа виявлених комах-фітофагів. Порівняно невисокою чисельністю встановлені показники представників ряду Напівтвердокрилих (*Hemiptera*) – 12,62 %, Рівнокрилі (*Homoptera*) – 4,85 %, Перетинчастокрилі (*Hymenoptera*) – 3,88 % та Трипси (*Thysanoptera*) – 1,94 % та інші (рис.4.1).

В 2010–2019 рр. відмічена особливість багаторічної динаміки чисельності шведської мухи, личинки якої заселяли пшеницю озиму восени із коливанням чисельності їх у середньому від 3 до 40 екз./м². Характерно, що збільшення кількості фітофага встановлено у 2014–2016 рр. в порівнянні з іншими періодами спостережень. Заслуговує на увагу виявлена особливість проникнення личинок в середину стебел і пошкодження ними конусу наростання та основи центрального листка, що спотерігалось головним чином на порівняно інтенсивно-розвинених посівах пшениці озимої восени. Мухи другого покоління вилітали у перших числах червня, а личинки жилились в зернівках ячменю та вівса і ступінь пошкодження ними складав 5,3–11,6 %, а третє і четверте покоління розвивалося на падалиці та дикорослій бур'янах і на сходах пшениці озимої.

У 2014–2017 роках досліджень пшенична муха інтенсивно заселяла посіви пшениці озимої із чисельністю личинок понад 20 екз./м². Фітофаг розвивався в двох поколіннях. Восени сходи пшениці озимої заселялися мухою другого покоління.

Самиці відкладали яйця головним чином у фазі одного–трьох листків пшениці озимої, і у вересні–жовтні личинки розвивалися в середині розвинених стебел, а листопадні перетворювались у пупарії. Пошкоджені головні стебла та частково другорядні стебла відмидали. Зимостійкість заселених фітофагом рослин знижувалась і загальна їх кількість зменшувалась.

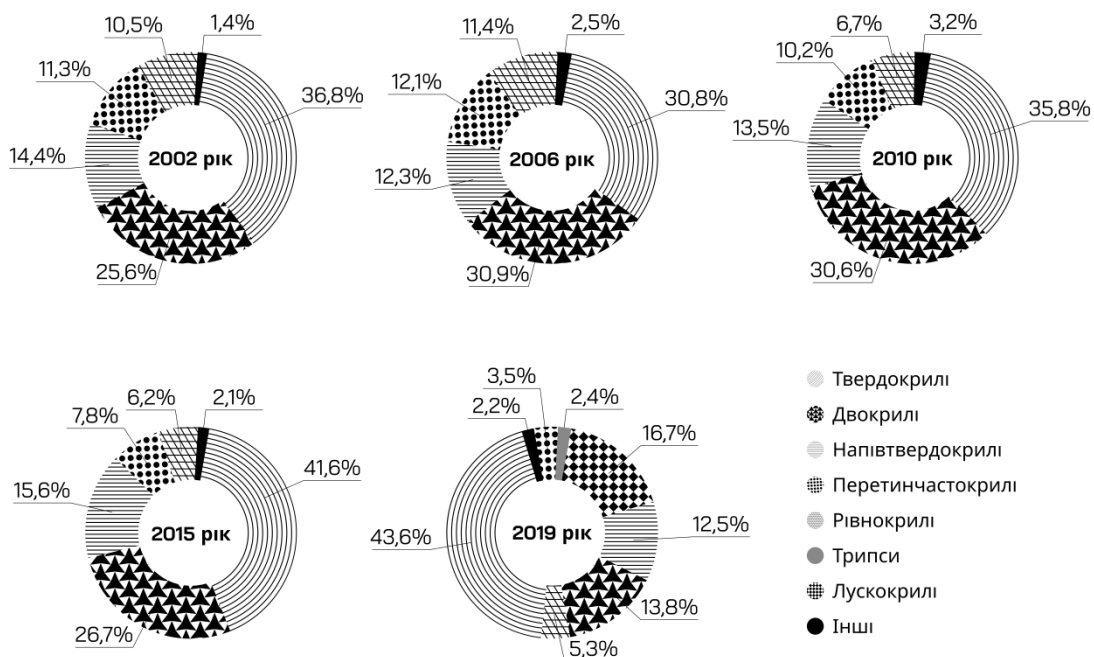


Рис.4.1. Структура ентомокомплексу пшениці озимої в Лісостепу України (Полтавська обл., Миргородський р-н, с. В.Обухівка, поле № 1-4, 2002–2019 р.)

Динаміка багаторічного коливання чисельності злакових попелиць на посівах пшениці озимої свідчить про збільшення чисельності шкідника у 2010, 2012, 2015, 2016 роках. У роки досліджень масове розмноження великої злакової попелиці спостерігалось із утворенням колоній, які суцільно вкривали листя і стебла пшениці озимої головним чином на ділянках із порівнно високими нормами внесених добрив. При цьому, восени на пшениці озимій з'являлися попелиці, які формували від двох до трьох поколінь, розвиток яких тривав 8–12 діб. Пошкоджені фітофагом листки скручувались і як правило засихали. Заслуговує на увагу цей та інші види попелиць, так як вони є специфічним переносником вірусних хвороб пшениці озимої. Характерно, що у червні самиці–розселительниці мігрували на пшеницю озиму у фазі молочно-воскової стиглості і утворювали на листях і колосі колонії, кількість

яких складала від 12 до 30 екз./рослина. Фітофаги живилися на пшениці до завершення фази молочно-воскової стиглості зернівки.

В 2010–2019 рр. встановлена також заселеність пшениці озимої цикадками, зокрема у 2011, 2014, 2015, 2016 роках. Порівняно тепла суха погода сприяли масовому розмноженню цих фітофагів у фазі сходи-кущіння, особливо на ранніх строках сівби порівняно нестійких сортів. (рис.4.2).

Таким чином, висвітлені закономірності пояснюються впливом кліматичних чинників, антропогенних факторів і зокрема, систем захисту сходів пшениці від шкідливих видів комах.

У 2010–2019 рр. відмічена особливість розвитку і розмноження коваликів за сучасних умов трофічних зв'язків, що також залежало від погодно-кліматичних чинників та механізмів саморегуляції ґрунтових видів комах-фітофагів. Характерно, що в усі роки спостережень дротяники перевалювали у структурі ентомокомплексу пшениці озимої Лісостепу України.

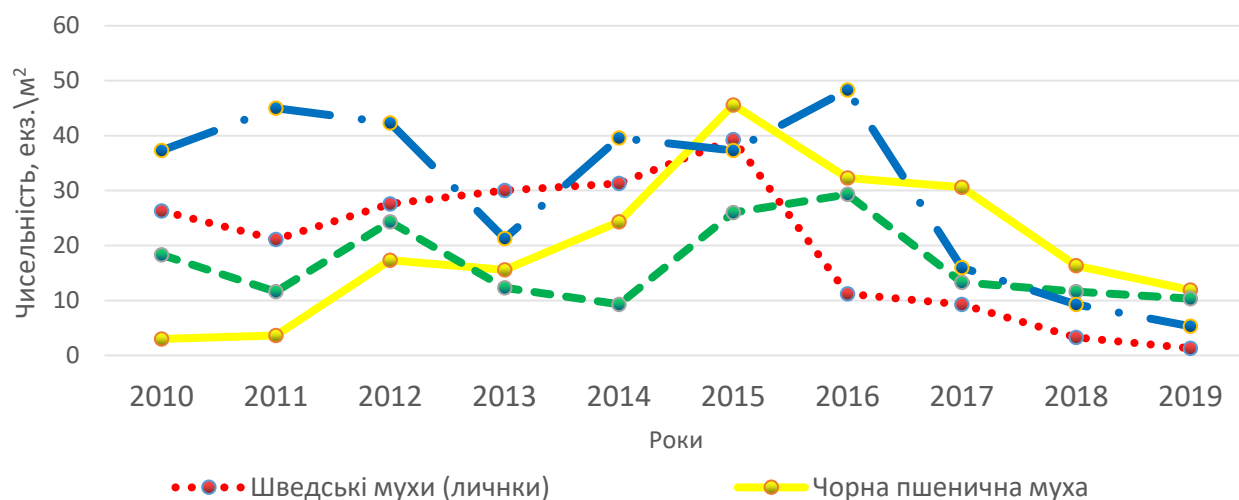


Рис.4.2. Динаміка чисельності шкідників пшениці озимої восени на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2010–2019 рр.

Встановлено, що з 2015 по 2019 рік личинки пластинчастовусих коливались на рівні економічного порогу шкідливості у порівнянні із високою чисельністю 6-12 екз./м² у 2010, 2011, 2013 роками (рис.4.3.).

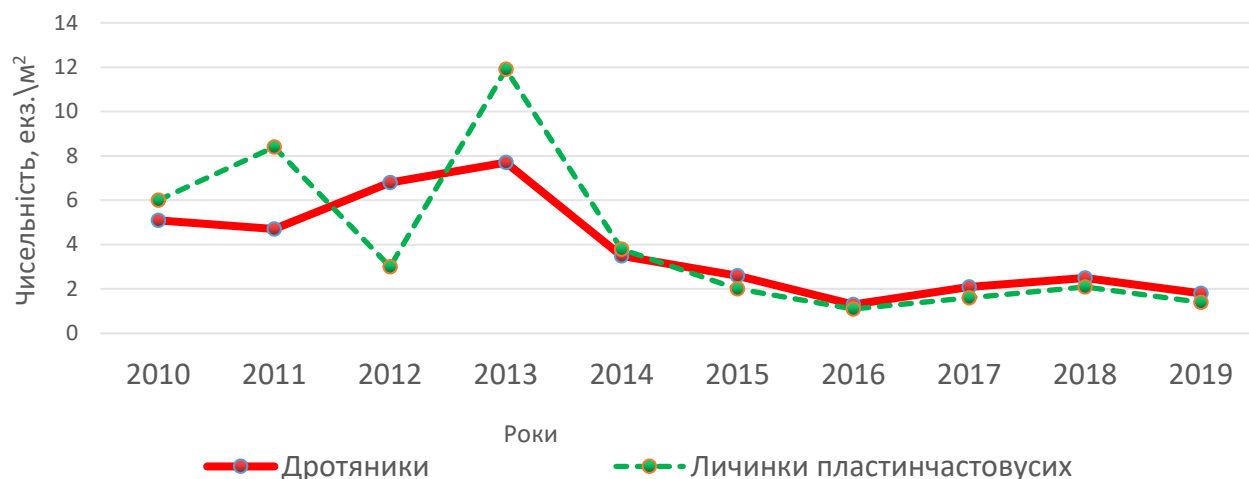


Рис.4.3. Динаміка чисельності ґрунтових шкідливих видів комах восени на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2010–2019 рр.

Встановлена особлива роль регуляторних механізмів контролю чисельності опомізи пшеничної, кількість личинок якої коливалась від 10 до 70 екз./м². Так, періодичність спалахів масового розмноження фітофага, зокрема, у 2012, 2013, 2015, 2016 роках, викликана здатністю імаго до міграції у літньо–осінні місяці з відкладанням самицями яєць в ґрунт біля рослин. Личинки відроджувались навесні на початку відновлення вегетації, проникали у розвинені стебла і сприяли засиханню центрального листка. В роки із весняною посухою личинки опомізи пшеничної завдавали відчутної шкоди посівам, але фітофаг не пошкоджував увесь вузол кущіння. Личинки виїдали конус наростання і пошкоджений пагін засихав навесні, особливо на ранніх сроках посіву пшениці озимої.

В 2010–2019 роках формування популяції озимої мухи проходило за рахунок міграції комах. При цьому, встановлено збільшення чисельності озимої мухи у 2011, 2013, 2015 роках в порівнянні з іншими періодами спостережень.

В окремі роки звичайний хлібний пильщик заселяв посіви пшениці озимої із кількістю личинок до 36 екз./м² і зокрема в останні роки. Самиці у фазі формування зерна відкладали до 45 яєць по одному в середину верхнього міжвузля стебла під колосом і личинка живилася у стеблі рухаючись донизу, прогризаючи вузли та судинні пучки стебла. На нижньому міжвузлі личинка робила кільцевий надгриз

внутрішньої стінки стебла, що спричиняло надломованню і виляганню рослин або окремих стебел. Зимували личинки в прозорих коконах в стерні, а дорослі стадії заселяли пшеницю озиму від фази вихолощування до формування зерна (рис.4.4).

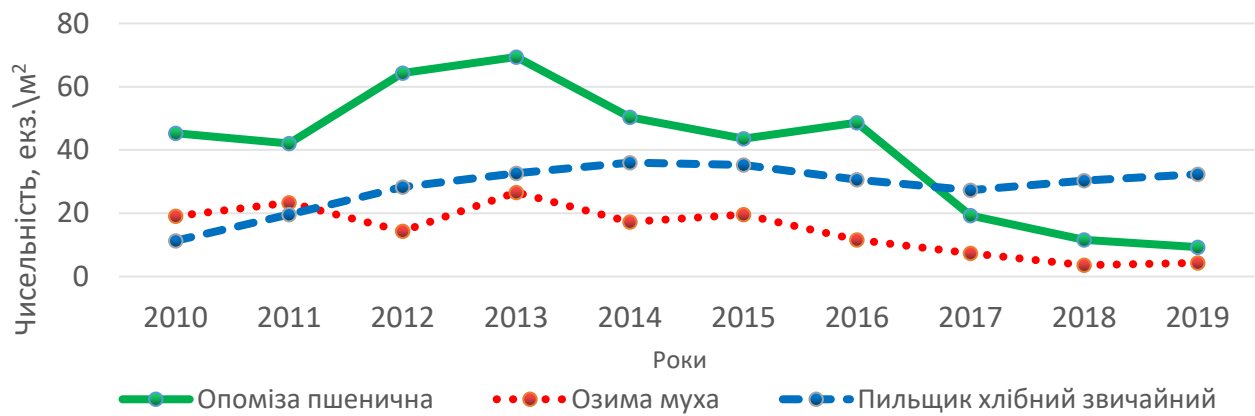


Рис. 4.4. Динаміка чисельності внутрішньостеблових шкідників навесні на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2010–2019 рр.

Навесні чисельність дротяників залежала від комплексу факторів, зокрема від вологості та температури ґрунту. Так, у 2010–2015 роках кількість дротяників у 2 рази перевищувала економічний поріг шкідливості в порівнянні з 2016–2019 роками. При цьому механізми їх контролю виявились умовою формування популяцій цих фітофагів у Лісостепу України.

Чисельність личинок пластинчастовусих навесні коливались від 0,3 до 16 екз./м². Кількість їх у 2010, 2011, 2013, 2014, 2015 роках перевищувало чисельність фітофагів в інші періоди спостережень, що залежало від вологості, температури ґрунту та інших чинників (рис.4.5).

За роки досліджень, для більшості шкідників, поширених у регіоні спостережень, характерними виявились спалахи їх чисельності за окремими циклами. Вони розвивалися синхронно в досліджуваних популяціях регіону спостережень, але амплітуда, період коливань і числовий рівень фітофагів коливався.

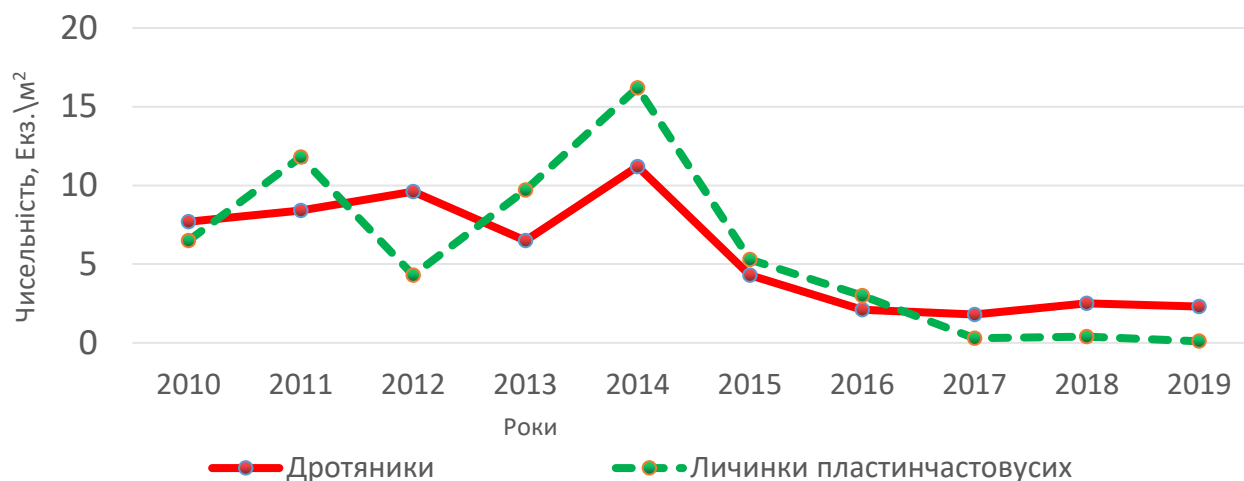


Рис. 4.5. Динаміка чисельності ґрунтових шкідників навесні на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2010–2019 рр.

Особливість сучасних технологій і захисту сільськогосподарських культур характеризувалося стабільністю складу пов'язаних із рослинами фітофагів. Заслуговує на увагу те, що аналогічна картина виявилася характерною не тільки для шкідників пшениці озимої, а й для видів, пов'язаних переважно з живленням на інших рослинах у попередниках. Однак, здебільшого виявлені види комах праплялися на пшениці озимій лише спорадично (**рис. 4.6**).

Так, восени посіви пшениці озимої заселяли головним чином представники рядів Твердокрилі (*Coleoptera*), Напівтвердокрилі (*Hemiptera*), Двокрилі (*Diptera*), Рівнокрилі (*Homoptera*) та інші. У весняний період вегетації ентомокомплекс формувався з кінця березня – початку квітня.

Достовірні зміни структур і чисельності фітофагів пшениці озимої відмічено у фазі: сходи – кушіння (дротяники, несправжні дротяники, підгризаючі совки, злакові мухи, попелиці, цикадки, хлібний турун); вихід у трубку (попелиці, хлібні клопи, п'явиці, хлібні блішки); цвітіння – досягання зерна (клопи, злакові попелиці, трипси, хлібні туруни, пильщики, хлібні жуки та інші).

У 2002 – 2019 роках основними шкідниками, які завдавали значної шкоди в Лісостепу виявились і злакові попелиці (*Aphididae*), а також клопи (*Scutellaridae*), хлібні жуки (*Anisoplia austriaca* Н.), пшеничний трипс (*Haplothrips stritici* М.),

хлібний турун (*Zabrus tenebrioides* G.), чорна пшенична муха (*Phorbia securis* P.), опоміза пшенична (*Opomyza florum* F.).

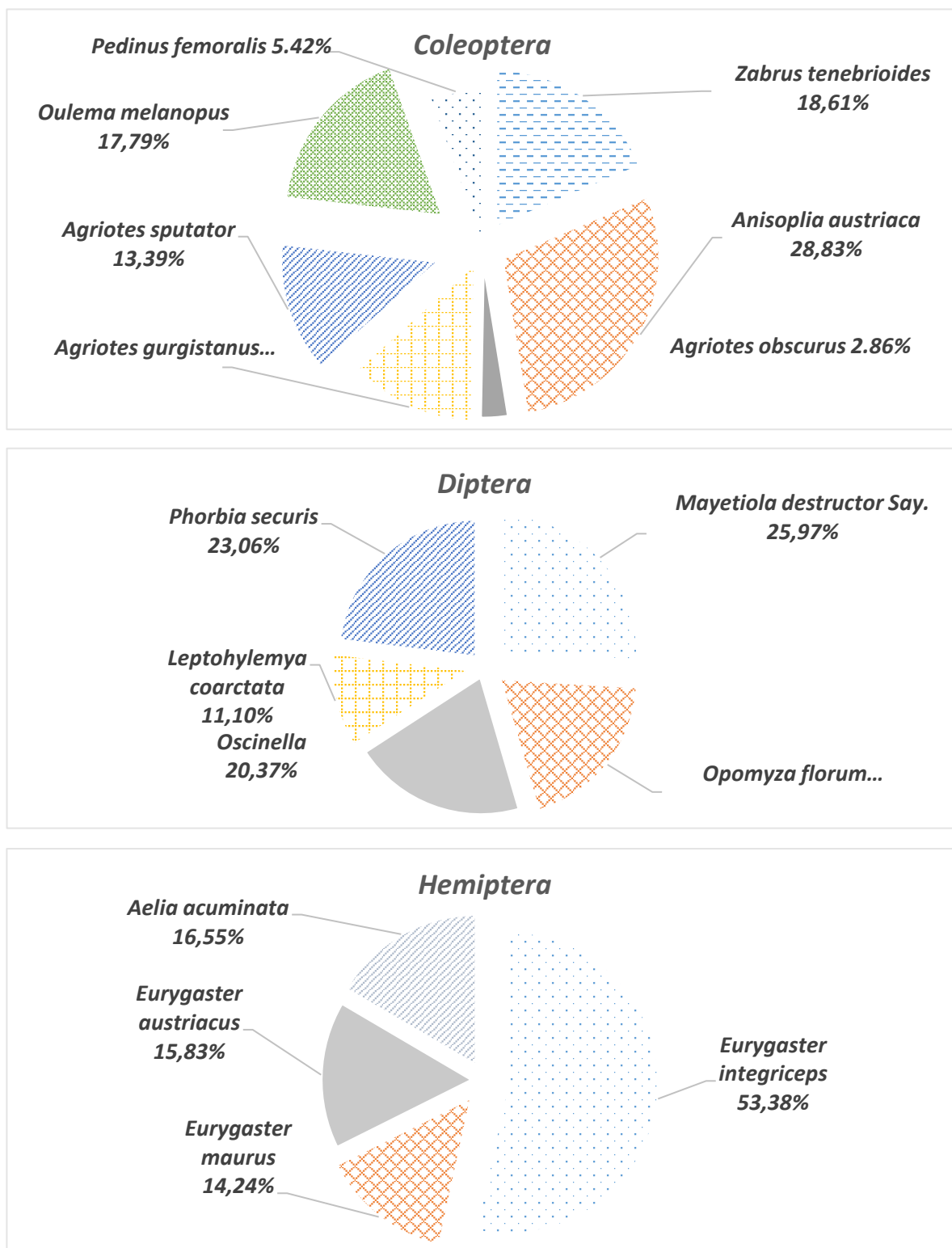


Рис. 4.6. Структура домінуючих видів комах-фітофагів на посівах пшениці озимої в Лісостепу України (Полтавська обл., Миргородський р-н, с. В.Обухівка, поле № 2, в середньому 2010 – 2019 рр.)

Однак, у разі порушення агротехніки вирощування польових культур у короткопільних сівоzmінах і сприятливих погодних умов кількість комплексу фітофагів перевищувала економічні пороги шкідливості (ЕПШ).

Так, чисельність злакових мух (*Chloropidae*) і опомізи пшеничної (*Opomyzidae*) становила до 45 екз./100 помахів сачка. Основний вплив на заселеність рослин шведськими мухами (*Oscinella*), чорною пшеничною мухою (*Phorbia securis* P.) та опомізою пшеничною (*Opomyza florum* F.) проявляли як строки посіву, так і погодні умови.

Порівняно високою чисельністю цих видів шкідників відмічалась у 2008 році з достовірним перевищенням ЕПШ. Погодні умови, що склалися в осінній період 2014–2019 рр. (тривала і тепла погода) сприяли заселенню посівів злаковими (*Chloropidae*) та квітковими мухами (*Anthomyidae*), попелицями (*Aphididae*) і цикадками (*Cicadellidae*).

Водночас, в осінній період пшениці озимої завдавали шкоди попелиці (*Aphididae*) та цикадки (*Cicadellidae*). Чисельність їх коливалась від 55 до 167 екз./м². Шкідливість їх залежала від систем захисних заходів і погодних умов в період осінньої вегетації пшениці озимої.

Порівняно тепла суха погода сприяли масовому розмноженню цих фітофагів у фазі сходи-кущіння, особливо на ранніх строках сівби порівняно нестійких сортів. У період весняно-літньої вегетації відчутної шкоди посівам пшениці озимої завдавали клоп шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* P.), хлібні жуки (*Anisoplia austriaca* H.), хлібний пильщик (*Cephus pygmeus* L.), а після стерньових попередників - хлібна жужелиця (*Zabrus tenebrioides* G.) і гесенська муха (*Mayetiola destructor* Say.).

Пошкодження стебел личинками хлібного пильщика (*Cephus pygmeus* L.) спостерігалось як за оптимальних строків сівби, так і за порівняно пізніх строків переважно на варіантах із високим агрофоном. Однак, посушливі погодні умови сприяли як розвитку фітофага, так і скороченню фази колосіння й наливу зерна пшениці озимої.

Характерно, що посіви пшениці озимої протягом всіх років заселяли хлібні жуки (*Scarabaeidae*) (переважно хлібний жук-кузька) за середньою чисельністю 1,6-2,3 екз./м². Між тим їх щільність перевищувала ЕПШ на основних посівах і становила залежно від умов вирощування 14-29 екз./м².

Порівняно невисокою чисельністю злакових попелиць та трипсів супроводжувались посіви пшениці озимої на фоні порівняно низьких норм формування мінеральних добрив. Однак, на фоні основного внесення NPK понад 90 кг/га чисельність фітофагів також достовірно зростала.

Залежно від попередників шкідливість ґрунтових видів комах-фітофагів залежала від умов росту й розвитку пшениці озимої. Найбільш поширеними з родини Коваликів (*Elateridae*) виявились посівний темний, смугастий, широкий та інші.

П'явиця червоногруда (*Oulema melanopus* L.) за внесення високих норм туків завдавала істотної шкоди районованим сортам пшениці озимої.

Блішки (*Phyllotreta vittula* Redt., *Chaetocnema hortensis* Geoffr., *Ch. aridula* Gyll.) і хрущі (*Anisoplia* Serv.) заселяли переважно посіви пшениці озимої з порівняно ранніми строками появи сходів.

Цикадки (*Macrostelus laevis* Rib., *Psammotettix striatus* L., та ін.) як шкідливі види мали значення в основному як переносники вірусної інфекції переважно на фоні інтенсивного застосування мінеральних добрив у формі туків.

Пшеничний трипс (*Haplothrips tritici* Kurd.) в роки досліджень не завдавав відчутної шкоди посівам пшениці озимої.

Клопи також складали одну із численних груп фітофагів (*Eurygaster* Lap., *Aelia* F.). Роль окремих видів цієї групи в господарському плані виявилась у межах похибки дослідів. Шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.), як один із найнебезпечніших шкідників колосових культур, істотно зменшував обсяги отримання зерна сильної та цінної пшениці. У 2010 – 2019 рр. відзначена позитивна роль ентомофагів у зниженні його чисельності та шкодочинності за сучасних технологій захисту рослин.

Достовірні заміни в популяційних циклах основних видів шкідників пшениці озимої встановлені із 3-6-річними проміжками (табл. 4.2). Водночас порівняно

високі показники коливань температури повітря позитивно впливали на динаміку розмноження шведської, пшеничної, гессенської мух і клопа шкідливої черепашки.

Доцільно відмітити, що мухи складали порівняно велику групу фітофагів (*Opomyza Fallén*, *Agromyza*, *Phytomyza*, *Hydrellia*, *Oscinella Beck.*, *Chlorops Mg.*, *Phorbia* і ін.). Роль окремих видів цієї групи в господарському плані виявились високою. Так, чорна пшенична муха (*Phorbia fumigata* Meigen) в останні роки є одним із найнебезпечніших шкідників пшениці озимої та знижувала обсяги отримання зерна практично в усі роки спостережень.

Таблиця 4.2

**Популяційні цикли шкідників пшениці озимої
(Лісостеп України, 2002 – 2019 рр.)**

№	Вид комах, роки масових розмножень	Тривалість масових розмножень, у роках	Проміжки в роках між черговими масовими розмноженнями, роки
1	Шведська муха (<i>Oscinella frit</i> L.) (2002, 2006, 2012, 2017)	3	3–4
2	Пшенична муха (<i>Phorbia secura</i> Tien.) (2002, 2003, 2006, 2010, 2014)	2	3–4
3	Гессенська муха (<i>Mayetiola destructor</i> S.) (2002, 2003, 2007, 2009, 2011, 2015)	2	4–5
4	Хлібні жуки (<i>Anisoplia austriaca</i> H.) (2002, 2003, 2009, 2011, 2015)	1	3–4
5	Хлібна жужелиця (<i>Zabrus tenebrioides</i> G.) (2002, 2007, 2011, 2015)	2	5–6
6	Клоп шкідлива черепашка (<i>Eurygaster integriceps</i> Put.) (2002, 2004, 2007, 2009, 2015)	1	3–4

Так, масові циклічні розмноження комах-фітофагів спостерігати за досліджуваних умов зовнішнього середовища. При цьому, динаміка популяцій комах в роки підвищення чисельності, відрізнялася за особливостями формувань агроценозів, що вказує на наявність відмінностей за локальними погоднокліматичними та іншими чинниками. Це враховано в нових інноваційних технологіях контролю комплексу шкідливих видів комах на основних етапах органогенезу пшениці озимої.

Механізми і окремі закономірності та причини формувань багаторічної динаміки чисельності досліджуваних популяцій окремих видів комах визначені за особливостями сезонного розвитку й розмноження. Застосування показників чисельності у технологіях вирощування пшениці озимої дозволило системно регулювати комплекс заходів захисту, як на видовому, так і на популяційному рівнях.

4.2. Твердокрилі фітофаги

У Лісостепу України щорічно відчутної шкоди завдає хлібний жук – жук-кузька (*Anisoplia austriaca* Н.), що належить до ряду Твердокрилі – *Coleoptera*, родини Пластинчастовусі – *Scarabaeidae*. Жук виїдає зерна злаків у період молочної стиглості, а тверді зерна вибиває на ґрунт. Особливо сильно пошкоджує пшеницю ранніх строків досягання. Личинки пошкоджують корені пшениці та корені інших культур рослин.

Жук є 12,8-16 мм завдовжки, тіло синювато-чорне з металічним блиском; голова, передньоспинка і щиток із зеленим блиском; має пластинчасто-булавоподібні вусики; надкрила темно-каштанові з чорною квадратною плямою біля щитка. Личинка розміром до 35 мм, С-подібно зігнута, біла, з буро-жовтою головою, 4-членистими вусиками й ногами.

У роки спостережень літ жуків тривав із кінця травня до початку серпня, але в окремі роки ці строки коливалися в межах двох тижнів; масовий літ – з 11 червня до 25 липня. Жуки були активні в спекотні сонячні дні, вони живились на колосі пшениці озимої.

Через два тижні після виходу починалося відкладання яєць, для чого самка заривалася у ґрунт на глибину 10-15 см і відкладала яйця невеликими купками, за 2-3 прийоми по 30-40 штук. Через три тижні з яєць виходили личинки, що живились перегноєм і дрібними корінцями різних рослин, у тому числі культурних, личинки старших віків – переважно корінням. Восени вони переходили у ґрунт на глибину 30-80 см, а навесні знову піднімалися до поверхні. Упродовж літа линяли двічі.

Установлено, що хлібні жуки, зокрема хлібний жук-кузька, розмножувались із циклічністю 6-11 років, і в областях із порівняно невисокою чисельністю личинок до $0,5 \text{ екз./м}^2$. Цей фітофаг завдавав певної шкоди в роки інтенсивної сонячної інсоляції, тоді як в інші періоди цей фітофаг не розвивався на сходах пшениці озимої. Характерно, що в окремих областях регіону досліджень кількість личинок хлібних жуків місцями становила $2,7 \text{ екз./м}^2$, а за протруєння насіння інсектицидами чисельність личинок хлібних жуків не перевищувала $0,5 \text{ екз./м}^2$ (рис. 4.7).

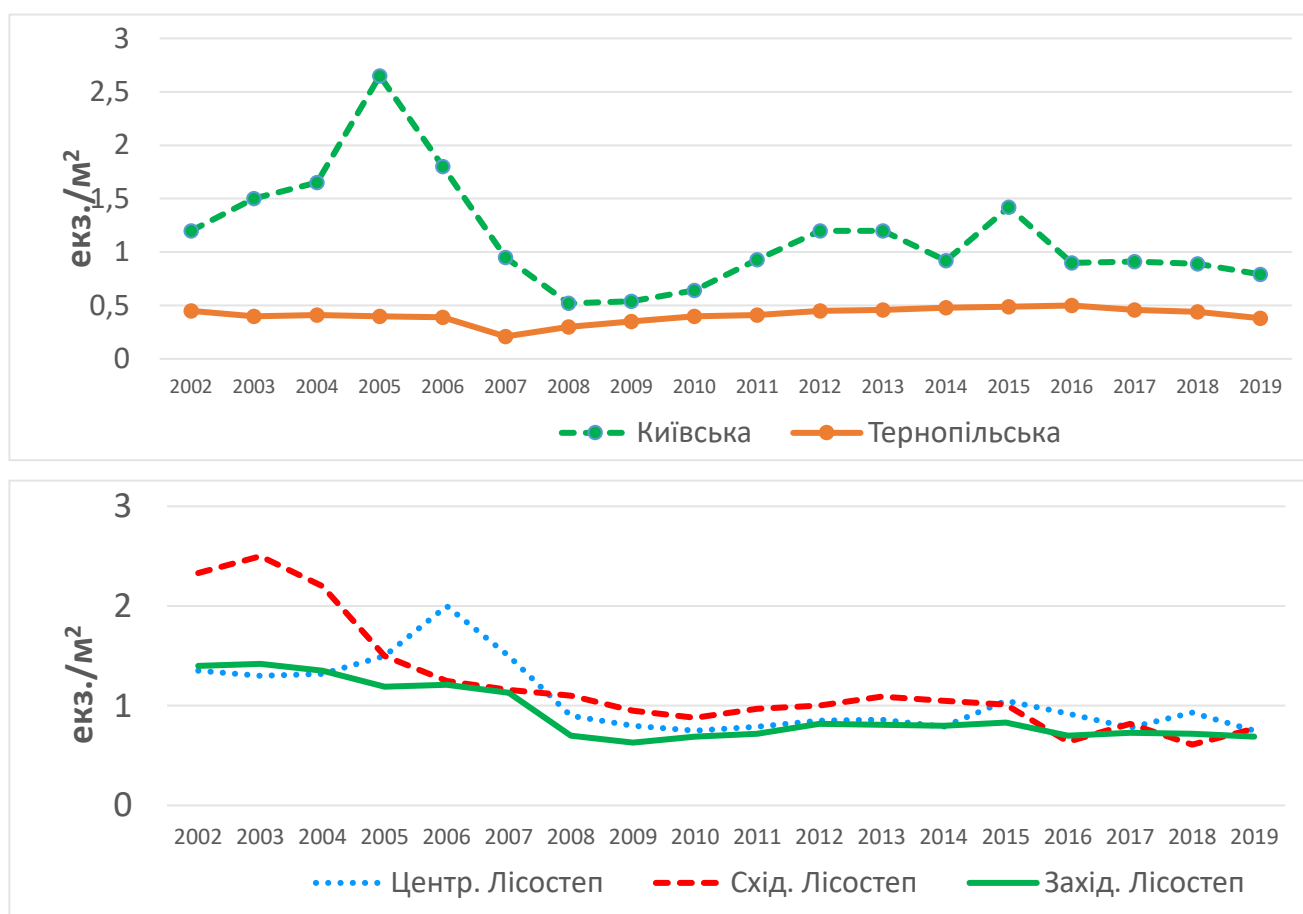


Рис. 4.7. Чисельність личинок хлібних жуків (*Anisoplia austriaca* Н.) на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Водночас сезонна динаміка популяцій імаго хлібного жука-кузьки також формувалася циклічно. Достовірне зниження ступеня заселення пшениці озимої хлібним жуком спостережено в 2006, 2007 роках, а порівняно високою заселеністю посівів пшениці озимої хлібним жуком помічені 2002 – 2005, 2009, 2012, 2015 і 2019 роки. Це свідчить про важливість контролю чисельності хлібного жука-кузьки із

застосуванням інсектицидів як для протруєння насіння, так і для обприскування пшениці озимої в період колосіння – наливу зерна (рис. 4.8).

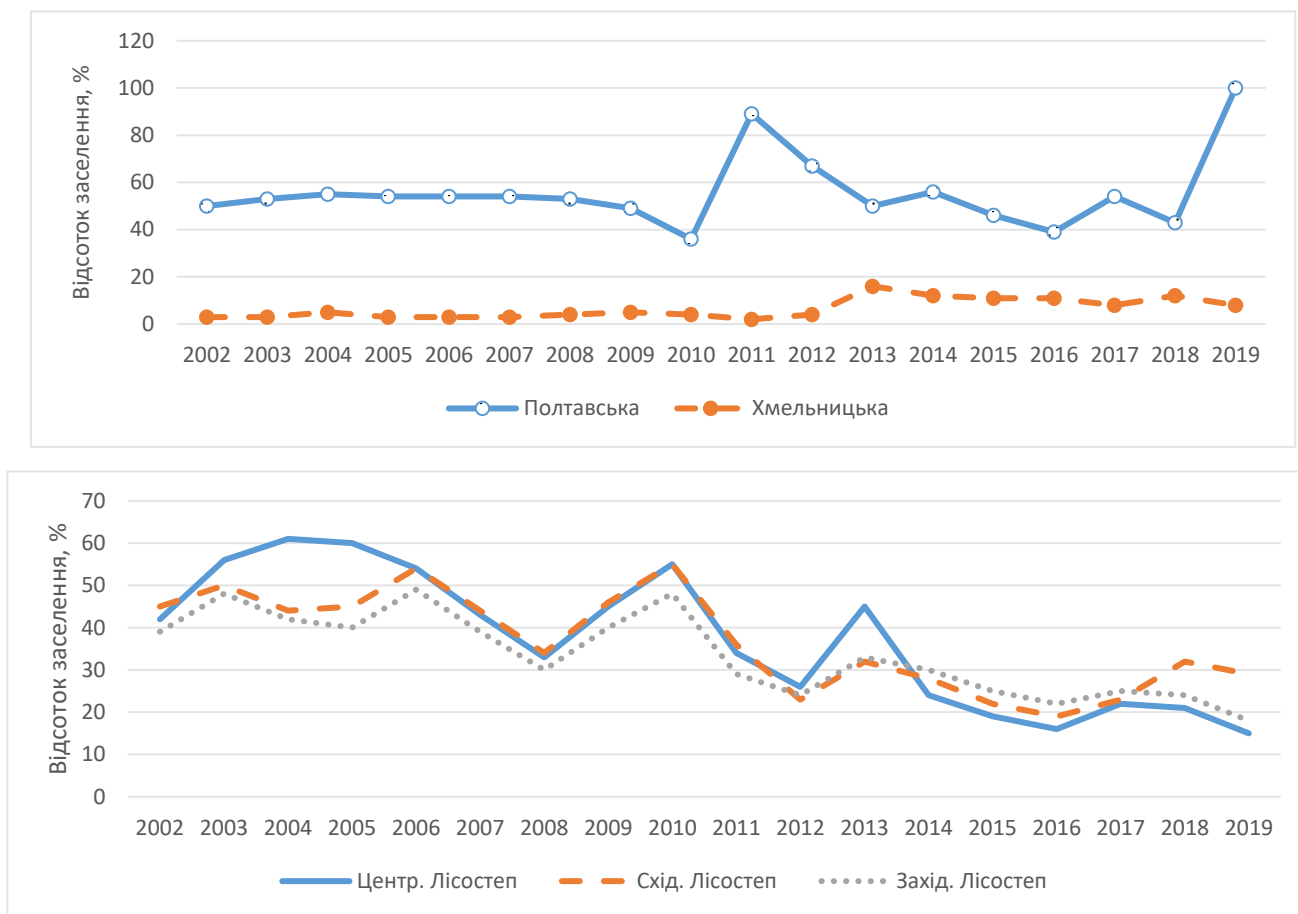


Рис. 4.8. Заселеність посівів пшениці озимої імаго хлібного жука-кузьки в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

Особливістю моніторингу хлібних жуків є оцінка інтенсивності їхньої міграції в областях спостережень під час застосування спеціальних захисних заходів.

Зокрема, під час протруєння насіння захисно-стимулюючими сумішами із застосуванням інсектицидів контактної-системної дії кількість як личинок, так й імаго хлібного жука-кузьки, а також показники заселених площ цим фітофагом зменшилися в 7-8 разів у 2015, 2017 – 2019 роках порівняно з 2010 – 2014 рр.

Тим часом в 2008, 2009 роках хлібні жуки практично не заселяли пшеницю озиму, що свідчить про основне значення коливань погоди у виживанні імаго й личинок, а також впливу на них систем захисних заходів, що підтверджує важливість

контролю хлібних жуків на посівах пшениці із застосуванням моделей прогнозу кількісних показників формувань популяції в регіоні спостережень (рис. 4.9).

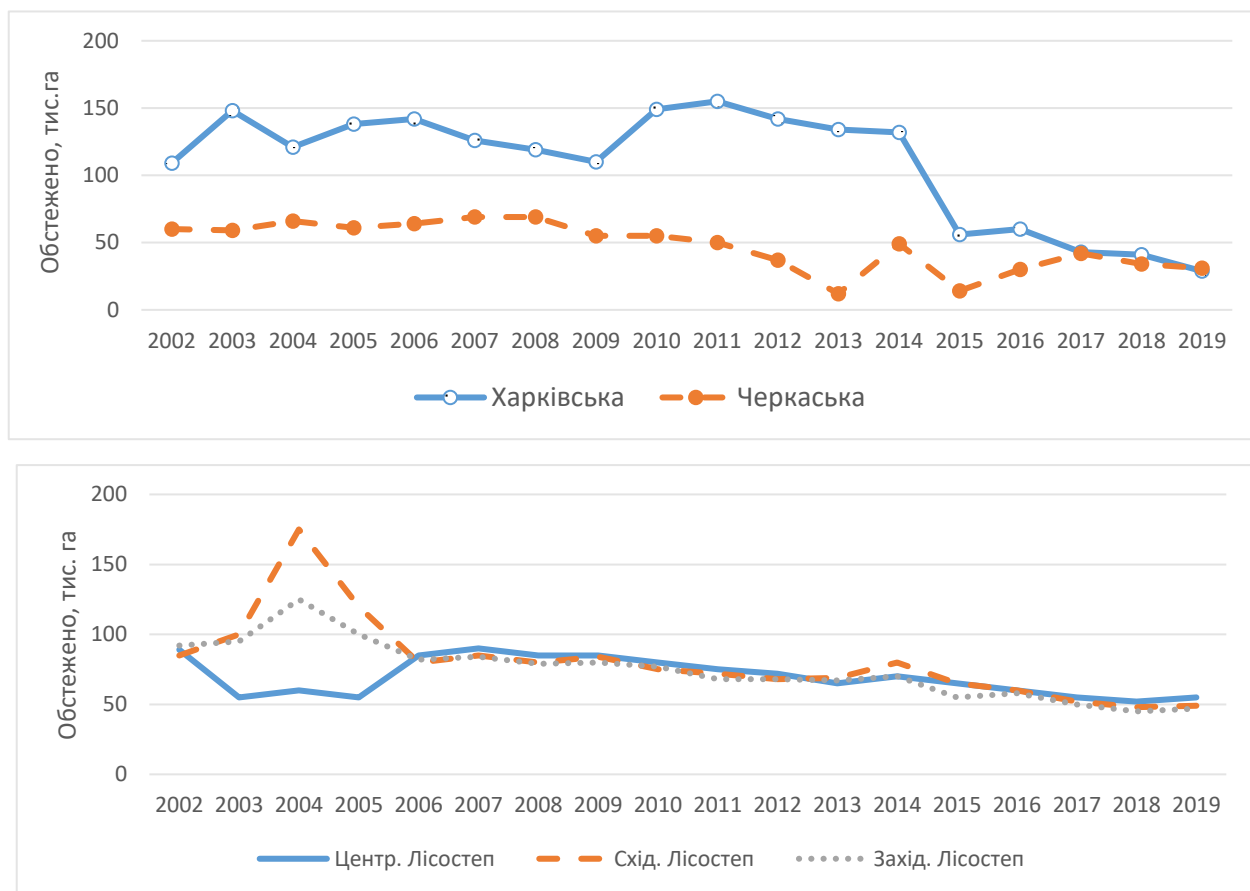


Рис. 4.9. Моніторинг хлібних жуків на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

У регіоні досліджень хлібні жуки заселяли пшеницю озиму на назначених площах у Полтавській, Харківській, Київській областях із достовірно меншими їх кількостями в Хмельницькій та Вінницькій областях. У Тернопільській області ці фітофаги інтенсивно заселяли посіви у 2012, 2014, 2017 роках порівняно з іншими роками досліджень. У 2008 – 2009 рр. ці фітофаги не були виявлені на посівах пшениці озимої в усіх базових господарствах спостережень, що пов'язано з комплексом абіотичних та інших чинників.

Отже, у сучасних умовах вирощування пшениці озимої особливого значення набувають розроблення і впровадження у виробництво моделей багаторічного прогнозу заселення посівів пшениці хлібними жуками з урахуванням коливань погоди, а також динаміки чисельності фітофагів у попередні роки спостережень. Це

сприятиме оптимізації систем захисту пшениці від хлібних жуків із застосуванням сучасних засобів захисту сходів і колосу пшениці від основних стадій розвитку хлібних жуків.

Так, у відносно посушливі роки, якими виявились 2002, 2009, 2017, 2018, 2019, личинки хлібних жуків мігрували в порівняно глибокі шари ґрунту до 35 см в осінній період і практично не пошкоджували сходів пшениці озимої. Однак у 2005, 2008, 2012 і 2016 роках ці фітофаги завдавали відчутної шкоди сходам пшениці озимої та викликали зменшення числа культурних рослин на 7-11 % порівняно з іншими роками досліджень.

Отже, важливість урахування особливостей як розвитку, так і розмноження личинок хлібних жуків, зокрема під час моделювання ступеня заселення ними пшениці озимої, сприяє оптимізації використання спеціальних препаратів для протруєння насіння інсектицидами. Заслуговує на особливу увагу фенологія хлібних жуків, а саме прискорення на 5-11 діб розвитку личинок та лялечок цих фітофагів, що помічено у 2009, 2017 і 2019 роках. Важливим є й показник співвідношення загальної чисельності ґрунтових фітофагів, які у структурі виявлених ґрунтових шкідників на 32-39 % представлені личинками хлібних жуків, а у структурі останніх на 62-75 % – личинками хлібного жука-кузьки.

Водночас заслуговує на увагу особливість міграцій хлібних жуків залежно від строків досягання й періоду вегетації пшениці озимої. Так, на порівняно пізніх сортах ці фітофаги інтенсивно розмножувались і достовірно спричиняли зменшення як кількісних, так і якісних показників зерна в колосі порівняно з ранньо- та середньостиглими сортами. Це свідчить про важливість додаткового живлення імаго на колосі пшениці озимої, що потрібно враховувати у структурі районованих та перспективних сортів і технологіях вирощування цієї культури в Лісостепу України. Виявлено, що в усіх областях превалює хлібний жук-кузька, який інтенсивно розмножується за сучасних систем землеробства (зокрема, на різних фонах і технологіях ведення рослинництва) та впливає на показники розвитку й отримання валових зборів урожаю зерна.

Моніторинг розвитку, розмноження та поширення хлібних жуків з уточненням механізмів формувань популяцій сприяє оптимізації норм і строків застосувань комплексу заходів захисту пшениці озимої від фітофагів у господарствах усіх форм власності.

В останні роки після стерньових попередників поширений хлібний турун (*Zabrus tenebrioides* G.) ряду Твердокрилих, родини Жужелиць. Жук 12-16 мм завдовжки, смолисто-чорний зі слабким металічним блиском. Надкрила опуклі, із глибокими дрібнокрапчастими борозенками. Вусики, гомілки, лапки буро-червоні.

Яйця розміром 2-2,5 мм, овальні, молочно-білі. Личинка до 28 мм, має три віка, які відрізняються за розмірами головної капсули й тіла. У личинок першого віку ширина головної капсули становить 1,1-1,2 мм, другого – 1,65-1,85, третього – 2,25-3,1 мм; довжина тіла – відповідно 5-12, 10-20, 18-28 мм. Голова та грудні сегменти тіла личинок темно-бурі, черевце личинок I, II і в середині III віку сіро-зелене, личинок, що закінчують живлення, – біле, а перед заляльковуванням – кремове. Лялечки відкритого типу, білі, перебувають у земляній колосочці.

У роки спостережень зимували личинки різного віку в ґрунті на глибині 20-40 см. Можуть перезимувати й жуки, проте, вони, як правило, заражені личинками мухи-фазиї й гинуть навесні, перед вильотом паразита. Живлення личинок навесні розпочиналось після розмерзання ґрунту і тривало (залежно від їх віку та температурного режиму) 5-7 тижнів. Пшениця озима в цей час перебувала у фазі кущіння та виходу у трубку. Заляльковування відбувалось у земляних колосочках на глибині від 20-30 до 50-70 см у південних районах наприкінці квітня – на початку травня, у північній частині ареалу – у другій половині травня.

Розвиток лялечки тривав 15-25 діб. Жуки починали виходити на поверхню ґрунту в період формування зерна озимої пшениці, масово – у фазі молочної стиглості. Жуки вели переважно присмерковий спосіб життя. Удень вони перебували в різних сховищах, а після заходу сонця піднімалися по стеблах до колоса, де вигризали спочатку зав'язь, а пізніше м'яке зерно пшениці. Живлення більшості жуків закінчувалось до настання жнив, після чого вони, особливо в жаркі посушливі роки, ховалися у ґрунт залежно від його вологості та накопичення жирового тіла на

глибину 10-50 см, де перебували у стані літньої діпаузи. Залежно від температури й особливо вологості ґрунту цей стан тривав 20-30 діб і більше. Коли у ґрунтову камеру, де вони діпаузують, потрапляла волога, жуки знову ставали активними. Вони з'являлись на поверхні ґрунту зазвичай у другій половині серпня – на початку вересня. За сприятливих умов зволоження ґрунту жуки спарювались і самиці відкладали яйця у спеціальні маленькі камери у ґрунті на глибині до 10 см. Одна самиця відкладала 50-70 яєць. За посушливої погоди плодючість самиць різко зменшувалась. Ембріональний розвиток тривав близько 10-15 діб. Відродження личинок спостерігалось залежно від умов зволоження ґрунту від кінця серпня до настання заморозків.

Личинки живились сходами пшениці озимої, до того ж живлення може продовжуватися і під снігом. Личинки об'їдали молоде листя сходів, залишаючи тільки жилки. Пошкоджені рослини мали «змочалений» вигляд. У місцях скупчення личинок рослини гинули, а на посівах утворювались плями у вигляді «лисина». Після перезимівлі личинки поновлювали живлення на посівах пшениці озимої до заляльковування. Шкідник розвивався в одній генерації.

На чисельність та шкодочинність жужелиці впливали ентомофаги й хвороби. З паразитів найпоширеніша муха тахіна – *Zaira Viviania cinerea* Fall., яка відкладала яйця на молодих жуках, унаслідок чого вони втрачали здатність до розмноження й після вильоту паразита гинуть. На личинках паразитували кілька видів із родів *Serphus* і *Microphthalma*. Яйця уражували яйцеїди з роду *Teleas* L., жуків та личинок хлібної жужелиці знищували хижі жужелиці, стафілініди, павуки, жаби, ящірки, птахи. В умовах надмірного зволоження ґрунту жуки та личинки уражувались збудниками грибних захворювань – фузаріозу та мускардинозу.

У 2002 – 2019 рр. помічено 4 цикли підвищення чисельності личинок хлібної жужелиці на посівах пшениці озимої, а значне збільшення їх кількості спостерігалось в 2002, 2009, 2015 та 2019 роках порівняно з іншими періодами спостережень.

Застосування сучасних протруйників-інсектицидів у 2012 – 2019 рр. сприяло зниженню чисельності фітофага до 0,2-0,6 екз./м² і в ці періоди не помічено масової

міграції фітофага на посіви зернових колосових культур, а виживання хлібної жужелиці спостерігалось головним чином після стерньових попередників, що важливо враховувати під час застосування нових систем захисту цієї культури від спеціалізованого виду шкідника з розрахунками динаміки чисельності личинок за моделями багаторічного прогнозу (рис. 4.10).

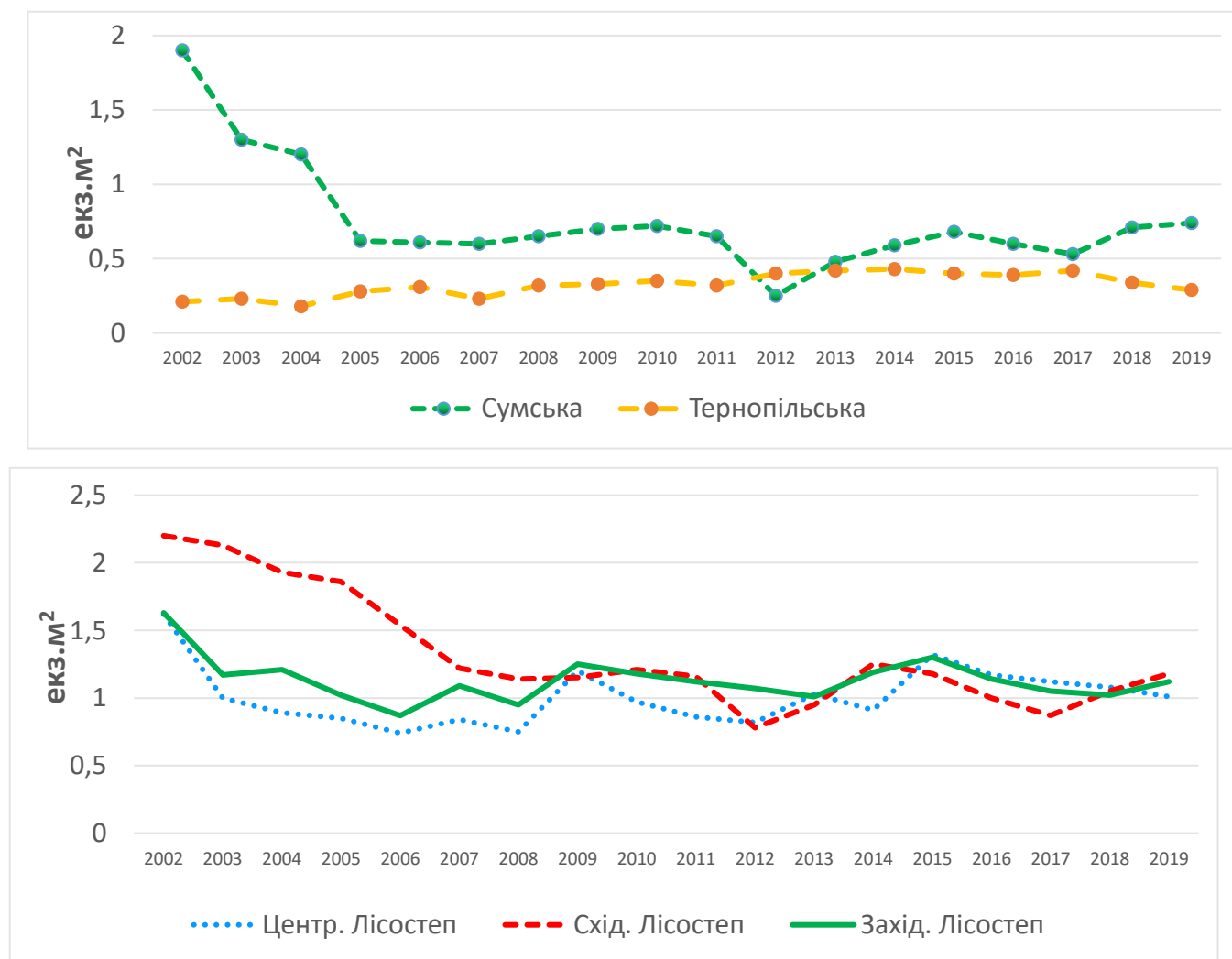


Рис. 4.10. Чисельність личинок хлібної жужелиці на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

Характерно, що в посушливі роки личинки, виявлені на посівах пшениці озимої в кінці жовтня – на початку листопада, і їх вплив на ріст та розвиток культурних рослин не супроводжувалися значним зменшенням густоти посівів цієї культури.

Хлібна жужелиця виявлена практично в усіх областях регіонів досліджень, головним чином за посіву пшениці озимої після стерньових попередників. У 2002,

2006, 2014, 2019 роках встановлене зростання чисельності цих фітофагів, порівнюючи з іншими роками спостережень. Порівняно низькою виявилася чисельність хлібної жужелиці в 2004, 2009 і 2017 роках, що свідчить про значний вплив на виживання цього фітофага чинників зовнішнього середовища, а також технологій і систем захисних заходів від комплексу шкідників пшениці озимої.

Хлібна жужелиця превалює в Полтавській області й в окремі роки в Сумській області, порівнюючи з іншими областями Лісостепової зони. Потрібно зазначити, що місцями порівняно великими осередками із чисельністю в середньому до 1,4 екземпляра цей фітофаг виявлений у Хмельницькій області, що також свідчить про значні зміни в структурі посівних площ, зокрема, насиченні польових сівозмін зерновими-колосовими культурами. У технологіях захисту пшениці озимої від хлібної жужелиці необхідно враховувати й особливості фенології фітофага, зокрема, показники гідротермічного коефіцієнта кількості опадів, а також сезонну й багаторічну особливість температури повітря і ґрунту, що в сумарному показнику впливають на ріст, розвиток, виживання й головним чином на строки виходу личинок із яєць фітофага, а також пошкодження хлібної жужелиці пшениці озимої в період вегетації.

Водночас доцільно брати до уваги, що в 2005, 2011, 2017, 2018 і 2019 роках ці показники негативно впливали на розвиток і виживання хлібної жужелиці, а личинки завдавали шкоду порівняно в пізні осінні періоди вегетації, що не впливало на перезимівлю, а також не викликало зменшення густоти посівів пшениці озимої в регіоні досліджень.

Отже, у формуванні популяцій фітофага основними є показники як сезонної, так і багаторічної динаміки чисельності, що формуються головним чином залежно від чинників зовнішнього середовища.

4.3. Напівтвердокрилі шкідники

За нових форм землекористування заслуговує на увагу сезонна динаміка чисельності комплексу видів клопів, зокрема клопа шкідливої черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) та елії гостроголової (*Aelia acuminata* L.), кількість яких в останні роки на посівах пшениці озимої щорічно поступово зростала. Характерно, що різке

коливання погоди виявилось оптимальним для розвитку й поширення цих видів шкідників генеративних органів пшениці озимої та інших зернових колосових культур у Лісостепу України.

Тіло імаго широкоовальне, довжина 9-13 мм, ширина 6-7 мм; забарвлення варіює частіше від світло-коричневого, або світло-сірого, до темно-сірого, в окремі роки чорного кольору. Голова трикутна, виличні пластинки й наличник закінчуються на одному рівні з її передньою частиною. Бокові краї передньоспинки округлі й опуклі.

Яйце завдовжки 1 мм; свіжовідкладене – зелене, потім темніє, на 5-6 добу стає помітним ембріон у вигляді малюнка, що нагадує якір.

Личинка першого віку чорна, розміром 1,3-1,5 мм, другого – зі світлим черевцем, голова і груди темні, розміром 2-2,3 мм; третього – сіра, із зачатками крил, 5-6 мм; п'ятого – солом'яного кольору, 8-10 мм, зачатки щитка та надкрил добре розвинені у вигляді трьох лопатей.

Упродовж року формувалось одне покоління, зимує у дорослому стані під опалими листками, рештками різних рослин, у полезахисних смугах та лісах, рідше – у садах та інших деревних насадженнях. Для зимівлі обирає освітлені й добре провітрювані ділянки з невисокою вологістю ґрунту та пухкою широколистою підстилкою. У полезахисних лісових смугах клопи концентруються на південній і східній сторонах. Навесні, під час прогрівання підстилки до 12-14 °С, клопи прокидались, а за температури 16-17 °С з'являлись на її поверхні. Їх масовий переліт на посіви пшениці починався, коли впродовж 3-5 діб денна температура повітря сягала не нижче за 18-19 °С. Щодо фенології деревних насаджень це збігалось з розпусканням бруньок на тополі, кленові й дубові літньому. Залежно від метеорологічних умов календарні строки виходу клопів у різні роки значною мірою коливались.

Першими починали вилітати самці, але поступово статеве співвідношення вирівнювалось. Співвідношення 1 : 1 є діагностичною ознакою завершення міграції шкідливої черепашки на поля. Спочатку після перельоту на посіви зернових колосових у прохолодні доби клопи жилились у нижньому ярусі стеблостою, ховаються у вузлах кущіння, у тріщинах та під грудочками ґрунту.

У сонячну й теплу погоду за температури понад 18 °С вони активні й завдавали істотної шкоди, пошкоджуючи рослини у фазі кушіння й виходу в трубку. Проколюючи хоботком стебло нижче зачатка колоса, клопи висмоктували соки рослини. У місці уколу утворювалась перетяжка, пошкоджені стебла довго залишались зеленими, але не колосились і поступово відмиralи. У разі уколу в стрижень колоса, який розміщений у пазусі листка, вище місця уколу виникала білоколосість.

Через 5-12 діб після перельоту й посиленого живлення починається відкладання яєць. Самиці відкладали їх у два ряди, найчастіше по 7 у кожному, на листки злаків, різних бур'янів, стебла, рослинні рештки, грудочки ґрунту. Період відкладання яєць тривав 40-50 діб. Одна самиця відкладала 200-350 і більше яєць. Масові розмноження шкідливої черепашки спостерігались у роки, яким передують два – три роки з ранніми строками виходу клопів із зимівлі та сприятливими умовами для відкладання яєць і розвитку личинок.

У роки спостережень спалахи чисельності шкідливої черепашки циклічні, тобто повторюються через різні проміжки часу, вони синхронізовані із циклами погоди, клімату, урожайності зернових колосових культур і сонячної активності, що чинили як прямий, так і опосередкований вплив на динаміку формувань ценозу, агроєкосистем та популяції, які їх заселяють.

Залежно від метеорологічних умов кількість яєць істотно варіювала, становлячи в роки масового розмноження 60-80 %, а в роки депресії – до 10-20 % від загальної яйцепродукції.

Через 6-20 діб з яєць відроджувались личинки, які не жилились до першого линяння. Їх живлення вегетативними й генеративними частинами злаків починалось із другого віку. Найбільшої шкоди завдавали личинки старших віків і клопи нової генерації, їх цикл завершувався в разі живлення зерном.

Популяція клопа шкідливої черепашки формувалась із циклами, що також визначалися 4-5 річними періодами, а зростання чисельності фітофага помічено в 2002, 2005, 2009, 2012, 2015 та 2018 роках, порівнюючи з іншими періодами спостережень. Водночас заслуговує на увагу, що застосування бакових сумішей

добрих і засобів захисту рослин як по вегетуючих рослинах, так і для протруєння насіння комплексом препаратів, регулює чисельність клопа шкідливої черепашки (рис. 4.11).

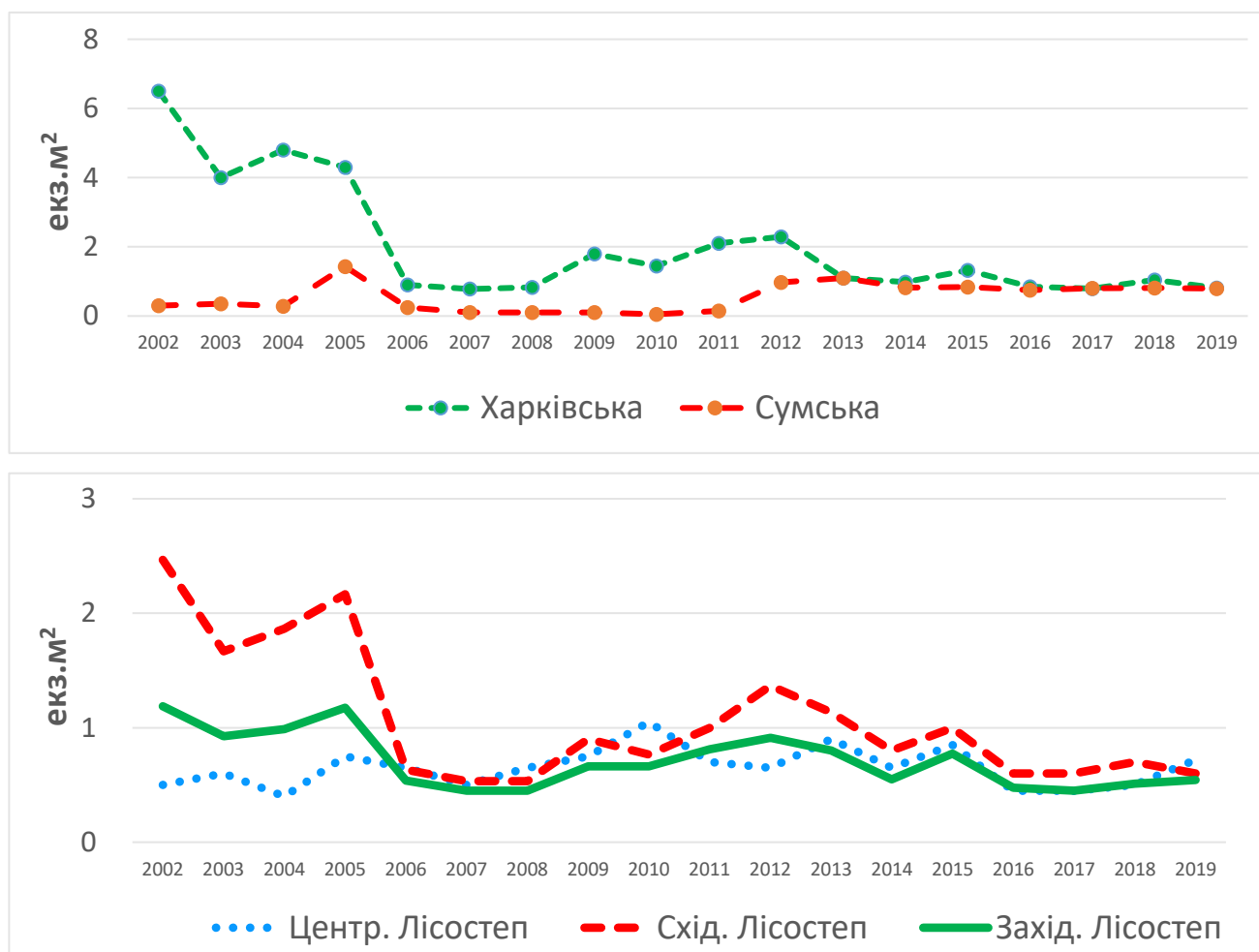


Рис. 4.11. Чисельність клопа шкідливої черепашки на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

Виявлено, що в порівняно сприятливих областях для розмноження клопа шкідливої черепашки чисельність фітофага зростає з періодами коливань популяції 4 роки і порівняно високі показники кількості цього шкідника помічені у 2004, 2007, 2010 і 2013 роках, порівнюючи з іншими періодами спостережень. Характерно, що за сучасних систем захисту пшениці озимої із застосуванням інсектицидів системної дії, чисельність клопа шкідливої черепашки зменшилась у 4,7-5,3 раза, що свідчить про важливість застосування сучасних систем контролю фітофага для підвищення

ефективності технології вирощування пшениці озимої в господарствах усіх форм власності.

В областях із порівняно невисокою чисельністю клопа шкідливої черепашки захисні заходи також виявились ефективними в контролі імаго та ефективності дії досліджуваних інсектицидів (рис. 4.12).

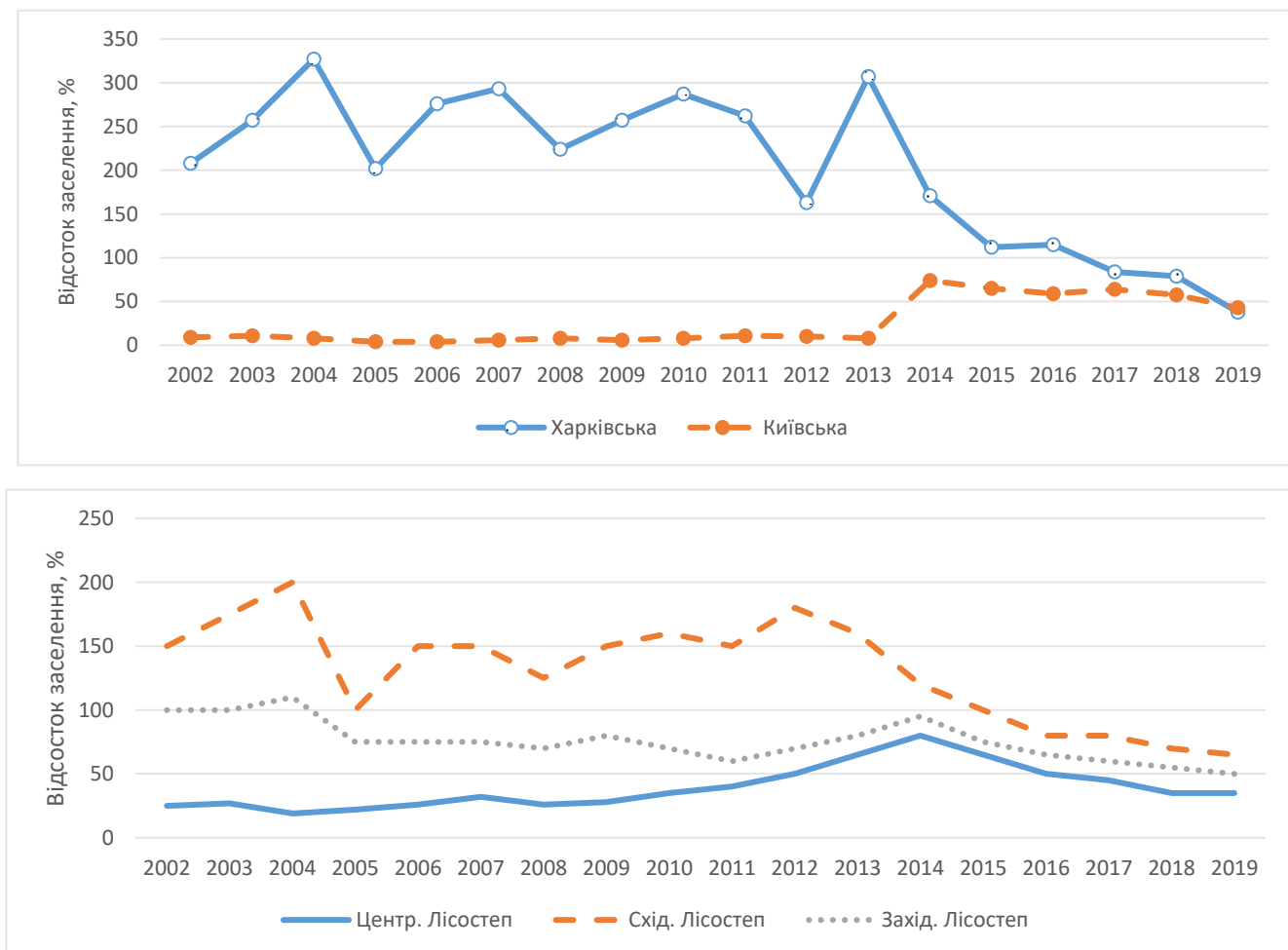


Рис. 4.12. Заселеність посівів пшениці озимої у фазу наливу зерна клопами шкідливої черепашки в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

Між тим зниження фітофага в місцях зимівлі помічено у 2005 році, що викликано коливанням погоди і, зокрема, негативним впливом на імаго шкідника як показників живлення, так й умов у місцях зимівлі. У 2014 – 2019 рр. відзначене значне зниження чисельності клопа шкідливої черепашки в місцях зимівлі, що зумовлено застосуванням комплексу технологій захисту пшениці озимої від фітофага із внесенням інсектицидів, а також оптимізацією прийомів контролю міграції фітофага за розробленими моделями прогнозу.

Установлені піки чисельності клопа шкідливої черепашки з багаторічною циклічністю, що підтверджено в інших регіонах спостережень науковцями й пунктами сигналізації та прогнозу України (рис. 4.13).

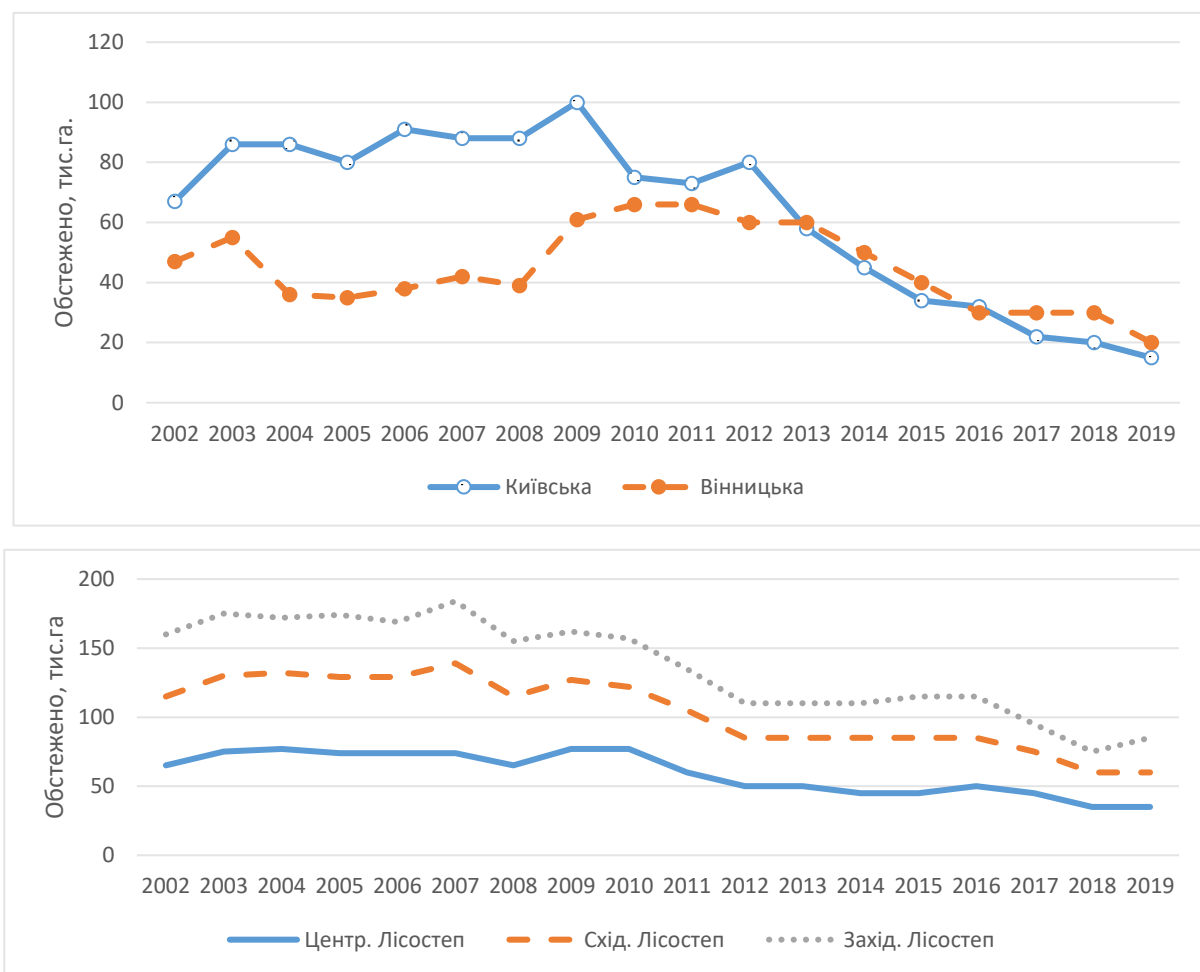


Рис. 4.13. Моніторинг шкідливої черепашки на пшениці озимій у місцях зимівлі (ліси, лісосмуги), в середньому 2002–2019 рр.

У роки досліджень у Вінницькій, Київській, Черкаській, Полтавській і Харківській областях клоп шкідлива черепашка завдавав порівняно високої щорічної шкоди, а його чисельність коливалася на рівні економічного порогу шкідливості. Зауважимо, що в Харківській області цей фітофаг проявляв порівняно високу екологічну пластичність із пристосуванням до абіотичних та інших чинників, що відбувалося в оптимальному режимі середовища.

Достовірних змін у формуванні популяції фітофага не спостерігалось, а у 2002, 2004, 2005, 2012 і 2018 роках цей фітофаг формувався з показниками високої чисельності та додаткові заходи для контролю шкідника в господарствах усіх форм власності виявились обов'язковими як проти дорослої стадії, так і личинок. Варто зазначити, що у Хмельницькій, Тернопільській і частково в Сумській областях клоп шкідлива черепашка розмножувався періодично із циклами понад 3 роки, що свідчить про закономірну залежність популяції від факторів зовнішнього середовища й пояснюється сумарним впливом температури повітря, вологості повітря, а також ентомофагів і хижих видів організмів на кількісні та якісні показники динаміки чисельності комах-фітофагів за сучасних систем землеробства в господарствах усіх форм власності.

Отже, у нових технологіях захисних заходів доцільно враховувати як сезону, так і багаторічну динаміку розмноження клопа шкідливої черепашки та застосовувати розроблені моделі прогнозу чисельності фітофага в період вегетації культурних рослин. Це сприятиме оптимізації застосування препаратів як системної, так і контактно-системної дії проти личинок і дорослої стадії фітофага та виживання виду, а також формування популяцій Лісостепу України.

Нагальним є питання щодо механізмів контролю структури ентомокомплексів у Вінницькій, Полтавській та Харківській областях, де на посівах пшениці озимої у структурі клопів превалює клоп шкідлива черепашка. Характерно, що цей вид виявляє стійку високу динаміку виживання в умовах різких коливань погоди. Личинки клопа шкідливої черепашки виявились також пластичними до змін і коливань погоди в регіоні спостережень, що також необхідно прогнозувати із застосуванням розроблених моделей.

Потрібно зазначити, що особливість механізмів саморегуляції фітофагів, а також роль спеціальних хімічних заходів захисту пшениці озимої від клопа шкідливої черепашки та інших комах-фітофагів полягає в тому, що в останні роки ці шкідники на 3-5 діб раніше заселяють генеративні органи пшениці порівняно з іншими періодами спостережень. Показники загальної кількості обстежених гектарів і чисельність клопа шкідливої черепашки в нових агробіоценозах є показником щодо

прогнозу розвитку, розмноження та виживання, а також динаміки популяцій у Лісостепу України.

Таким чином, розроблені моделі прогнозу чисельності клопа шкідливої черепашки і системи з підтримання прийняття рішення з комплексного управління ентомокомплексами, основною складовою частиною якого є кількісні та якісні показники динаміки формувань популяцій, сприяють комплексному застосуванню профілактичних та спеціальних заходів захисту пшениці озимої від фітофагів.

4.4. Лускокрилі шкідники

Відомо, що популяціям, зокрема совки озимої, притаманні циклічні коливання чисельності, обумовлені внутрішньо-популяційними механізмами, які спостерігалися в 2004, 2009, 2013, 2017 роках досліджень. Так, на зниження чисельності гусениць совки озимої в 2015 – 2019 рр. вплинули погодно-кліматичні умови, що призвело до зниження чисельності у період розвитку яєць та гусениць першого віку шкідника.

У роки спостережень гусениці жилились рослинами з багатьох ботанічних родин. Метелик розміром 40-50 мм. Передні крила бурувато-сірі (іноді майже чорні) із трьома характерними темними плямами (ниркоподібною, круглою і клиноподібною), облямованими тонкою чорною лінією; задні – у самця білі, у самки – білувато-сірі.

Яйце розміром 0,5 мм, півкулясте, ребристе (16-20 радіусів), з приплюснутою основою; свіжовідкладене – молочно-біле, згодом темнішає.

Гусениці перших трьох віків землисто-сірі, або сірувато-рудуваті, матові, останніх віків – із глянцевою епікутикулою, уздовж спини темна вузька смуга; черевних ніг п'ять пар, довжина гусениці шостого віку – до 52 мм; лобні шви сходяться біля потиличного отвору.

Лялечка близько 20 мм, червоно-бура, на анальному сегменті два шпичаки.

Зимували гусениці шостого віку на глибині 10-25 см. Витримували зниження температури до мінус 11 °С. Перезимівля залежала від розвитку жирового тіла. Гусениці молодших віків гинули за температури нижче -5 °С. З настанням

підвищених весняних температур гусениці піднімалися у верхні шари ґрунту і на глибині 5-6 см заляльковувалися в овальних земляних камерах. Розвиток лялечок тривав 25-35 діб. Літ метеликів на півдні починався із середини квітня, у лісостеповій зоні – у третій декаді травня. Початок льоту та його тривалість визначалися погодними умовами року. Метелики були активними у присмерки та вночі, вдень ховалися під листям бур'янів та в інших укриттях. В їхньому розвитку відмічено додаткове живлення імаго нектаром на квітучій рослинності. Яйця відкладали по одному або невеликими групами на нижньому боці листків і черешків бур'янів, на сухі рослинні рештки або на легкий, добре оброблений ґрунт із рідкою рослинністю. У середньому одна самиця відкладала від 470 до 640 яєць, що залежало від умов живлення гусениць і метеликів. Ембріональний розвиток за температури повітря 28-30 °С тривав 2-5 діб, а за 10-12 °С – 24 доби.

Відомо, що популяції совки озимої притаманні циклічні коливання чисельності, які обумовлені внутрішньо-популяційними механізмами та їх коливанням в 2004, 2009, 2013, 2017 роках досліджень. Так, на зниження чисельності гусениць совки озимої в 2015 – 2019 рр. вплинули погодно- кліматичні умови і спеціальні заходи захисту сходів пшениці озимої від шкідників, що сприяло зниженню чисельності фітофага в період відкладання самицями яєць та розвиток гусениць першого віку (рис.4.14).

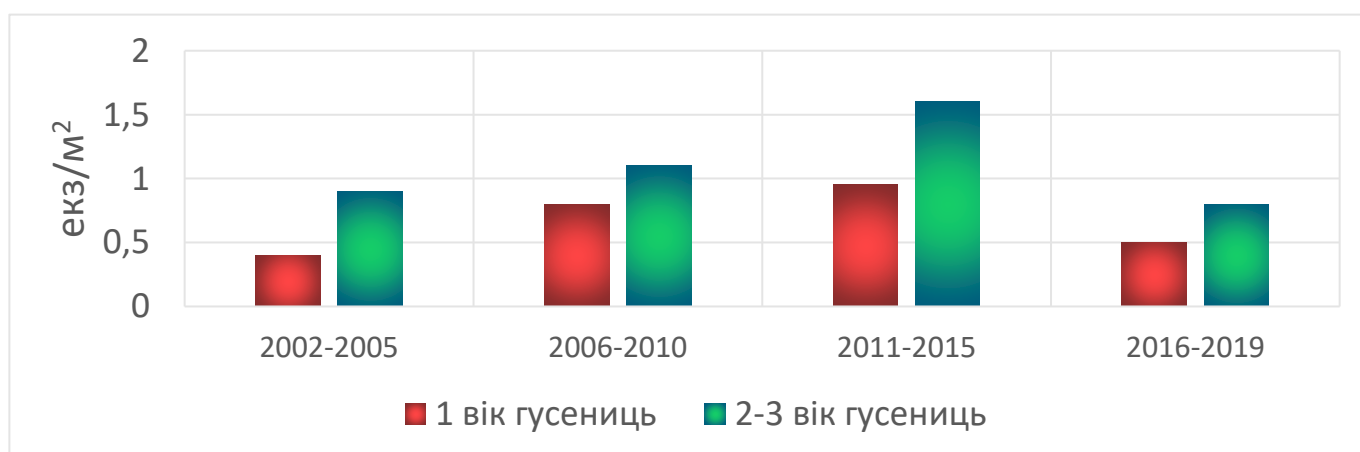


Рис. 4.14. Динаміка чисельності гусениць совки озимої на пшениці озимій у Лісостепу України (2002 – 2019 рр.)

Гусениці першого покоління з'являлись наприкінці травня – на початку червня. Залежно від температури повітря вони розвивались 20-60 діб. Закінчивши живлення,

гусениці у ґрунті на глибині 1-6 см перетворюються на пронімфу, а через 2-10 діб – на лялечку. Через 11-14 діб вилітали метелики другого покоління, літ яких тривав близько двох місяців; яйця відкладали зазвичай у серпні, а наприкінці місяця з'являлись гусениці. Тривалість розвитку одного покоління становила 50-70 діб за суми ефективних температур 640-860 °С.

4.5. Двокрилі шкідники

В сучасних технологіях вирощування пшениці озимої доцільно проводити моніторинг як шкідливих, так і корисних видів комах за етапами органогенезу пшениці озимої. Встановлено, що порівняно високою чисельністю комплексу шкідливих і корисних двокрилих видів комах на пшениці озимій є фази виходу у трубку і молочно-воскової стиглості культури. Водночас багаторічна динаміка чисельності фітофагів, зокрема личинок двокрилих фітофагів, зростала у вологі роки на 12-18 %, порівнюючи з посушливими, що доцільно врахувати в сучасних технологіях вирощування пшениці озимої із застосуванням як організаційно-господарських, так і спеціальних хімічних та біологічних засобів захисту пшениці від фітофагів (рис. 4.15).

Водночас числові показники останніх не перевершували перших, оскільки відмічена перевага впливу на види та популяції температури повітря, ґрунту й кількості опадів. Аналіз спалахів масового розмноження окремих фітофагів підтвердив, що ці спалахи не випадкові та мають 6-річну циклічність.

Встановлено, що популяції основних комах-шкідників, які формуються восени, проходять за циклічними коливаннями чисельності, а в окремі роки вона зростає до 3,7 разів незалежно від фізіологічного стану пшениці озимої порівняно з контролем. Однак багаторічні коливання структур популяцій насамперед зумовлені внутрішньо популяційними механізмами, дія яких може бути підсилена або зменшена зовнішніми чинниками, наприклад підвищенням температури повітря і ґрунту в період сходів та початку куціння пшениці озимої.

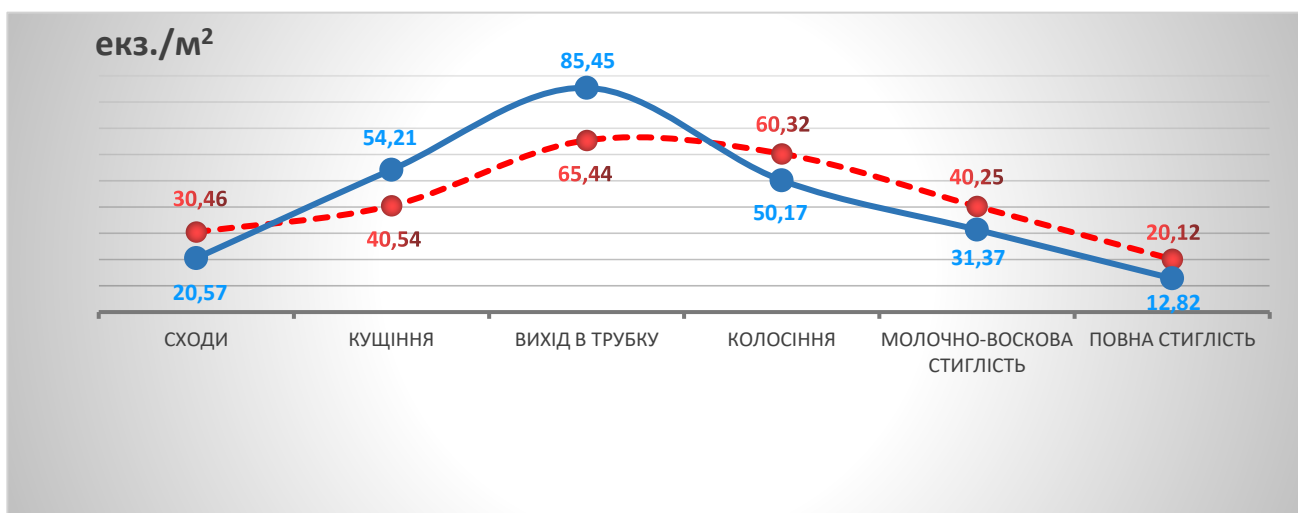


Рисунок 4.15. Динаміка розвитку двокрилих шкідників за фазами органогенезу пшениці озимої, в середньому за 2002 – 2019 рр.: «-----» – чисельність личинок двокрилих шкідників у порівняно вологі роки, екз./рослина; «.....» – чисельність личинок двокрилих шкідників у порівняно сухі роки, екз./рослина

У 2012 – 2019 рр. у Лісостепу України виявлені домінуючі двокорилі шкідливі види комах, які восени пошкоджували до 23 % рослин пшениці озимої. Водночас мінливий характер комплексу погодно-кліматичних факторів впливав на ентомокомплекс сходів пшениці озимої, зокрема на виживання личинок чорної пшеничної та шведських мух та інших видів шкідників. Установлено достовірне зростання на 12-17 % чисельності чорної пшеничної мухи порівняно з контролем, личинками якої пошкоджувалися сходи пшениці озимої і достовірно впливали на кількісні та якісні показники вегетуючих рослин пшениці озимої.

Чисельність як шведської, так і пшеничної мух залежала від строків посіву та появи сходів пшениці озимої, що спостерігалось на усіх системах обробітку ґрунту й досліджених способах застосування бакових сумішей агрохімікатів.

Особливого значення в регіоні досліджень набула чорна пшенична, а також шведська та місцями гессенська мухи. Так, чорна пшенична муха (*Phorbia securis* Tiens) виявилася найбільш небезпечною на початковому періоді розвитку пшениці озимої. Пошкоджені фітофагом стебла відрізнялися пожовтінням і засихали передусім центральні листки. За раннього заселення місцями гинула рослина. У

порівняно пізні фази вегетації стійкість рослин до пошкоджень достовірно підвищувалась.

Шкідливість личинок посилювалася за посушливої погоди, коли рослини відносно повільно розвивались і кушіння пшениці затримувалось. Протягом останніх років (2012 – 2019 рр.) на посівах пшениці озимої середня чисельність шкідника в осінній період коливалась у межах від 17,6 до 28,3 личинок/м². Найбільша їх кількість помічена в 2017, 2018 роках, коли кількість фітофага перевищувала ЕПШ, а пошкодженість рослин становила до 12,3-25,7 %.

У роки досліджень одним із небезпечних шкідників пшениці озимої були і шведські мухи *Oscinella* (*Oscinella frit*, *O. pusilla*), що належать до ряду Двокрилі – *Diptera*, родини Злакові мухи – *Chloropidae*. Вівсяна муха переважно спостерігалась у західному Лісостепу. Вид більш вологолюбний і менш теплолюбний порівняно з ячмінною мухою, проте, вона часто переважала в районах із порівняно високою кількістю опадів.

Ячмінна муха відрізнялася жовтими гомілками передніх та середніх ніг, на задніх – вузька затемнена перев'язь. Яйця білі, видовжено-овальні, у поздовжніх розгалужених борозенках, завдовжки 0,6-0,8 мм. Личинка біла, видовжено-циліндрична, із загостреним переднім і дещо розширеним заднім кінцем, на якому розміщені два м'ясистих відростки. Довжина личинок ячмінної мухи – до 5 мм. Пупарій світло-коричневий, завдовжки 1,8-3 мм.

Зимували личинки або пупарії всередині пагонів озимих, а також багаторічних злакових трав і бур'янів. Після перезимівлі частина личинок деякий час продовжувала живлення, потім формувала пупарії, де заляльковувалася. Виліт мух розпочинається наприкінці квітня – на початку травня і зазвичай збігається із закінченням фази весняного кушіння пшениці озимої. Період льоту розтягнутий, тому покоління мух важко розмежовувалось.

Для формування та відкладання яєць мухи додатково жилилися на квітках. Основна їх маса мігрувала на посіви ярих колосових і кукурудзи, де самиці відкладали яйця за або на колеоптиле, за піхви листків або на землю біля основи рослин. Розкущені посіви заселялись слабо. Розвиток яєць тривав 5-10 діб. Личинки

проникали всередину пагона, де виїдали конус росту й основу центрального листка, який жовтів і засихав.

У рослинах кукурудзи личинки пошкоджували лише його верхівку. У процесі росту таких рослин відбувалось їх самоочищення від личинок, які виносились назовні з молодими листками. Ці рослини виділяються характерним морфологічним виглядом верхівок листків. Личинки закінчували розвиток за 22-46 діб, після чого формували пупарії, де заляльковувались. В умовах жаркої сухої погоди основна маса личинок у пупаріях впадала в діапаузу, що спостерігалось у 2006, 2010, 2013, 2017, 2018, 2019 роках.

Виліт мух другого покоління збігався, як правило, із фазою виголошування – цвітіння пшениці озимої. Розвиток личинок цього покоління відбувався переважно на пливчастих культурах (ячмінь, овес), де вони пошкоджували квітки, зав'язі та зернівки.

Третє й четверте покоління розвивалися на падалиці колосових, сходах озимих, отаві злакових трав.

Друге й третє покоління розвивалися зазвичай факультативно, а в більшості районів Лісостепу України в посушливі роки вони зовсім не з'являлися, що спостережено у 2010, 2013, 2017 та 2019 роках.

Личинки вівсяної мухи пошкоджували жито, овес, пшеницю, кукурудзу, ячмінь та злакові трави, а ячмінна – пшеницю, ячмінь, кукурудзу, багаторічні злаки та бур'яни.

Шкідливість першого й останнього поколінь полягала у зниженні густоти посівів, а проявлялась циклічно із 3-4-річними проміжками на популяційному рівні.

Отже, сучасні системи захисту пшениці озимої від основних поколінь шведських мух сприяли ефективному контролю чисельності фітофага на рівні економічного порогу шкідливості.

Характерною особливістю дорослих стадій шведських мух виявився їх сезонний показник міграції на сходи пшениці озимої, що залежало від факторів зовнішнього середовища та росту й розвитку культурних рослин восени. Водночас щорічно імаго шведських мух превалювали в обліках порівняно з іншими видами двокрилих комах-

фітофагів, що доцільно враховувати за нових систем моніторингу й захисту пшениці від шкідників.

У роки досліджень застосування комплексу препаратів для протруєння насіння сприяло зниженню чисельності личинок шведської мухи з 23 екз./м² до 2-5 екз./м², що помічено в областях із порівняно високою, а також незначною чисельністю фітофага. Разом із цим у 2009 – 2013 рр. це спостережено під час застосування інсектицидів системної дії, а в 2015 – 2019 рр. зменшення кількості личинок простежено у випадку протруєння насіння інсекто- фугніцидною речовиною – імідаклопридом. Це потрібно брати до уваги під час протруєння насіння сучасних і перспективних сортів пшениці озимої України (рис. 4.16).

У базових областях спостережень ефективності застосування протруйників із характерною особливістю захисту сходів пшениці озимої на перших етапах органогенезу культурних рослин виявилось важливим із проведення моніторингу на посівах перших і ранніх строків, які заселялись фітофагом, і пошкодження рослин личинками шведської мухи достовірно зростало на порівняно високих площах, що становила в 2010 році 100-150 тис га, а в інші роки не перевищувала 75 і менше тис. га.



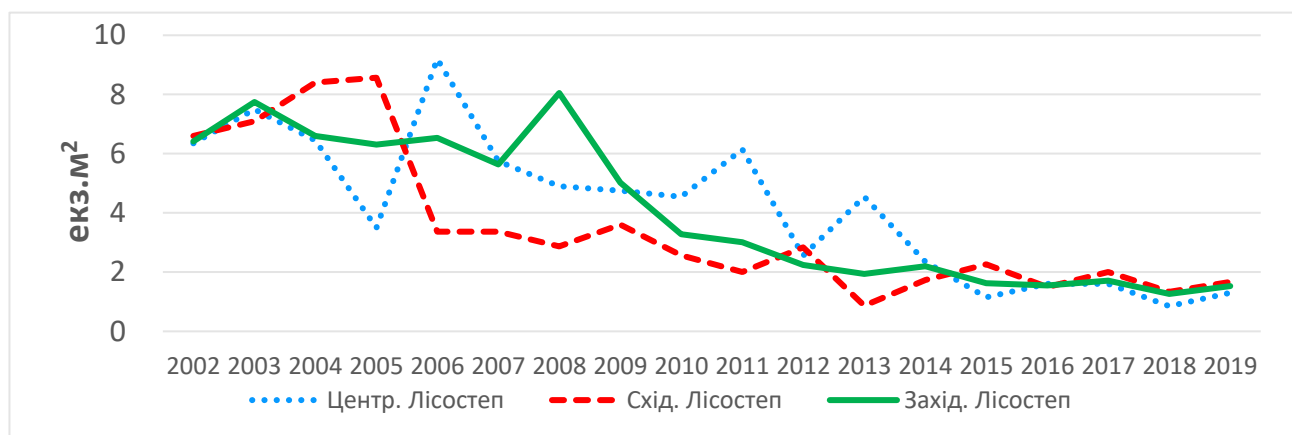


Рис. 4.16. Чисельність личинок шведської мухи на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

Водночас заслуговує на увагу значне зниження площ заселення шведською мухою в 2015 – 2019 рр., що є важливим в урахуванні моделей шведської мухи й оптимізації динаміки розвитку й поширення шкідника із застосуванням спеціальних інсектицидів для протруєння насіння пшениці озимої (рис. 4.17).

Характерно, що в 2002 – 2008 рр. у регіоні спостережень личинки шведської мухи заселяли від 0,5 до 6 % стебел пшениці озимої. Застосування нових систем захисту сходів пшениці озимої із протруєнням насіння інсектицидами контактної-системної дії і число пошкоджених стебел пшениці озимої не перевищувало 2 %, а в 2015 – 2019 рр. фітофаг пошкоджував менше ніж 1 % стебел пшениці як в областях із високим рівнем розвитку популяції, так і в порівняно низьких рівнях коливання популяції шведської мухи в Лісостепу України.



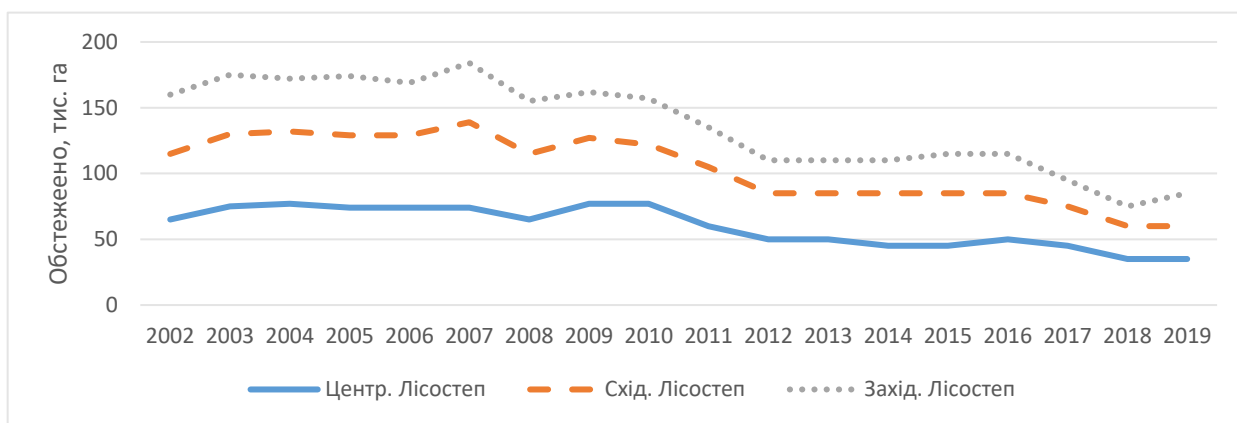


Рис. 4.17. Моніторинг шведської мухи на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

Фенологія й динаміка коливань чисельності личинок шведської мухи свідчить про важливість урахування в моделях прогнозу кількості фітофага в попередні роки (рис. 4.18).

Встановлено, що основні осередки спалахів шведської мухи коливаються із циклічністю 5 років за високих показників ступеня міграції цього фітофага на посіви пшениці та з 11-річним циклом коливань формування популяції фітофага в областях низької чисельності шведської мухи.

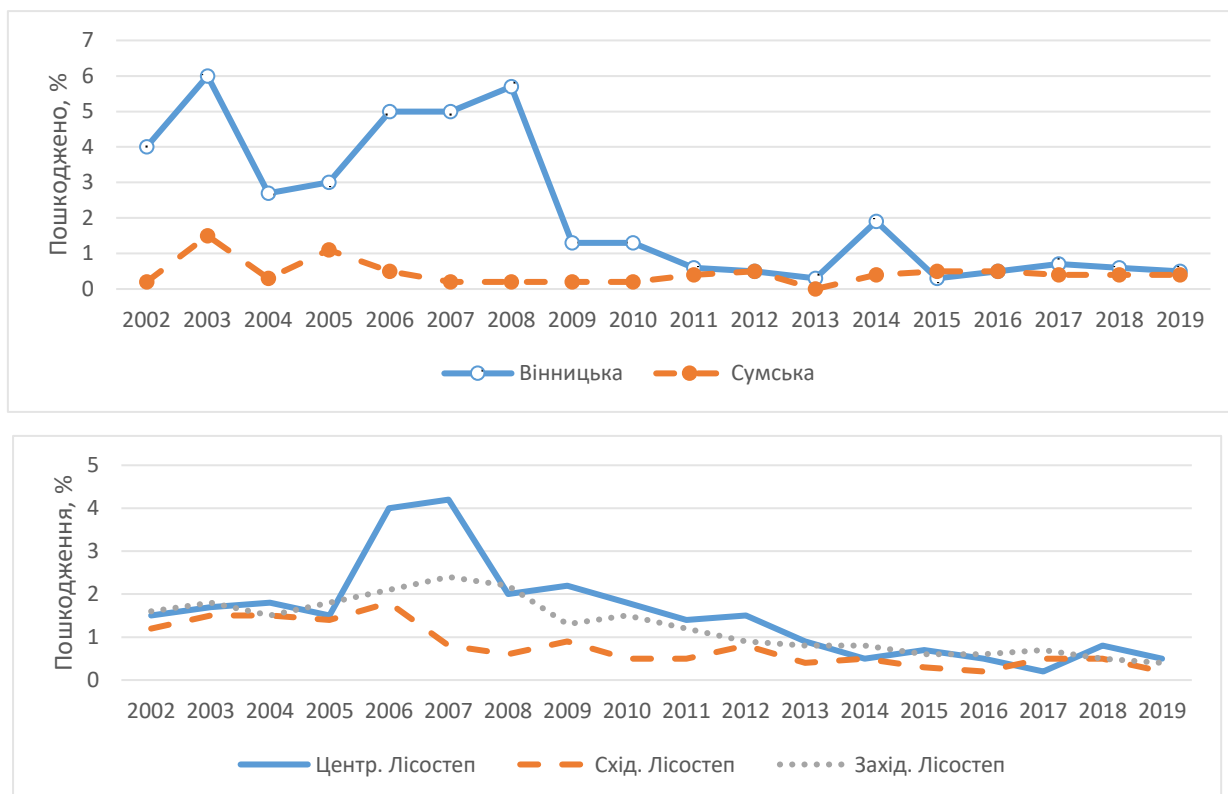


Рис. 4.18. Пошкодження рослин пшениці озимої личинками шведської мухи в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

Характерно, що піки зростання кількості заселених площ фітофагом спостерігалися в 2005, 2008, 2012, 2014 і 2016 рр. Це свідчить про особливості біології шведської мухи, яка залежить від коливань погоди й застосування системи заходів захисту культурних рослин із внесенням протруйників-інсектицидів для контролю ефективності бакових композицій (рис. 4.19).

Виявлено, що шведська муха заселяла в середньому 17-42 % обстежених посівних площ пшениці озимої. Водночас у Вінницькій, Київській, Черкаській, Хмельницькій, Тернопільській, Чернівецькій областях цей фітофаг заселяв до 86 % обстежених площ. Відносно інтенсивний розвиток фітофага помічено у Вінницькій та Хмельницькій областях, де кількість заселених площ з 2002 до 2012 роки виявилася в 2,3-2,8 % вищою порівняно з іншими областями і роками досліджень посівів пшениці озимої в Лісостепу України.

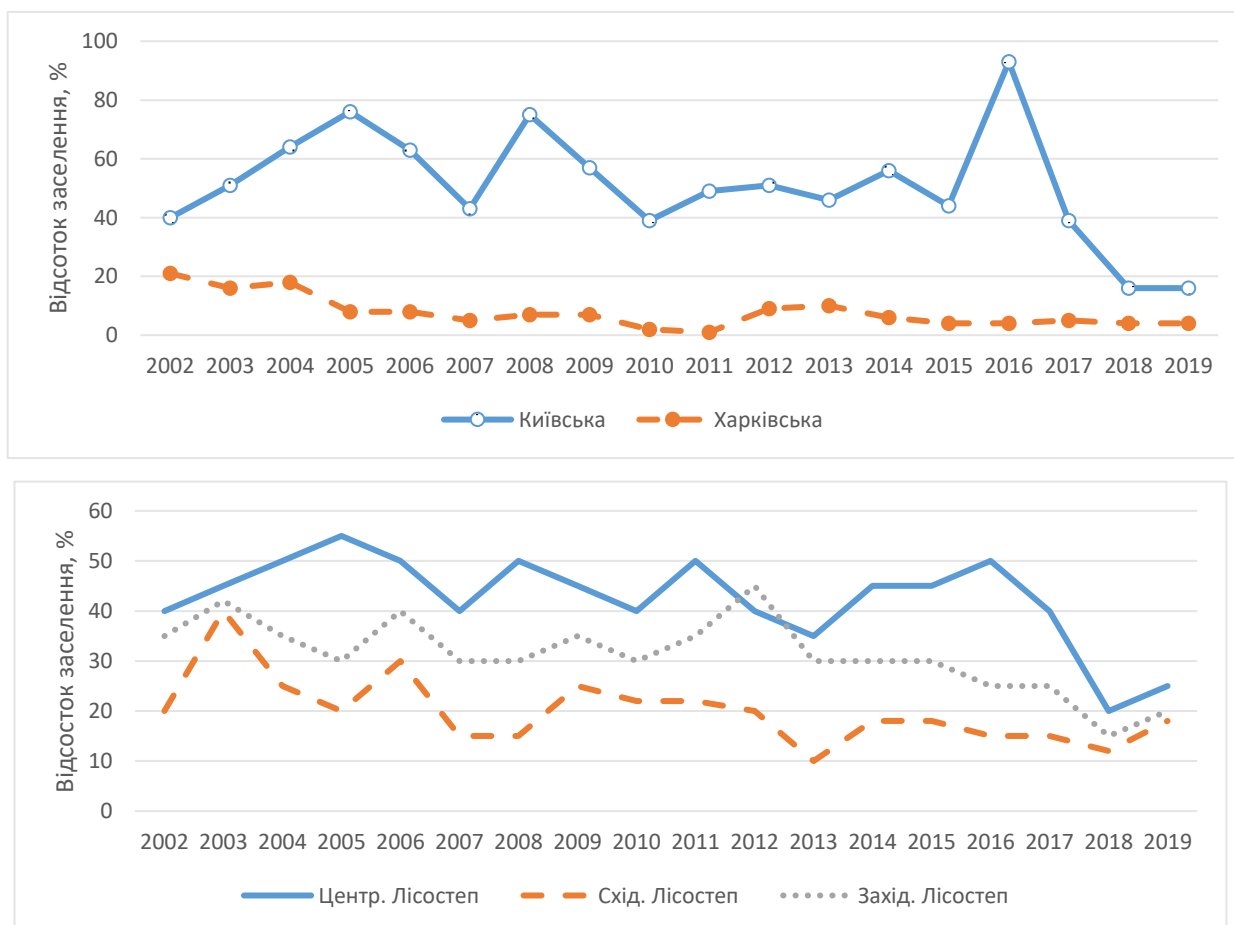


Рис. 4.19. Заселеність посівів пшениці озимої шведською мухою в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

Необхідно зазначити, що достовірне зростання площ, заселених цим фітофагом, простежено у 2004, 2006, 2007, 2009, 2013 роках, тоді як в інші періоди спостережень цей фітофаг проявляв депресію й кількість заселених площ пшениці озимої значно зменшилась. У 2016 і 2017 роках у Чернівецькій, Харківській областях шведська муха практично не розмножувалася на посівах пшениці озимої порівняно з іншими областями України.

Зауважимо, що значні коливання температури повітря, зокрема, їх підвищення в останні роки, зменшили і кількість заселених фітофагом площ, що свідчить про важливість розроблення моделей прогнозів таких коливань і розроблення рекомендацій щодо контролю фітофагів на видовому та популяційному рівнях за сучасних систем землеробства в Лісостепу України.

З 2012 року практично в усіх областях України встановлено достовірне зниження кількості личинок на 1м^2 , що також залежало від показників коливань погоди, а також систем захисту сходів пшениці із застосуванням інсектицидів для протруєння насіння.

В останні роки цей шкідник практично не заселяв пшеницю озиму у зв'язку з порівняно високою температурою повітря у вересні та жовтні, що впливало як на міграцію імаго фітофага, так і на виживання личинок під час їхнього виходу зі стадії яйця. Високий кореляційний зв'язок чисельності імаго, а також личинок залежно від температури повітря встановлено для всіх областей цієї зони. Динаміка популяцій шкідника свідчить про вірогідні фенологічні коливання й ареали фітофага, а також значний вплив личинок на ріст і розвиток пшениці озимої восени. Це необхідно враховувати в системах захисту пшениці озимої, головним чином у разі застосування бакових сумішей, протруйників восени. У сучасних системах захисту пшениці озимої від заселення шведською мухою потрібно застосовувати моніторинг багаторічної динаміки розмноження шкідника з оцінкою циклічності формувань популяцій цього виду.

Нагальним є питання своєчасного виявлення місць інтенсивного розмноження шведських мух, що дозволяє контролювати фітофага у часі та просторі. Так, у роки спостережень на площі 104 тис. га були проведені основні роботи щодо моніторингу шведської мухи в Лісостепу України. Це орієнтовно 18 % від загальної посівної площі пшениці озимої, і починаючи із 2013 р. кількість обстежених площ зменшилася майже в 5 разів, що тісно корелює із кількісними показниками чисельності імаго фітофага й личинок, які заселяли рослини значно менше економічного порогу шкідливості.

На особливу увагу щодо моніторингу й оцінки багаторічної динаміки чисельності заслуговують фітосанітарні спостереження, проведені у Вінницькій, Харківській, Черкаській та Полтавській областях. За результатами таких обстежень застосування спеціальних захисних заходів доцільно проводити як із визначенням показників кількості фітофага, так і його виживанням.

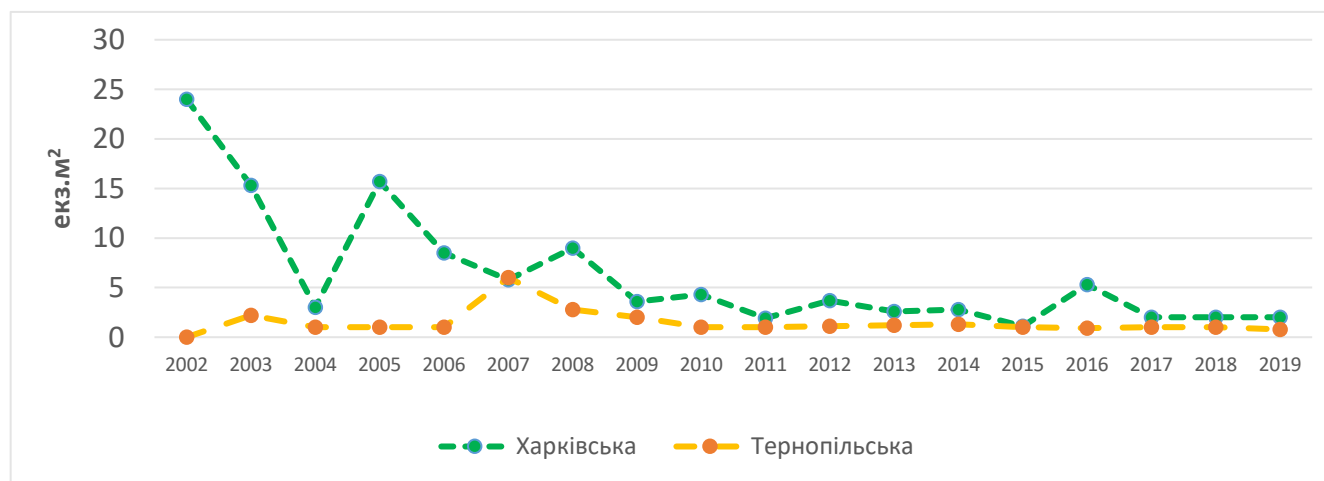
Наголосимо, що пшенична муха (*Phorbia securis* P., ряд Двокрилі (*Diptera*), родина Квіткові мухи (*Anthomyidae*)) також поширена на території лісостепової зони України й була виявлена протягом усього періоду досліджень. Виявлялася разом із дуже схожою за морфологічними й біологічними ознаками ярою мухою – *Phorbia genitalis* Schnab. Установлено, що імаго 4-5,2 мм завдовжки, оксамитово-чорна, груди слабо припорошені сріблясто-бурим пилком. Крила темні, задимлені.

Яйця білі, еліпсоподібні, завдовжки 1,2 мм. Личинка третього (останнього) віку 6-8 мм, форма тіла майже циліндрична, забарвлення від білуватого до жовтуватого.

Пупарій червонувато-коричневий, або буруватий, завдовжки 4,5-5,5 мм. Зимує у стадії пупарія у ґрунті на глибині 2-3 см або у стеблах озимих злаків. Виліт мух розпочинався дуже рано, впродовж першої половини квітня. Літала разом з ярою мухою. Яйця самиці відкладали за пазуху листків нерозкущених рослин та на бічні пагони слабо розкущених посівів озимих, а також за колеоптиле або піхву першого листка ярих. Розвиток яйця триває 2-8 діб. Личинка проникала всередину пагона й робила спіральний хід до конуса росту або зародка колоса, виїдаючи на своєму шляху всі ніжні тканини. Внаслідок пошкоджень жовтів і засихав центральний листок, пагін пригнічувався й відмирав. У разі пошкодження ярих до початку

кущіння зазвичай гинула вся рослина. Розвиток личинки тривав 20-30 діб, після чого вона утворювала пупарій у поверхневому шарі ґрунту, зрідка – у пошкоджених стеблах. Наприкінці серпня – упродовж вересня з більшості пупаріїв вилітали мухи другого покоління. Частина личинок у пупаріях перебували у стані діapaузи до весни наступного року. Мухи осіннього покоління разом із ярою мухою заселяли сходи озимих, де розвивалися і спричиняли пошкодження, аналогічне пошкодженню весняним поколінням ярих. Личинки, що завершили живлення, перетворювались у пупарії і зимували у полеглих стеблах.

Установлено, що в 2003, 2005, 2008, 2012, 2016 роках чисельність личинок пшеничної мухи зростала в 2,3-4,5 рази порівняно з іншими роками спостережень, однак застосування інсектицидів для протруєння насіння сприяло контролю чисельності фітофага на видовому та популяційному рівнях із кількістю личинок до 5 екз./м², що свідчить про високу ефективність токсикації сходів інсектицидами й важливість цього заходу для управління динамікою чисельності в Лісостепу України (рис. 4.20).



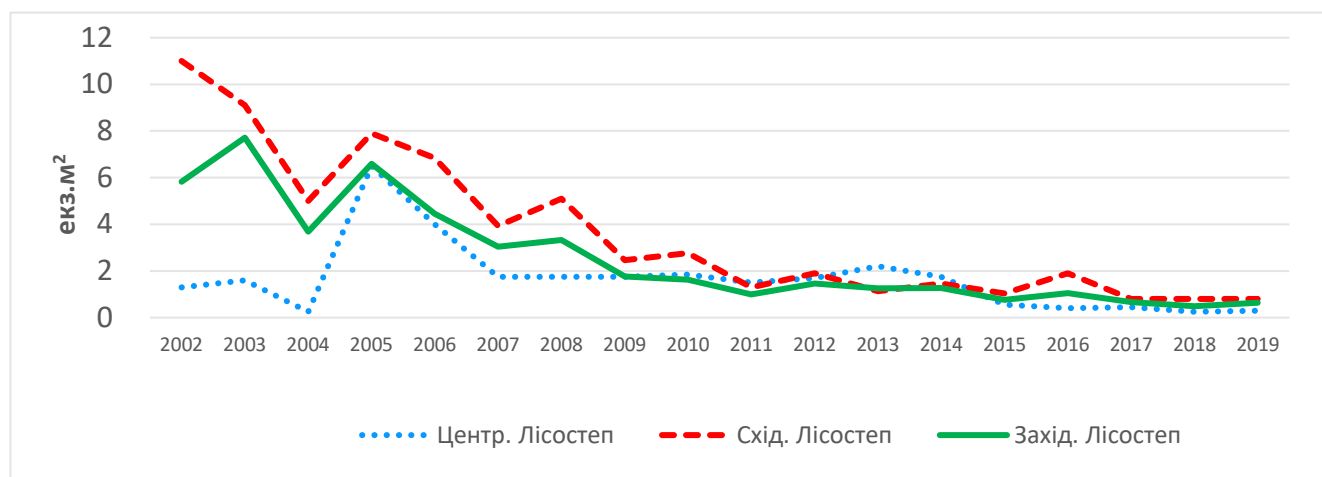
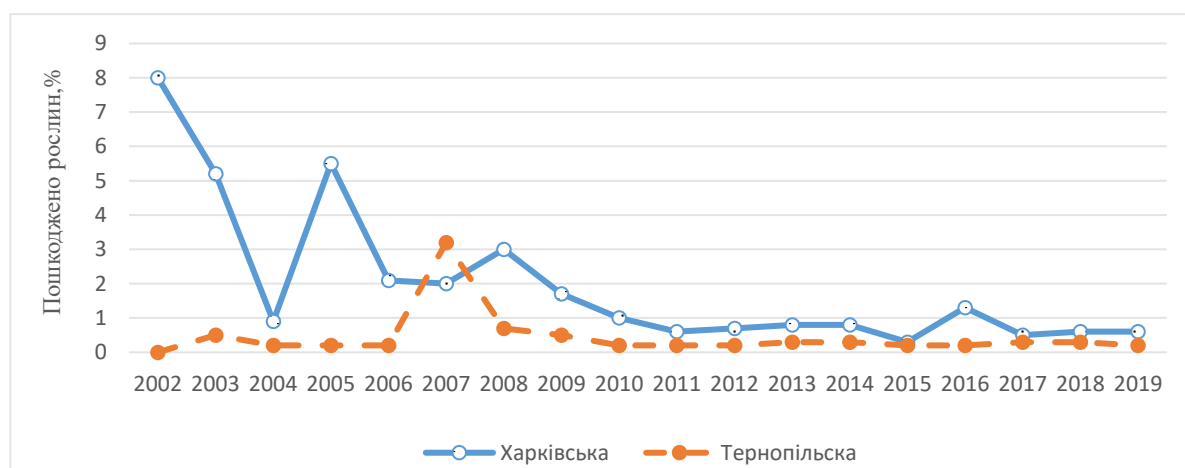


Рис. 4.20. Чисельність личинок пшеничної мухи на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

Пошкодження пшениці озимої личинками пшеничної мухи під час застосування інсектицидів для протруєння насіння зменшилося в 2010 – 2015 рр. на фоні препаратів системної дії і в 2017 – 2019 рр. упродовж протруєння насіння контактними інсектицидами порівняно із чисельністю фітофага в 2002 – 2008 рр. Однак варто зазначити, що на ефективність протруєння пшениці інсектицидами впливають і показники циклічності формування популяцій фітофага, яка проявилася з періодами 4-річного коливання, на що необхідно зважати в інноваційних технологіях захисту пшениці озимої від пшеничної мухи (рис. 4.21).



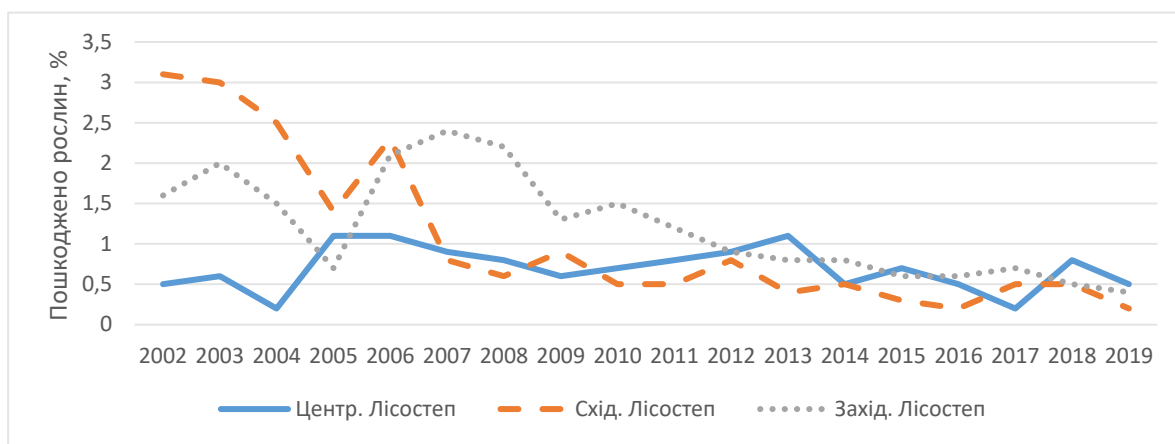


Рис. 4.21. Пошкодження рослин пшениці озимої личинками пшеничної мухи в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

Застосування інсектицидів для протруєння пшениці озимої сприяло контролю ступеня заселення посівів цим фітофагом, що помічено в 2010 – 2019 рр. переважно на площах високого рівня цього показника, який коливався від 5-27 %.

У роки спостережень основне заселення посівів пшениці озимої пшеничною мухою відбувається в Харківській, Полтавській, Київській та Тернопільській областях. Між тим фітофаг заселяє до 200 і більше тисяч га посівів пшениці озимої, а щорічні показники обстежених посівних площ свідчать про важливість контролю динаміки формувань популяцій спеціальними хімічними обробленнями посівів для обмеження поширення фітофага в часі та просторі. Зауважимо, що пшенична муха порівняно інтенсивно розмножується й виживає як за інтенсивної технології вирощування, так і за нових ресурсно-ощадних систем землеробства, що характерно для ведення сучасного землеробства в усіх областях Лісостепу України.

Цю особливість контролю ступеня заселення посівів доречно враховувати під час вирощування районованих і перспективних сортів пшениці озимої (рис. 4.22).

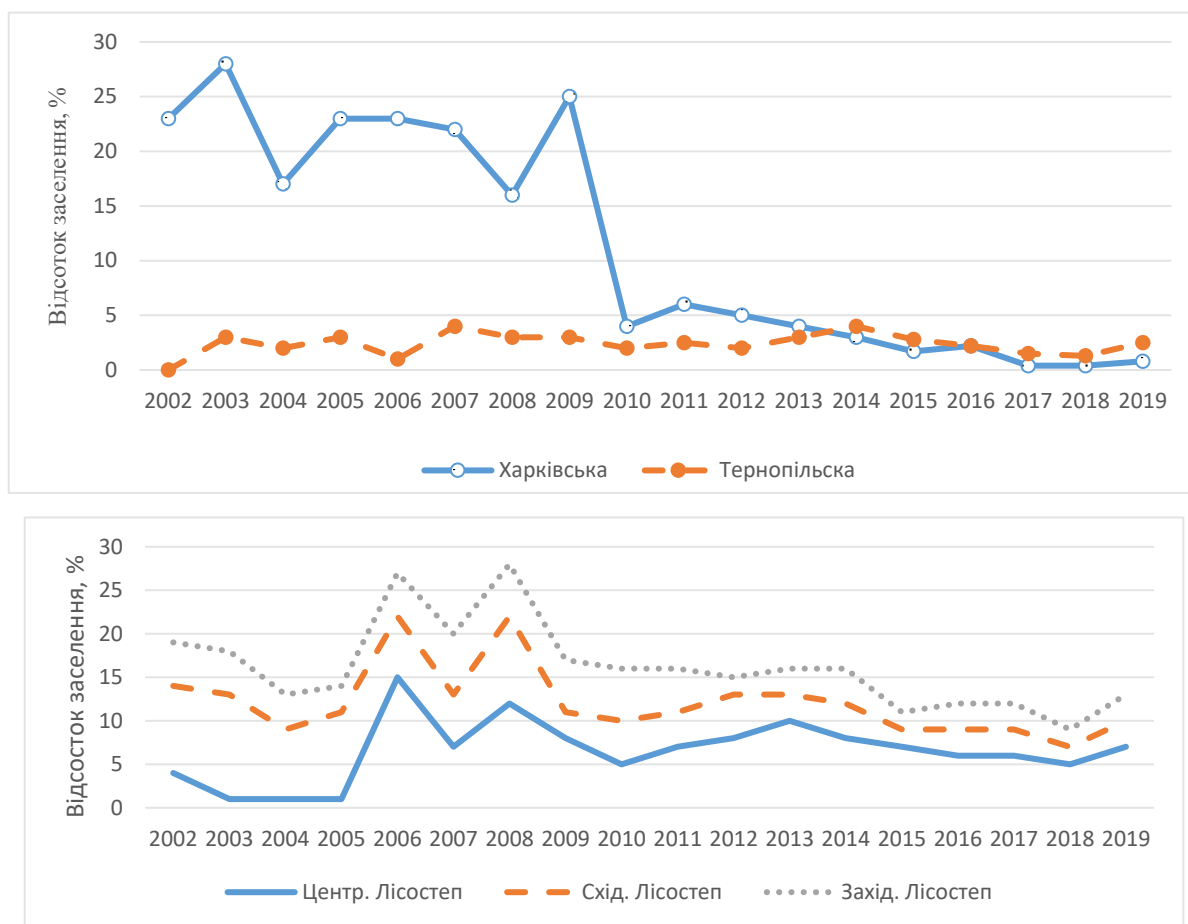


Рис. 4.22. Заселеність посівів пшениці озимої пшеничною мухою в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

У 2002 – 2014 рр. спостережено три цикли інтенсивного заселення посівів пшениці озимої пшеничною мухою, а з 2011 до 2019 рр. зростання чисельності фітофага помічено у двох циклах. Водночас основним фактором контролю поширення пшеничної мухи визначено протруєння насіння сучасними інсектицидами, що сприяло зменшенню площ розмноження фітофагів у 3,7-4,2 рази переважно в областях із високим ступенем розмноження фітофага (рис. 4.23).

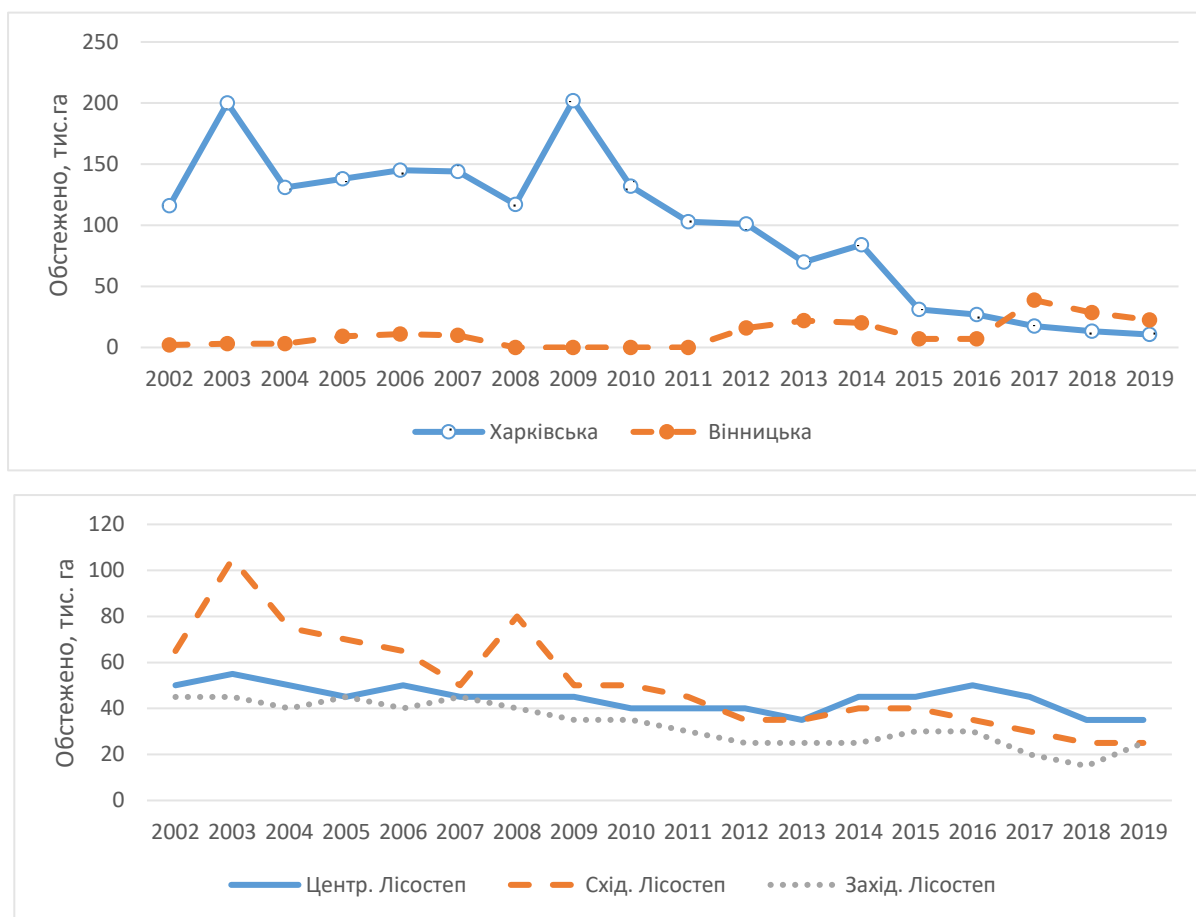


Рис. 4.23. Моніторинг пшеничної мухи в Лісостепу України, в середньому 2002 – 2019 рр.

Встановлено, що з 2015 до 2019 рр. фітофаг не завдавав відчутної шкоди рослинам на перших етапах органогенезу пшениці озимої, що свідчить про високу ефективність заходів захисту посівів, зокрема застосування інсектицидів системної дії як для протруєння насіння, так і вегетуючих культурних рослин. Виявлено, що в Сумській області, а в окремі роки у Вінницький та Хмельницькій, частково у Тернопільській областях, на сходах пшениці озимої міграція пшеничної мухи проходить із порівняно низьким рівнем чисельності, а личинки шкідника практично не пошкоджують пшеницю озиму і не завдають посівам пошкоджень, зріджень і загибелі головних стебел.

Багаторічна динаміка формувань популяцій цього виду формувалась за умов комплексу факторів, зокрема профілактичних спеціальних заходів захисту пшениці

озимої на перших етапах органогенезу культурних рослин, що виявилось насамперед у розвитку та розмноженні шкідника в Лісостепу України.

У 2002–2019 рр. личинки пшеничної мухи пошкоджували переважно первинні стебла пшениці озимої на перших етапах органогенезу, що сприяло їх загибелі. Водночас середня чисельність личинок на 1 м² коливалася від 3 до 26,2 екземплярів на 1 м². Варто зазначити, що в 2002, 2003, 2005, 2009, 2012, 2014 роках чисельність личинок цього фітофага достовірно зростала порівняно з іншими періодами спостережень. Заслуговує на увагу показник середньої чисельності личинок пшеничної мухи у Вінницькій, Полтавській, Харківській та частково в Тернопільській областях, де в осередках формування популяції їхня кількість виявлена на рівні економічного порогу шкідливості. В усі роки спостережень у Сумській області цей шкідник практично не заселяв посівів пшениці озимої, а у Вінницькій області з 2008 до 2011 рр. чисельність фітофага не перевищувала 9 % пошкоджених личинками рослин.

Під час оцінки ефективності технологій вирощування пшениці озимої заслуговують на увагу показники зростання динаміки популяції фітофага з 2014 до 2019 рр., оскільки шкідник виявлений із порівняно оптимальним розвитком личинок за умов різких коливань погоди, а також збільшенням кількості використаних інсектицидів як для протруєння насіння, так і в період вегетації пшениці озимої.

Отже, у сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур важливим є урахування багаторічної динаміки розвитку пшеничної мухи і, зокрема личинок, що забезпечується факторами зовнішнього середовища та технологічними прийомами з їх контролем на початку проникнення фітофага в рослини пшениці озимої.

У роки досліджень не менш шкідливим фітофагом ряду Двокрилих була гессенська муха (*Mayetiola destructor* Say., *Cecidomyia destructor* S.). Зовні нагадує дрібного комарика, з темно-сірим, або буруватим забарвленням. У самок черевце часто з червонуватим відтінком. Довжина тіла становить 2,5-3,5 мм. Яйця видовжено-овальні, блискучі, завдовжки 0,5 мм. Щойно відкладені яйця прозорі, з помаранчевими плямами, згодом стають темними, червонувато-бурими. Личинка

першого віку червоподібна, рожево-жовта, завдовжки до 1 мм, другого – веретеноподібна, молочно-біла або зеленувата, 4-5 мм.

Пупарій каштаново-бурий, завдовжки 2,5-3,5 мм, зовні дуже нагадує насіння льону. Зимували личинки в пупаріях, або без них, на сходах озимих, падалиці, пирію. Яйця та молоді личинки дуже чутливі до високих температур та низької відносної вологості повітря. Після відродження личинки пересувались по листовій пластинці до її основи, де проникали за піхву листка і живились соками стебла. На ярих культурах вони перебували зазвичай біля підніжжя пагона, пригнічуючи ріст і розвиток рослин.

Це призводило до загибелі рослин, що частіше спостерігається в умовах весняної посухи. На озимих у період виходу в трубку – виколошування у пошкоджених рослин утворювались характерні коліна, оскільки в місці живлення личинок стебло тоншає. Тому значні пошкоджені посіви набували вигляду побитих градом або потолочених. Аналогічна картина спостерігалась на посівах ярих культур, пошкоджених личинками другого покоління гессенської мухи. На одному стеблі розвивалось по 1-4 личинок. Завершивши розвиток, вони, не виходячи з-під піхви листка, заляльковувались. Друге покоління літало в період колосіння – формування зерна і заселяло переважно ярі колосові культури. У цей час у спекотну суху погоду значна частина личинок впадала в діапаузу, яка триває до кінця літа, що спостерігалось у 2016, 2018, 2019 рр.

Цей шкідник пошкоджував і яру пшеницю, особливо м'яку, дещо слабше – озиму пшеницю, а також ячмінь і жито. Заляльковування відбувалось навесні. Виліт мух розтягнутий і нерівномірний, розпочинався після стійкого встановлення середньодобової температури повітря 10-12 °С.

Календарні строки льоту мух зазвичай припадали на другу половину квітня – травень, фенологічні – на кінець кушіння – першу половину фази виходу в трубку озимих. На відміну від шведських мух, гессенська слідом за вильотом спарювались і без додаткового живлення відкладали яйця, якщо максимальна температура повітря досягала 14-16 °С. Самиця жила 2-7 діб і за цей час відкладала 46-500 яєць, у середньому – 180, розміщуючи їх ланцюжком по кілька штук переважно з верхнього

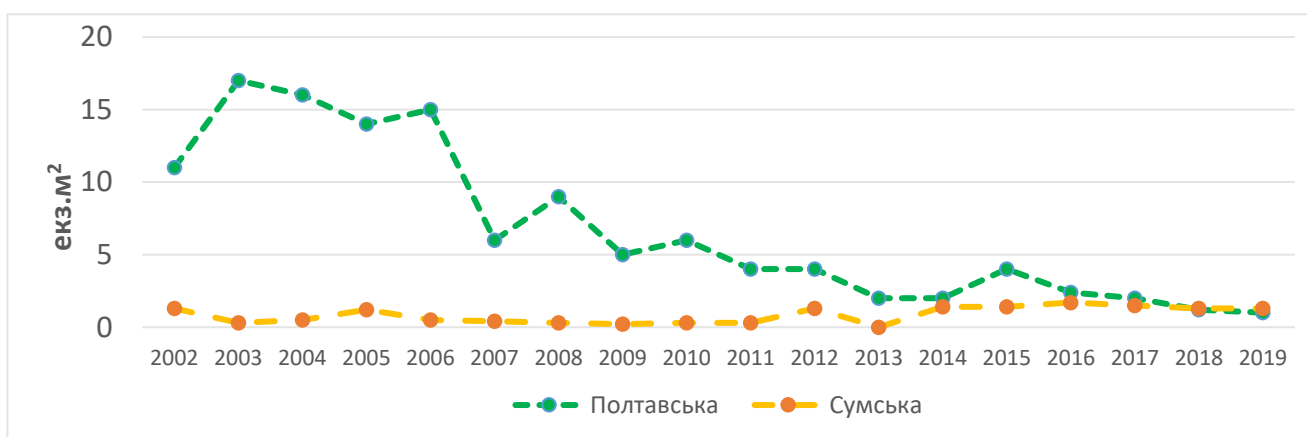
боку листкової пластинки озимих і ярих зернових культур. Ембріональний розвиток тривав 4-8 діб.

Личинки живились соком рослин, не порушуючи тканину біля основи стебла в міжвузлях. Заселені стебла пізніше стають тонкішими, ламаються і падають, у підсумку роблячи характерні вивихи.

У роки спостережень відмічена особливість розвитку й розмноження гессенської мухи в разі застосування сучасних технологій вирощування пшениці озимої із протруєнням насіння інсектицидами контактно-системної дії. Так, у 2010 – 2019 рр. кількість личинок гессенської мухи зменшилася з 11-17 екз./м² до 1,3-4,0 екз./м². Це зумовлено дією інсектицидів, які застосовували для протруєння насіння й після стерньових попередників із обприскуванням сходів проти цього фітофага.

Таким чином, сучасні технології з використанням інсектицидів сприяють контролю фітофага на видовому та популяційному рівнях, що дозволяє отримання високого врожаю зерна (рис. 4.24).

У роки спостережень на посівах озимої пшениці чисельність личинок гессенської мухи з порівняно високих коливань встановлено у Полтавській, Черкаській, Вінницькій областях, кількість становила до 17 личинок на 1 м². Характерно, що у Хмельницькій області чисельність личинок фітофага не перевищувала в середньому двох екземплярів на 1 м². Заслуговує на увагу, збільшення чисельності личинок цього шкідника виявлено у 2005, 2007, 2011, 2014, 2016 роках порівняно з іншими періодами спостережень. Ці закономірності появи та розмноження гессенської мухи залежали від комплексу показників коливань погоди, а також особливостей застосування хімічних й інших методів захисту пшениці озимої.



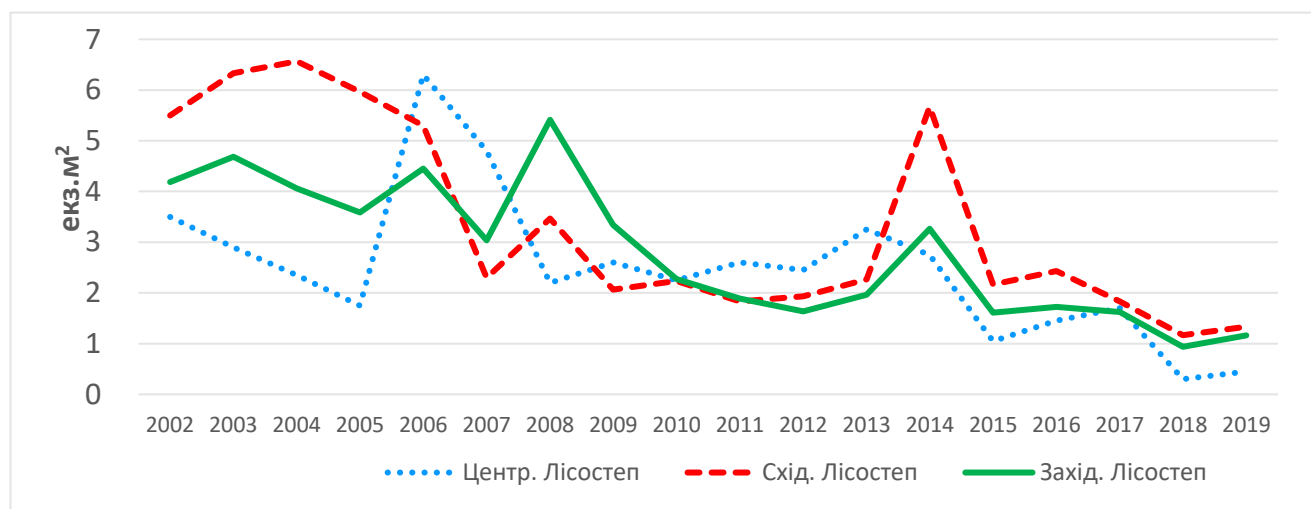


Рис. 4.24. Чисельність личинок гессенської мухи на посівах пшениці озимої в Лісостепу, в середньому 2002 – 2019 рр.

Установлено, що в разі внесення гранульованих інсектицидів, а також протруєння насіння інсектицидами та обприскування сходів чисельність як імаго, так і личинок гессенської мухи достовірно зменшується, що характерно і в разі насичення сівозміни стерньовими попередниками та за оптимальних для фітофага факторів, які впливають на виживання личинок в агроценозі. У роки спостережень високу чисельність личинок гессенської мухи помічено головним чином у разі посіву пшениці озимої після стерньових попередників і на ранніх строках появи сходів цієї культури.

Таким чином, у сучасних системах вирощування пшениці озимої першочергового значення набуває застосування як організаційно-господарських прийомів контролю чисельності фітофагу, так і проведення спеціальних захисних заходів із внесенням дозволених до використання інсектицидів для протруєння насіння та обприскування посівів після появи сходів пшениці озимої.

У Лісостепу України не виявлено стійких сортів пшениці до гессенської мухи і не встановлено зменшення числа личинок у рослинах пшениці озимої в разі застосування загальноприйнятих норм туків, зокрема $N_{60-120} P_{90-100} K_{60-10}$, що доцільно брати до уваги в нових системах вирощування цієї культури в господарствах усіх форм власності.

Висновки до розділу 4

1. У 2002–2019 рр. фауністичний склад, а також поширення і багаторічна динаміка чисельності основних видів шкідників пшениці озимої формувалася в короткоротаційній сівозміні із превалюванням таких видів: клоп шкідлива черепашка, жук-кузька, шведська вівсяна муха та ячмінна, пшенична муха, опоміза пшенична, озима муха, пильщик хлібний звичайний, шестикрапкова цикадка, велика злакова попелиця, жужулиця мала (звичайна) хлібна за популяційною циклічністю 3–4 роки.

2. Встановлено, що розвиток, розмноження та поширення основних шкідливих видів комах у ланцюгу “ріпак озимий – пшениця озима” до 92 % залежало від профілактичних та спеціальних хімічних та інших захисних заходів регулювання чисельності на основних етапах органогенезу культурних рослин.

3. Уточнені механізми формувань і саморегуляції ентомокомплексів пшениці озимої формуються за особливостями впливу показників багаторічного коливання із підвищенням на 2–2,5 °С температури повітря та змін погодно-кліматичних факторів у роки досліджень.

4. Підтверджено положення щодо неможливості загальних, всеохоплюючих закономірностей динаміки чисельності популяцій у нових технологіях вирощування пшениці озимої, оскільки у сучасних сівозмінах важливого значення набувають, як трофічна, так і кліматична, паразитарна, синергічна теорії.

РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ АБІОТИЧНИХ ТА БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА ЧИСЕЛЬНІСТЬ ОСНОВНИХ ШКІДЛИВИХ ВИДІВ КОМАХ

5.1. Моделювання чисельності шкідників пшениці озимої за сучасних показників ГТК і погодних умов

У 2002 – 2019 рр. встановлено у регіоні спостережень потепління клімату з нетиповими погодними умовами. Так, за останні 15 років середньорічна температура повітря підвищилась на 0,5-0,9 °С порівняно з багаторічними даними. Відмічено й часове зміщення в розвитку природних процесів порушення снігового покриву, настання м'якопластичного стану ґрунту, терміні в переходу середньодобових температур через межі 0, 5, 10, 15 °С, тобто зміні тривалості вегетаційного періоду. Особливістю потепління виявилась постійна нерівномірність опадів протягом теплого сезону та в окремі роки, що призводило до зростання частоти посушливих явищ. За період з 2002 на 2019 рр. повторюваність посух зросла майже вдвічі. Стійкий перехід температури повітря через 5 та 10 °С відмічено у середньому на 5-9 днів раніше.

Клімат зони спостережень став менш континентальним і взимку набував рис клімату Західної Європи, що підтверджується зміщенням центрів дії атмосфери, які формують динаміку коливань погоди в Лісостепу України [3, 6, 88].

Тим часом, пшениця озима неефективно використовувала запаси сонячної енергії, тепла та вологи: з відставанням у рості та зниженням стійкості рослин до комплексу шкідників. Ефективність дії агроєкологічних ресурсів відмічено у разі проходження фенологічних фаз розвитку рослин, а також органогенезом сортів рослин із різними періодами вегетації та ступенем заселення посівів фітофагами.

Як пріоритетний кліматичний критерій оцінки ресурсів вологозабезпечення і структур ентомокомплексів за показниками процесів ґрунтоутворення та родючості ґрунтів із зондуванням лісостепової території високоефективним виявилось використання відносного показника – ГТК (гідротермічний коефіцієнт), що є співвідношенням між кількістю опадів за період, коли температура повітря вище ніж 10 °С, і сумою температур за цей період, яке множать на 10.

Випадання атмосферних опадів під час інтенсивного росту й розвитку рослин пшениці озимої місцями мало зливовий характер або ж не перевищувало рівня 5-7 мм за декаду й зумовлювало інтенсивне зростання температури повітря, що впливало на розвиток і розмноження шкідників. Такі умови зволоження і коливань температури позначалися на процесах формування продуктивності сортів пшениці озимої різних груп стиглості та стійкості до пошкоджень фітофагами.

Установлено тісний кореляційний взаємозв'язок між гідротермічним коефіцієнтом і режимом періодів вегетації та динамікою розвитку популяцій різних видів шкідників, що свідчить про посилення ролі кліматичного фактора у формуванні ентомокомплексів польових культур у Лісостепу України.

У 2002 – 2019 рр. показники гідротермічного коефіцієнта достовірно коливалися за областями досліджень і становили в середньому 0,9-1,7. Водночас у 2003, 2008, 2012 і 2015 роках цей показник на 0,5-0,7 перевищував зазначений коефіцієнт порівняно з іншими роками спостережень. Це впливало на виживання й поширення як ґрунтових, так і внутрішньостеблових шкідників пшениці озимої. Доцільно наголосити, що значне зниження показника гідротермічного коефіцієнта виявлено у 2005, 2011, 2017, 2018 і 2019 роках порівняно з іншими періодами спостережень.

Відносно низький показник гідротермічного коефіцієнта сприяв зменшенню числа пошкоджень сходів пшениці озимої комплексом ґрунтових фітофагів і заселення пшениці озимої шкідниками генеративних органів. Заслуговує на увагу відносно високий показник ГТК у Вінницькій, Київській, Сумській, Хмельницькій та Черкаській областях, що свідчить про важливість оцінки як сезонної, так і багаторічної динаміки чисельності комплексу шкідливих видів комах та їх виживання за покращених умов на основних стадіях розвитку фітофагів, які виявилися достовірно сприятливими в названих вище областях за останні сімнадцять років. Характерно, що в останні роки ГТК практично в усіх областях не перевищував 1,4, що також сприяло розмноженню та розповсюдженню досліджених видів шкідників на сучасних і перспективних сортах пшениці озимої із застосуванням сучасних технологій вирощування пшениці озимої в регіоні спостережень.

Важливим є виживання ґрунтових фітофагів, яке корелює з показником ГТК у Тернопільській та Чернівецькій областях і місцями у Вінницькій області (табл. 5.1).

Таблиця 5.1.

**Показники рівня ГТК, кількості опадів та середньорічної температури
Лісостепу України, в середньому за 2002 – 2019 рр.**

Області	Рівень гідротермічного коефіцієнту	Кількість опадів, мм/рік	Середньорічна температура повітря, °С
Київська	1,2	597,8	8,9
Черкаська	1,1	604,3	9,2
Полтавська	1,1	581,7	9
Сумська	1	580,8	7,9
Харківська	1	576,6	8,8
Вінницька	1,2	599,8	9
Тернопільська	1,4	634,8	8,6
Хмельницька	1,3	614,2	8,6

Отже, показники рівня гідротермічного коефіцієнту доцільно враховувати під час розробки й впровадження у виробництво новітніх систем захисту сходів від комплексу фітофагів із використанням інсектицидів для протруєння насіння. Важливим є також оцінка значення порівняно низьких показників ГТК у формуванні популяції досліджених видів комах. При цьому нагальним є уточнення особливостей біології комплексу шкідників стебел, які інтенсивно заселяли посіви пшениці озимої за відносно низьких показників ГТК.

У роки досліджень порівняно високими показниками кількості опадів виявилися Тернопільська, Чернігівська, Хмельницька та місцями Київська області, де їх показники коливалися від 580 до 868 мм за рік. Разом із тим відносно велику кількість опадів помічено у 2003, 2010, 2012, 2014 та 2018 роках, тоді як в інші роки спостережень цей показник виявився на 75-132 мм меншим порівняно з іншими періодами спостережень. Характерною особливістю коливань кількості опадів є значне їхнє зниження у 2005, 2013, 2017 роках, що достовірно впливало на трофічні зв'язки шкідників на початку органогенезу пшениці озимої.

Відносно незначною кількістю опадів виявилися 20011, 2019 роки у Вінницькій області, 2005 та 2017 роки – у Київській області, 2009, 2010 і 2016 роки – у Полтавській області, 2008, 2013 і 2016 роки – у Сумській області, 2002, 2013 і 2017 роки – у Тернопільській області, 2002, 2010, 2013, 2019 роки – у Харківській області, 2006, 2013, 2017 рр. у Хмельницькій області, 2009, 2011, 2017 і 2019 роки – у Черкаській області, а також 2002, 2005, 2013, 2017 роки – у Чернівецькій області. Зазначені вище сумарні кількості опадів за рік достовірно впливали на розмноження ґрунтових і внутрішньостеблових фітофагів у всіх областях Лісостепу України. Це свідчить про важливість контролю й застосування кількості опадів у моделях прогнозу динаміки популяцій досліджених видів комах-фітофагів. Як у періодах органогенезу пшениці озимої, так і в допосівний період у разі застосування хімічних заходів захисту сходів пшениці озимої комплексом протруйників і, зокрема інсектицидів, строки та повторюваність випадання опадів сприяли оптимізації систем захисту пшениці від шкідників у сучасному ланцюгу польової сівозміни.

Динаміку кількості опадів також важливо враховувати під час дослідження та оптимізації ентомокомплексу пшениці озимої в Лісостепу України, зокрема основні показники кількості опадів у вересні – жовтні, а також у травні – червні, які корелюють із міграцією ґрунтових шкідливих видів комах у поверхневих шарах ґрунту, а також виживанням основних стадій розвитку внутрішньостеблових фітофагів. У господарствах регіону досліджень динаміка опадів як у період вегетації пшениці озимої, так і в інші строки забезпечували екологічні показники виживання комплексу шкідливих і корисних видів комах за сучасними механізмами самоуправління ентомокомплексів пшениці озимої.

У 2002 – 2019 рр. середня річна температура повітря становила 7,1-10,7 °С. Зокрема, у Вінницькій області підвищення кількісних показників температури повітря помічено у 2002, 2009, 2010, 2011, 2015 і 2017 роках, у Київській області середньорічна температура повітря вище ніж 9 °С виявилась у 2009, 2010, 2011, 2012 роках та з 2015 до 2019 року. У Полтавській області цей показник зі зростанням помічено з 2009 до 2019 року, за винятком 2013 року, у Сумській області в усі роки спостережень середньорічна температура повітря не перевищувала рівня 8-8,1 °С, у

Тернопільській області достовірно зростання середньої річної температури повітря виявлено в 2002, 2009, 2010 і 2016 – 2019 рр. порівняно з іншими періодами спостережень, у Хмельницькій області такі зміни помічені у 2009, 2010, 2017 – 2019 рр. У Черкаській області, за винятком 2003, 2005 – 2008 рр., усі інші роки супроводжувалися підвищенням середньорічної температури повітря на $+1,8-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ порівняно із середньою багаторічною, у Чернівецькій області у 2002, 2009, 2010, 2013 – 2019 рр. також помічене значне підвищення показника середньорічної температури повітря порівняно з іншими роками спостережень. Це свідчить про доцільність контролю й застосування у моделях прогнозу щорічних особливостей біології та екології шкідливих видів комах, на що потрібно зважати під час оцінки багаторічної динаміки формувань популяцій комах.

Отже, на розвиток і формування популяції досліджуваних шкідливих видів комах основний вплив справляють середньорічна температура повітря, а також кількість опадів і показники гідротермічного коефіцієнта, що свідчить про важливість застосування цих показників як предикторів прогнозу й оцінки рівнів кількісних змін на видовому та популяційних коливаннях чисельності фітофагів пшениці озимої за сучасних систем захисту посівів від комплексу шкідників. У базових господарствах контролюється розвиток і розмноження ґрунтових і внутрішньостеблових комах-фітофагів за показниками прогнозу чисельності їх на різних етапах органогенезу пшениці озимої.

В 2010–2019 рр. популяції шкідників формувалися за показниками їх щорічної біології та екології виявлених видів, а в останні роки спостерігалися масові зниження ступеня розмноження основних видів комах-фітофагів, зокрема, як шведської, так і чорної пшеничної мух. На ці коливання впливали погодно-кліматичні умови та інші чинники. Так, порівняно високі показники температури повітря, що викликало суху погоду в період основних стадій розвитку й розмноження шведських мух, гессенської та чорної пшеничної мух, сприяли низькому рівню виживання личинок фітофагів і заселенню ними сходів пшениці.

Водночас необхідним є врахування як основних теорій динаміки чисельності популяцій комах, так і сучасних змін у структурах ентомокомплексів за

особливостями багаторічного показнику екології та біології фітофагів конкретних посівів пшениці озимої. У сучасних умовах виявились впливи наслідків інтенсифікації технології вирощування пшениці озимої і окремих систем землеробства, а також зміни рівнів абіотичних та інших факторів. Підтверджено положення щодо неможливості загальних, всеохоплюючих закономірностей динаміки чисельності популяцій у нових технологіях вирощування пшениці озимої, оскільки у нових короткоротаційних ланцюгах сівозміни, зокрема “ріпак озимий – пшениця озима” із першочерговим значенням кліматичної, трофічної та синергічної та інших теорій.

Заселені шкідниками рослинні рештки, що залишилися в ґрунті та на його поверхні після збирання попередньої культури, не мали значного впливу на поширення шкідників пшениці озимої. Порівняно оптимальне насичення сівозміни польовими культурами й вирощування ріпаку озимого, як попереднику забезпечувало та обмежувало накопичення шкідників пшениці в ґрунті. Тому, оцінюючи оптимальність співвідношення посівів пшениці озимої в сівозміні, доцільно враховувати механізми формування ентомокомплексів і біологічні особливості культури, а також ґрунтово-кліматичні умови зони. Порушення цих закономірностей, як правило, погіршує фітосанітарний стан агроценозу. Вирощування пшениці на одному полі два й більше років поспіль призводить до масового розмноження хлібної жужелиці, злакових мух та інших фітофагів за зростання показника ГТК від 1 до 1,5, зокрема, до нагромадження в ґрунті шкідників, особливо спеціалізованих видів [94, 147, 289].

У сучасних агроценозах за короткоротаційних сівозмін, зайнятих посівами сільськогосподарських культур, достовірним є хімічний вплив на рівновагу й механізми саморегуляції ентомокомплексів [2]. Водночас виділяються порівняно нові кормові ресурси для рослиноїдних комах, які мігрують і живляться дикими родичами на культурних рослинах, інтенсивно розмножуються та завдають відчутної шкоди урожаю [1]. Для запобігання втрат від комплексу шкідників за таких умов важливою є оптимізація сучасного фітосанітарного моніторингу щодо розмноження шкідливих організмів на основних стадіях їх розвитку за показниками

наслідків хімізації агроценозів. Підтверджено, що комплекс заходів захисту польових культур від шкідливих організмів доцільно здійснювати за показниками рівноваги чисельності популяцій зі збереженням біорізноманіття новітніх систем землеробства.

Згідно з попередніми нашими дослідженнями захист сільськогосподарських культур від комплексу шкідників представляє особливу систему, в оптимальному рішенні основними є відомості щодо видового складу шкідливої і корисної фаун, особливості біології та поведінки шкідників, а також ефективності нових прийомів, що обмежують чисельність шкідливих видів на видовому та популяційному рівнях.

Нагальним є уточнення сучасних механізмів формувань структур агроценозів, їхніх функціональних особливостей, що дозволяє ефективно застосовувати заходи захисту сільськогосподарських культур від комплексу шкідливих організмів в агробіоценозах. Однак аналіз багаторічної динаміки розмноження окремих видів шкідників із моделюванням особливостей функціонування й механізмів управління агробіоценозів за сучасних систем землеробства є актуальним як у теоретичному, так й у практичному планах.

Характерно, що інтенсивність поширення окремих видів комах, розмноження й виживання окремих стадій їх розвитку уможливорює визначення очікуваної фази спалаху та потенційної загрози посівам як пшениці озимої, так й інших зернових культур в осередках різного типу. Розробка дистанційного прогнозу на матеріалах обстежень угідь і складання нових захисних заходів є важливими як на районованих, так і на перспективних сортах пшениці [2, 4].

Так, у роки досліджень чисельність шведської мухи та заселення цим фітофагом пшениці озимої залежали від середньорічної температури повітря й під час підвищення цього показника, що спостерігалось в останні роки, кількість фітофага зменшилась у 3,5-5,2 рази. Це свідчить про важливість застосування розроблених моделей прогнозу чисельності імаго та личинок шведських мух із урахуванням середніх річних показників температури повітря під час вирощування пшениці озимої (рис. 5.1).

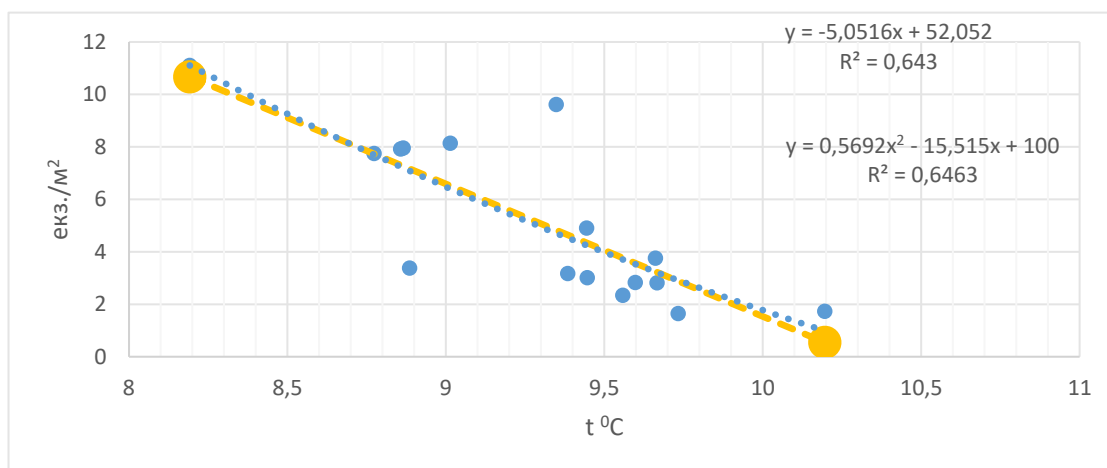


Рис. 5.1. Динаміка чисельності шведської мухи на пшениці озимій залежно від середньої температури повітря, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Багаторічна динаміка сумарної чисельності основних двокрилих фітофагів достовірно коливалась по фазах росту пшениці та зростала у вологі роки: 2002, 2005, 2008 – на 12-18 % порівняно із посушливими роками 2015–2019, що пояснюється біологією та чисельністю видів, які заселяють посіви у фазу початку виходу в трубку, зокрема, личинками опомізи пшеничної і озимої мухи.

Встановлено, що показники суми опадів за роки спостережень практично не впливали на чисельність шведських мух. Однак, у разі збільшення їх на 100–150 мм за календарний рік чисельність імаго й личинок шведських мух зменшувалась, що доцільно враховувати в сучасних технологіях і системах заходів захисту пшениці озимої від фітофагів (рис. 5. 2).

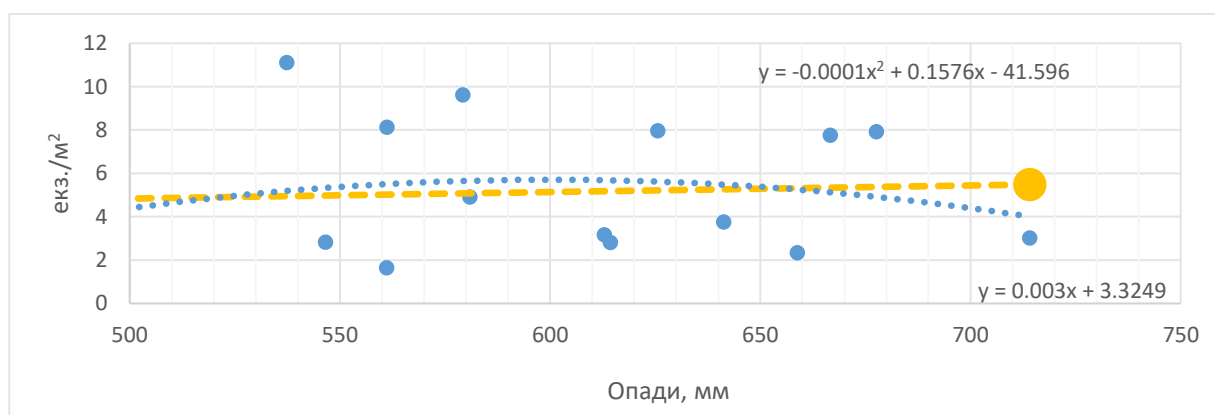


Рис. 5.2. Динаміка чисельності шведської мухи на пшениці озимій залежно від суми опадів, у середньому за 2002 – 2019 рр.

За порівняно високих показників гідротермічного коефіцієнта з коливанням його від 1 до 1,4 чисельність шведських мух зростала. Проте ця особливість як закономірність формувань популяцій не підтверджується коефіцієнтом детермінації (рис. 5.3).

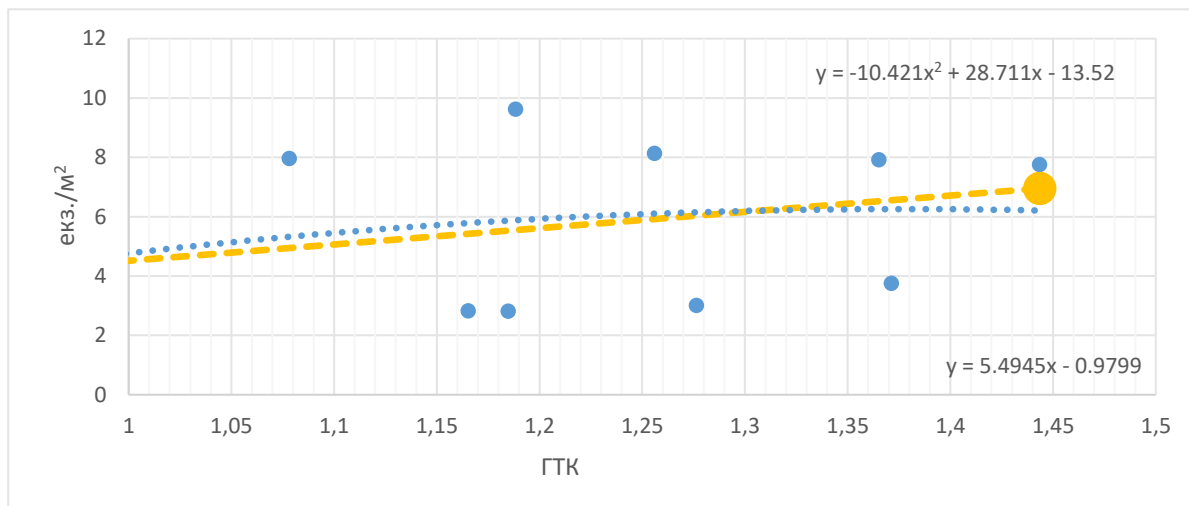


Рис. 5.3. Динаміка чисельності шведської мухи на пшениці озимій залежно від гідротермічного коефіцієнту, у середньому за 2002 – 2019 рр.

У роки досліджень пшенична муха з показниками високої чисельності розвивалась за порівняно невисоких середньорічних температур повітря, але в разі підвищення на 1,7-2 °С середньорічної температури повітря кількість імаго й личинок зменшувалась в 8-9,5 разів, на що варто зважати в сучасних методах моніторингу й системах захисту пшениці від пшеничної мухи в Лісостепу України (рис. 5.4).

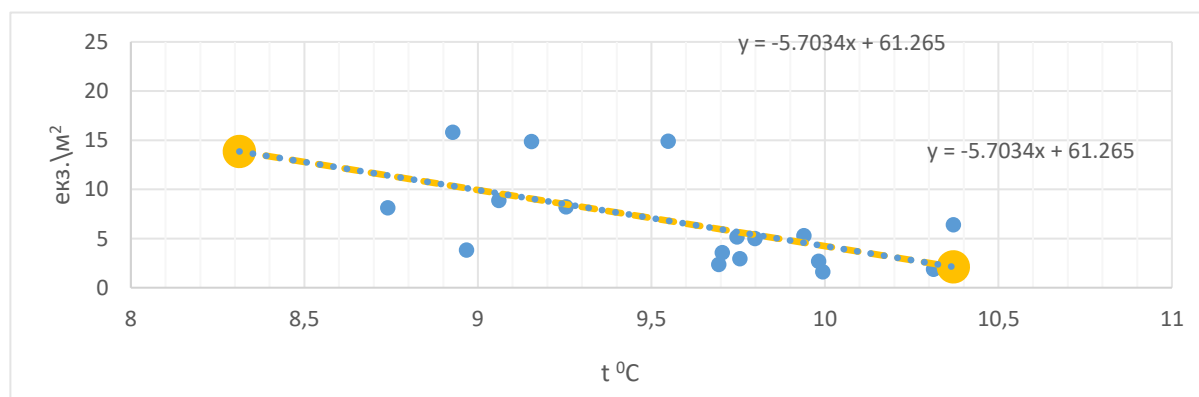


Рис. 5.4. Динаміка чисельності пшеничної мухи на пшениці озимій залежно від середньої температури повітря, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Встановлено, що у разі підвищення середньорічної температури повітря на 1,7-2 °С чисельність пшеничної мухи коливалась у порівнянні з іншими роками, що варто враховувати, як в моделях прогнозу, так і в розробці система захисту пшениці від шкідників у Лісостепу України.

Заслуговує на увагу практично відсутність кореляційних зв'язків чисельності пшеничної мухи як імаго, так і личинок від кількості опадів, які коливалися від 500 до 660 мм і не сприяли закономірності спалахів чисельності фітофага в регіоні досліджень (рис. 5.5).

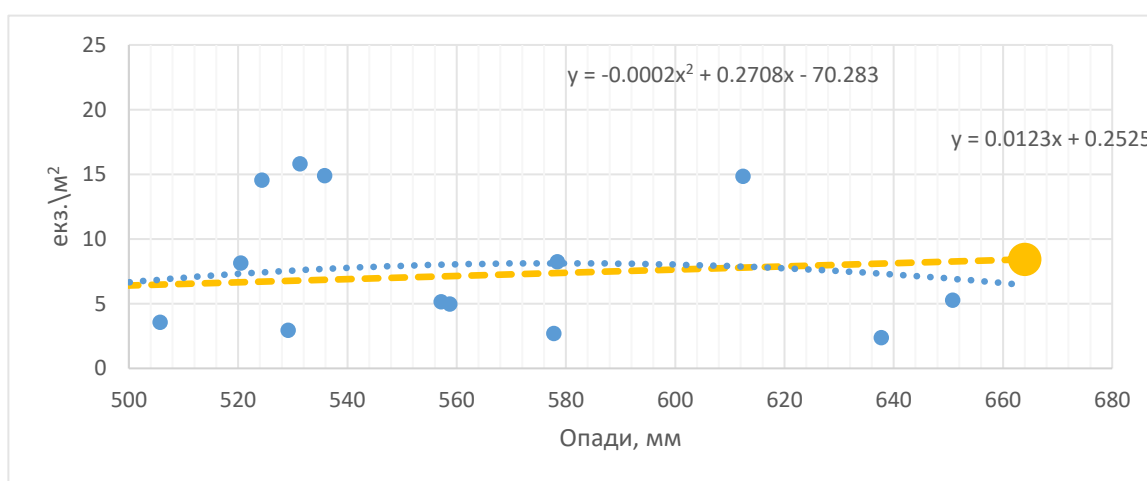


Рис. 5.5. Динаміка чисельності пшеничної мухи на пшениці озимій залежно від суми опадів, у середньому за 2002 – 2019 рр.

У 2002–2019 рр. чисельність пшеничної мухи зростала в разі підвищення показника ГТК до 1,4, що свідчить про достовірну залежність кількості фітофага від комплексу показників середньорічних коливань погоди в Лісостепу України (рис. 5.6).

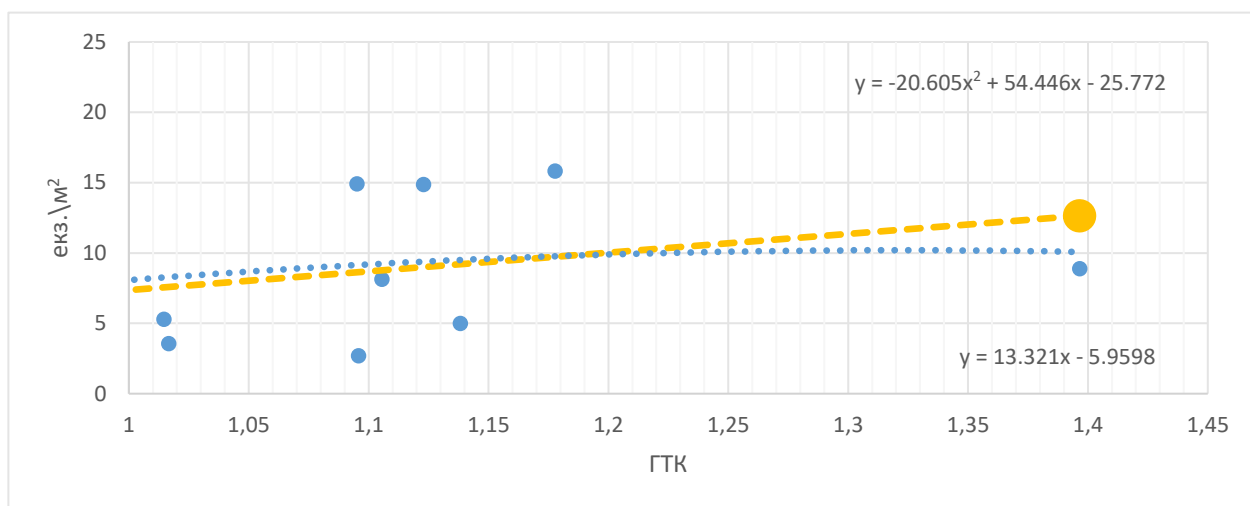


Рис. 5.6. Динаміка чисельності пшеничної мухи на пшениці озимій залежно від гідротермічного коефіцієнта, у середньому за 2002 – 2019 рр.

У 2002 – 2019 рр. чисельність імаго й личинок гессенської мухи залежала від середніх річних показників температури повітря й підвищення останніх на 2,1-2,2 °С сприяло зменшенню кількості фітофага порівняно з показниками середньорічної температури повітря 8,0-8,2 °С (рис. 5.7).

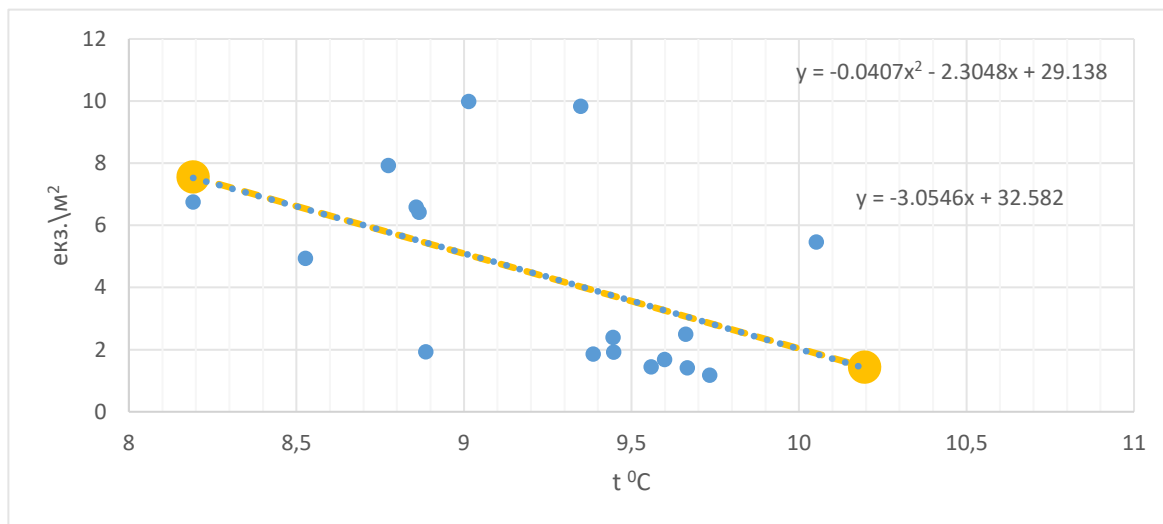


Рис. 5.7. Динаміка чисельності гессенської мухи на пшениці озимій залежно від середньої температури повітря, у середньому за 2002 – 2019 рр.

При цьому, динаміку кількості опадів також важливо враховувати під час дослідження та оптимізації ентомокомплексу пшениці озимої в Лісостепу України, зокрема основні показники кількості опадів у вересні – жовтні, а також у травні –

червні, які корелюють із міграцією ґрунтових шкідливих видів комах у поверхневих шарах ґрунту, а також виживанням основних стадій розвитку внутрішньостеблових фітофагів. У господарствах регіону досліджень періодичність опадів у фазах вегетації пшениці озимої впливали на виживання комплексу шкідливих видів комах і формування структури ентомокомплексів.

Опади за період спостережень не впливали на чисельність гессенської мухи й кореляційної залежності не було виявлено як для імаго, так і личинок цього фітофага (рис. 5.8).

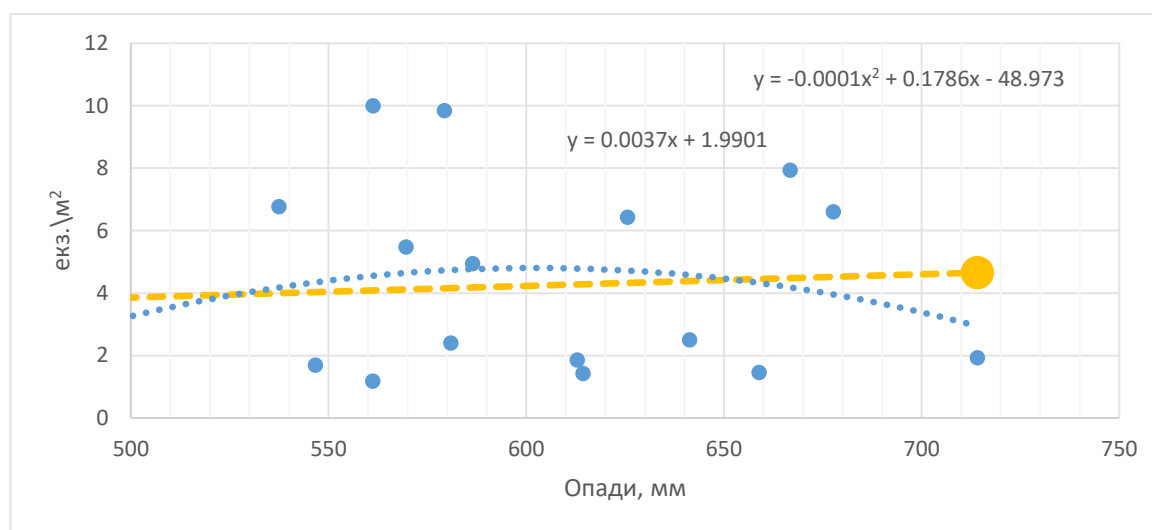


Рис. 5.8. Динаміка чисельності гессенської мухи на пшениці озимій залежно від суми опадів, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Характерно, що гідротермічний коефіцієнт корелював із кількісними числами багаторічної динаміки чисельності гессенської мухи і зокрема за показниками від 0,8 до 1,7. Показники рівня гідротермічного коефіцієнту доцільно враховувати під час розробки й впровадження у виробництво новітніх систем захисту сходів від комплексу фітофагів із використанням інсектицидів для протруєння насіння. Важливим є також оцінка значення порівняно низьких показників ГТК у формуванні популяції досліджених видів комах. При цьому нагальним є уточнення особливостей біології комплексу шкідників стебел, які інтенсивно заселяли посіви пшениці озимої за відносно низьких показників ГТК.

Гідротермічний коефіцієнт впливав на багаторічну динаміку чисельності гессенської мухи та його позитивні коливання 1,1–1,4 сприяли розвитку й розмноженню гессенської мухи в Лісостепу України, на що потрібно звертати увагу в сучасних системах захисних заходів пшениці озимої від цього шкідливого виду (рис. 5.9).

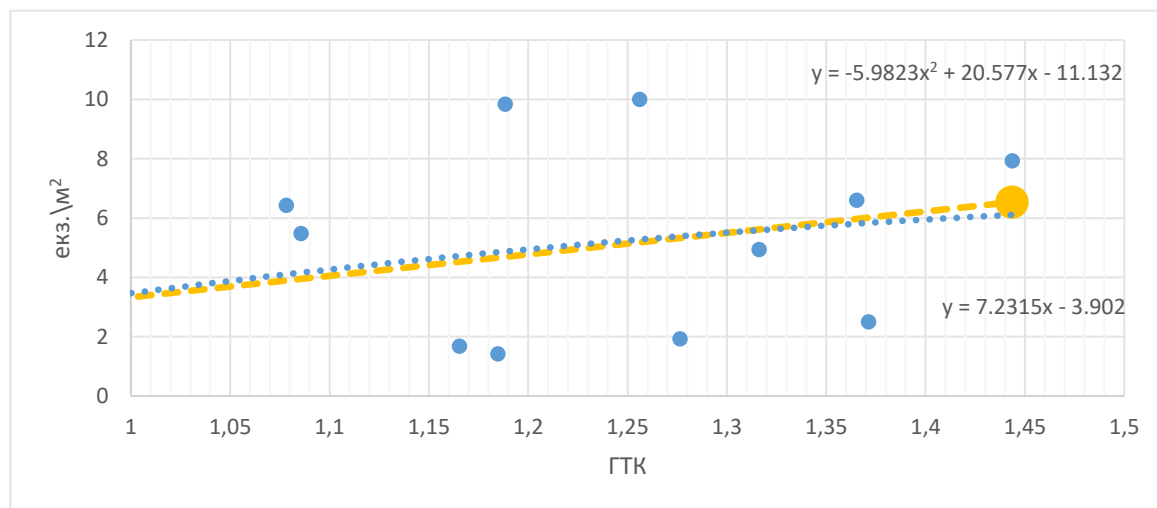


Рис. 5.9. Динаміка чисельності гессенської мухи на пшениці озимій залежно від гідротермічного коефіцієнта, в середньому за 2002 – 2019 рр.

Проте на фоні інтенсивного забезпечення орного шару ґрунту рухомих фосфором залежність оцінених показників ентомологічних структур виявилась від'ємною, що дозволяє оцінювати варіацію заселення посівів цим фітофагом на фоні як високого, так і низького вмісту рухомого фосфору. Однак, вміст у ґрунті мінерального азоту і рухомого калію із практично рівномірними числами кореляції синхронізуються із чисельністю гусениць озимої совки.

Установлено, що підвищення температури повітря від 8 до 10,2 °С як середнього річного показника в регіоні досліджень сприяє виживанню личинок першого віку хлібного жука-кузьки. Однак ця закономірність не достатньо підтверджується коефіцієнтом регресії, що доцільно визначити й в інших ґрунто-кліматичних зонах України (рис. 5.10).

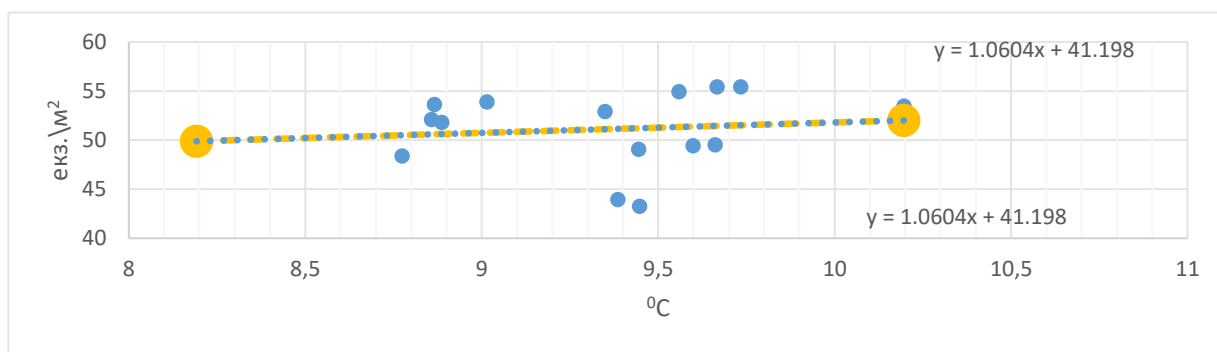


Рис. 5.10. Динаміка чисельності личинок першого віку хлібного жука-кузьки на пшениці озимій залежно від середньої температури повітря, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Наголосимо, що збільшення кількості опадів на 170-220 мм сприяє незначному зменшенню виживання личинок першого віку хлібних жуків, а за відносно незначних показниках опадів до сумарних річних 550 мм їх кількість є порівняно високою, що впливає на особливості застосувань сучасних систем захисних заходів і, зокрема, протруйників-інсектицидів для обробки насіння пшениці озимої від комплексу ґрунтових видів фітофагів (рис. 5.11).

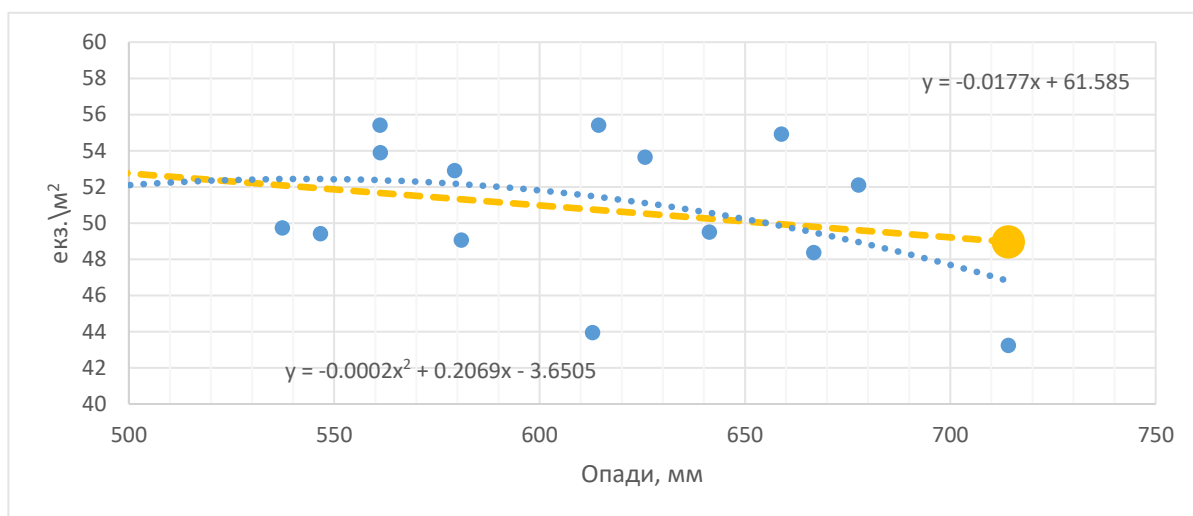


Рис. 5.11. Динаміка чисельності личинок першого віку хлібного жука-кузьки на пшениці озимій залежно від суми опадів, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Визначено, що за показника ГТК 1,30-1,44 кількість личинок хлібних жуків зменшується порівняно із середніми річними кількостями за ГТК 1-1,1 (рис. 5.12).

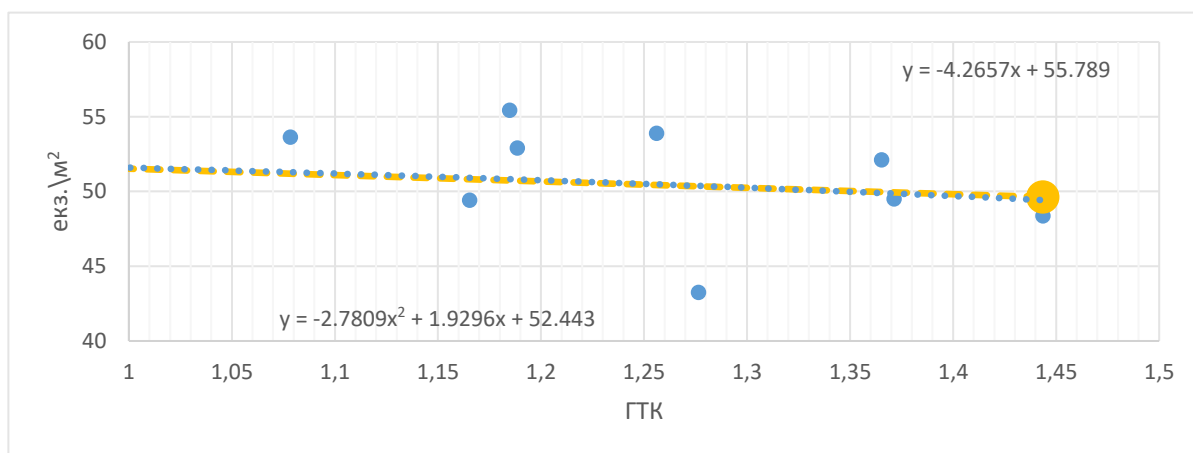


Рис. 5.12. Динаміка чисельності личинок першого віку хлібного жука-кузьки на пшениці озимій залежно від гідротермічного коефіцієнта, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Для личинок 2 віку хлібних жуків характерним є зниження їх чисельності в разі підвищення середньої річної температури повітря від 8,0 до 9,8 °С, на що доречно зважати в оцінках формування й виживання популяцій хлібних жуків на посівах пшениці озимої із застосуванням розроблених моделей прогнозу (рис. 5.13).

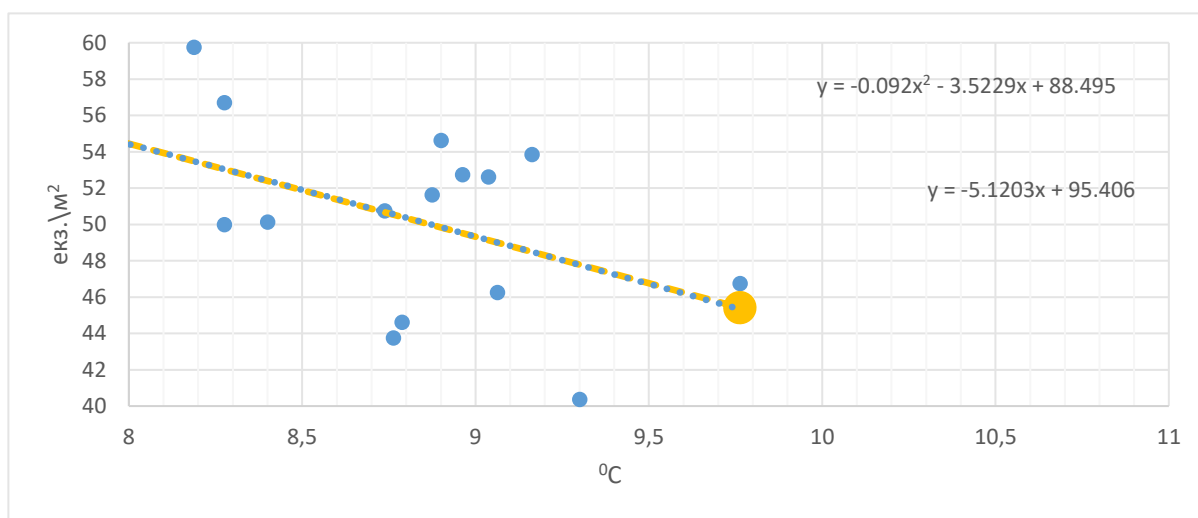


Рис. 5.13. Динаміка чисельності личинок другого віку хлібного жука-кузьки на пшениці озимій залежно від середньої температури повітря, в середньому за 2002 – 2019 рр.

Характерно, що збільшення середніх річних кількостей опадів від 480 до 670 мм на рік позитивно впливає на чисельність і виживання личинок другого віку, що заселяли пшеницю озиму в регіоні спостережень (рис. 5.14).

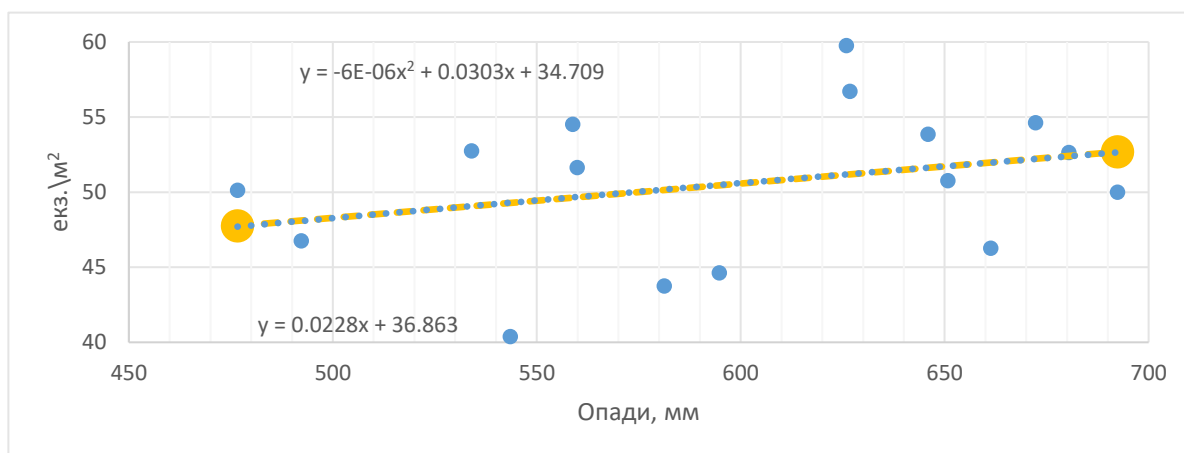


Рис. 5.14. Динаміка чисельності личинок другого віку хлібного жука-кузьки на пшениці озимій залежно від суми опадів, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Визначено, що чисельність личинок 2 віку залежить від коливань показників гідротермічного коефіцієнта і найбільш оптимальними виявилися варіації ГТК від 1,0 до 1,3, необхідно брати до уваги в сучасних системах захисних заходів (рис. 5.15).

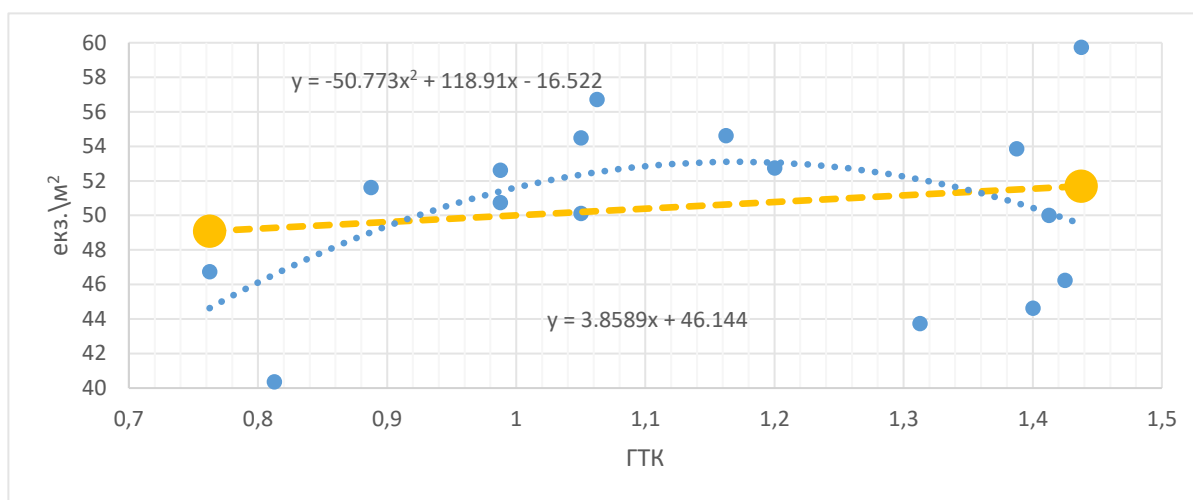


Рис. 5.15. Динаміка чисельності личинок другого віку хлібного жука-кузьки на пшениці озимій залежно від гідротермічного коефіцієнта, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Імаго хлібних жуків також виявилися з кореляційною залежністю від коливань температури повітря і в разі підвищення останньої їхня кількість зменшується на 11-

14 % порівняно з чисельністю за середньої річної температури повітря 8,2-8,5 °C (рис. 5.16).

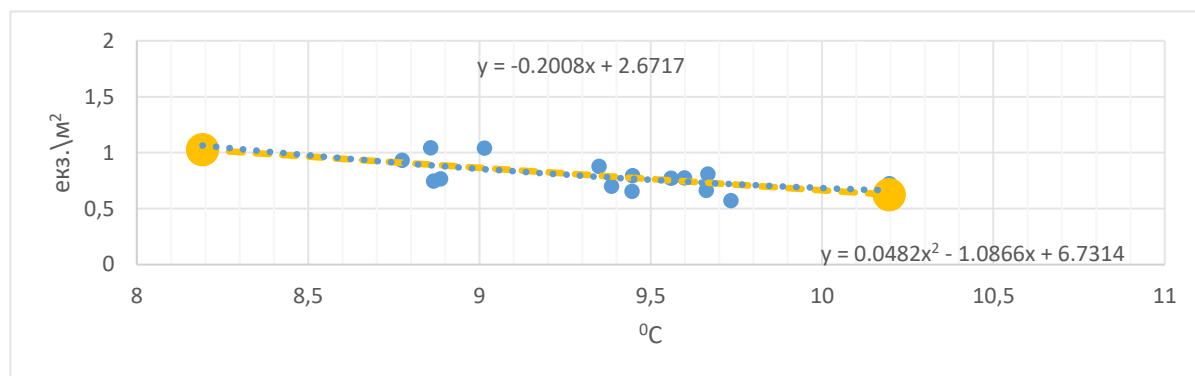


Рис. 5.16. Динаміка чисельності імаго хлібного жука-кузьки на пшениці озимій залежно від середньої температури повітря, у середньому за 2002 – 2019 рр.)

У роки досліджень помічено незначну кореляційну залежність чисельності імаго хлібних жуків і кількості опадів, зокрема ці коливання суттєво не впливали на сезонні й багаторічні показники кількості імаго хлібних жуків у регіоні досліджень (рис. 5.17).

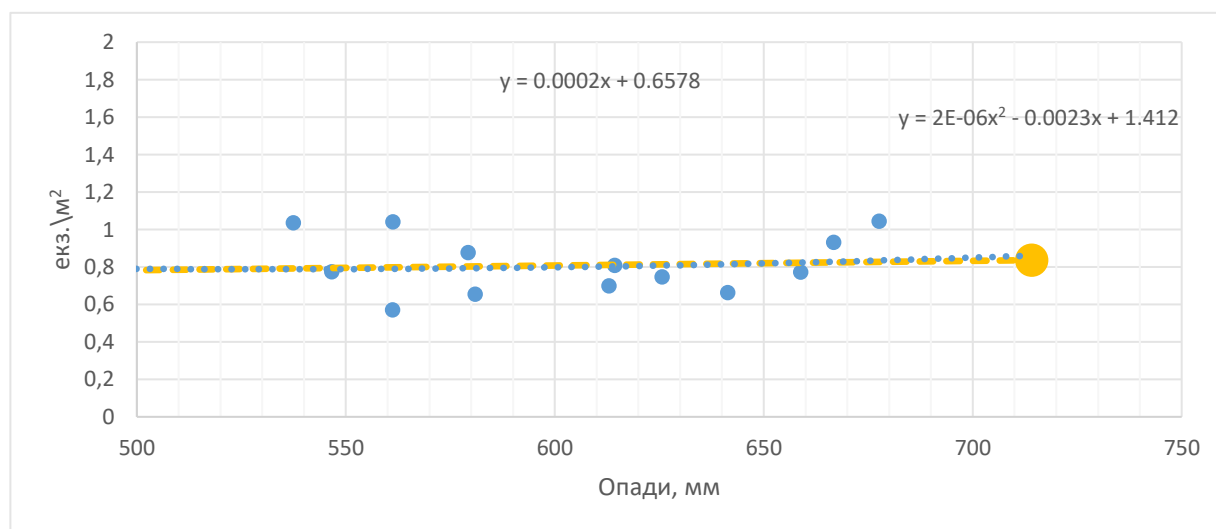


Рис. 5.17. Динаміка чисельності імаго хлібного жука-кузьки на пшениці озимій залежно від суми опадів, у середньому за 2002 – 2019 рр.

У 2002 – 2019 рр. спостережено незначне зростання імаго хлібного жука-кузьки в разі підвищення показника ГТК від 1,1 до 1,4, що доцільно враховувати в сучасних технологіях захисту пшениці озимої від фітофага в Лісостепу України (рис. 5.18).

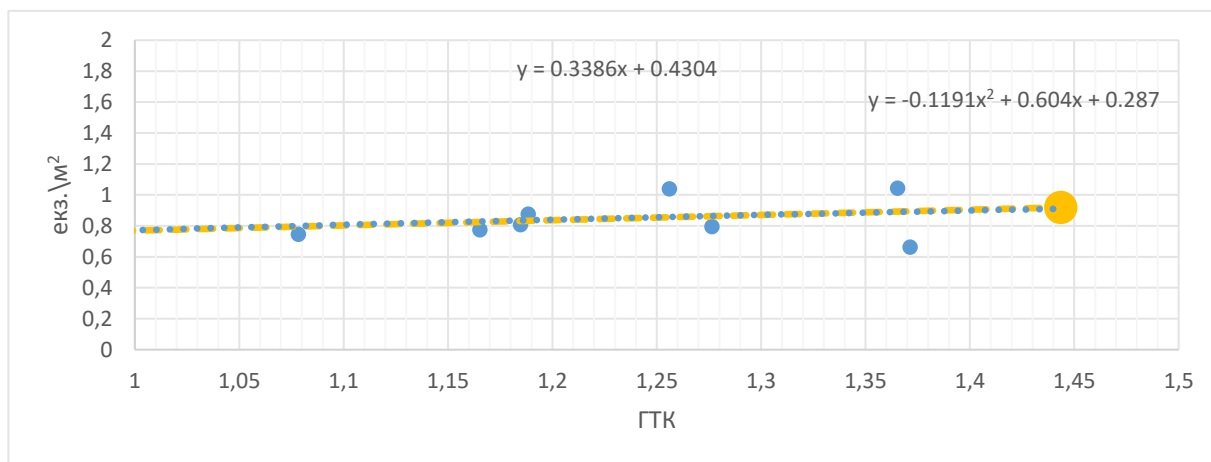


Рис. 5.18. Динаміка чисельності імаго хлібного жука-кузьки на пшениці озимій залежно від гідротермічного коефіцієнта, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Особливість біології та екології хлібної жужелиці свідчить про зменшення кількості фітофага за умов підвищення середньої річної температури повітря від 9,5 до 10,2 °С, що важливо враховувати під час оптимізації захисних заходів як у порівняно вологі, так і посушливі роки (рис. 5.19).

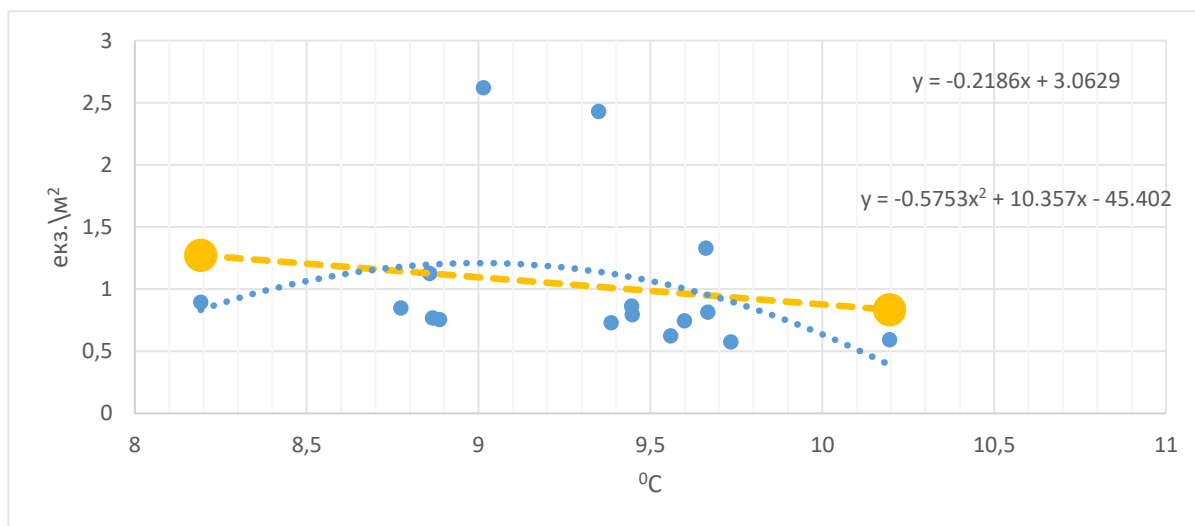


Рис. 5.19. Динаміка чисельності хлібної жужелиці на пшениці озимій залежно від середньої температури повітря, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Характерно, що рівномірність сезонних і багаторічних коливань опадів не впливає на показники виживання личинок хлібної жужелиці, а за показників 640-670 мм опадів за рік їх кількість зростає порівняно з показником опадів 540-550 мм за рік (рис. 5.20).

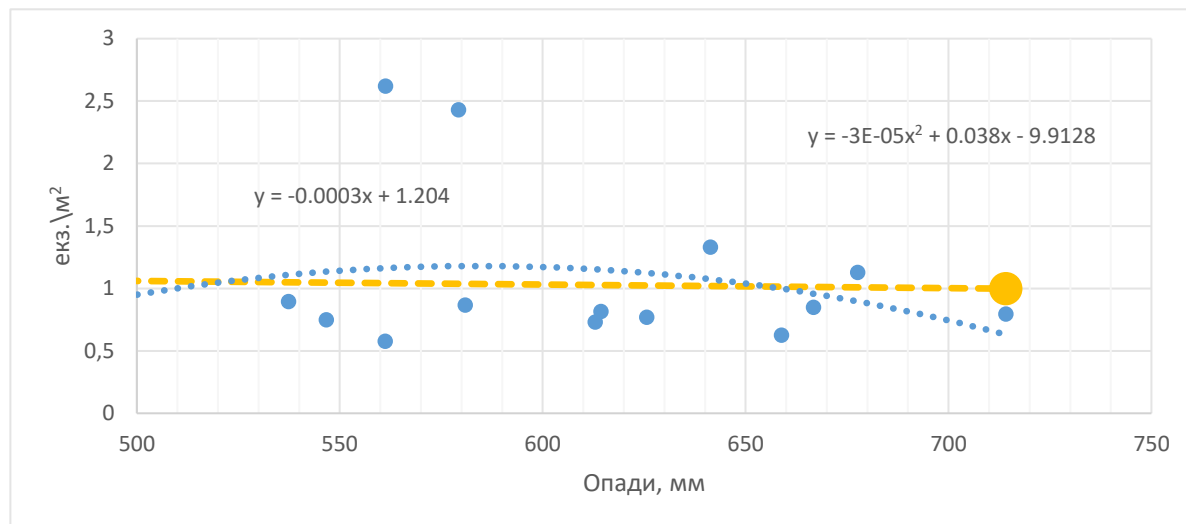


Рис. 5.20. Динаміка чисельності хлібної жужелиці на пшениці озимій залежно від суми опадів, у середньому за 2002 – 2019 рр.

За підвищення ГТК від 1,1 до 1,46 помічено позитивні кількісні зміни щодо чисельності й виживання личинок хлібної жужелиці на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, однак за показників 1,08-1,2 їх кількість достовірно зменшувалася, що необхідно враховувати в сучасних технологіях вирощування пшениці озимої в Лісостепу України (рис. 5.21).

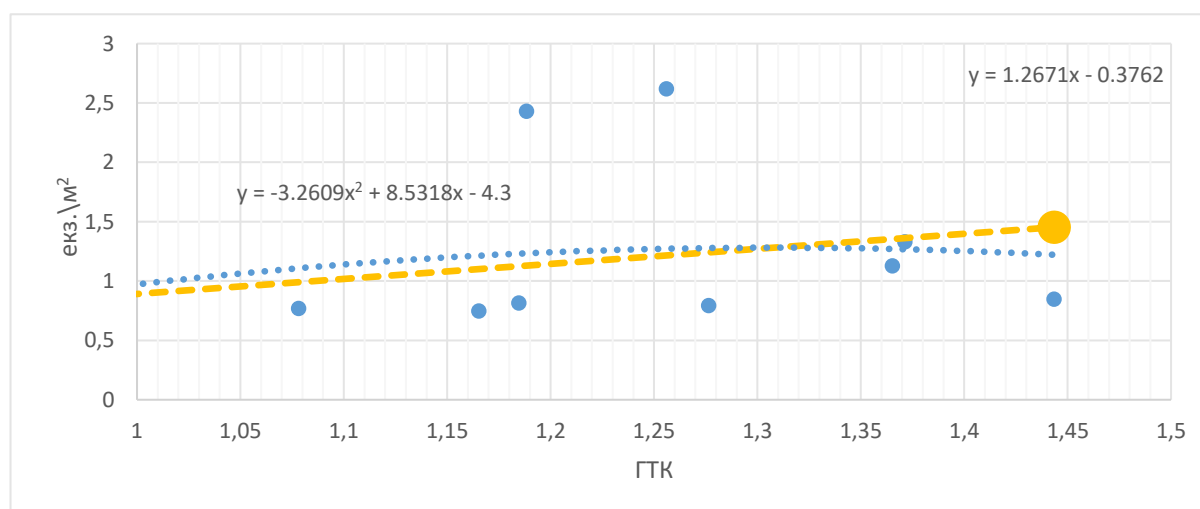


Рис. 5.21. Динаміка чисельності хлібної жужелиці на пшениці озимій залежно від гідротермічного коефіцієнта, у середньому за 2002 – 2019 рр.

У роки досліджень у фазу наливу зерна пшениці озимої чисельність клопа шкідливої черепашки та заселення цим фітофагом залежала від середньої річної температури повітря й у разі підвищення цього показника, що спостерігалось в останні роки, кількість фітофага зменшилась у 2,1-2,6 рази. Розроблені моделі прогнозу чисельності фітофагів із врахуванням середніх річних показників температури повітря в разі вирощування пшениці озимої є важливим елементом упровадження технологій у сучасних господарствах (рис. 5.22).

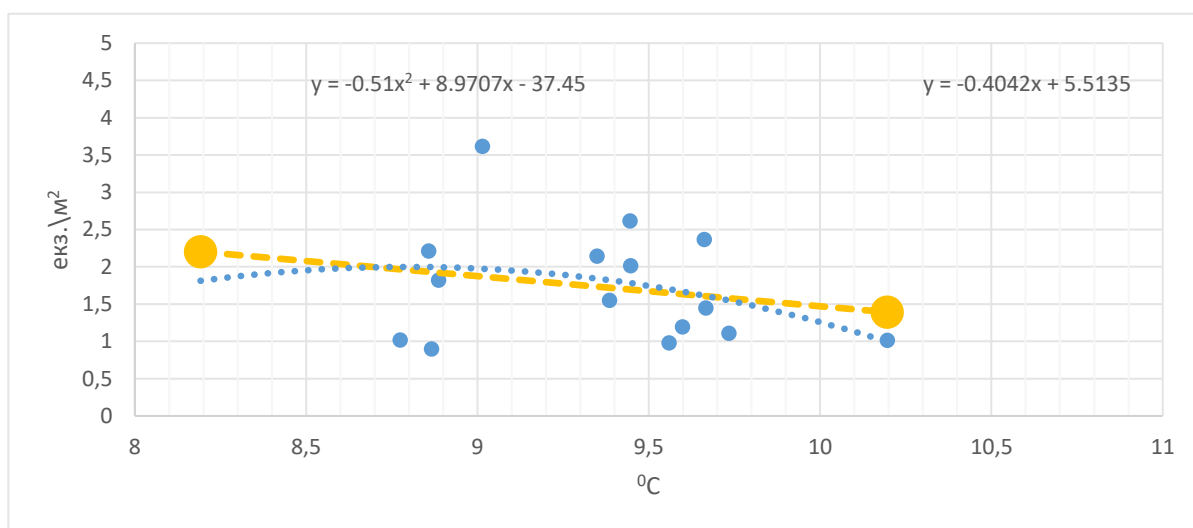


Рис. 5.22. Динаміка чисельності клопа шкідливої черепашки на пшениці озимій у фазу наливу зерна залежно від середньої температури повітря, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Потрібно зазначити, що збільшення кількості опадів не сприяє значному зменшенню виживанню імаго та личинок клопа шкідливої черепашки за фази наливу зерна пшениці озимої (рис. 5.23).

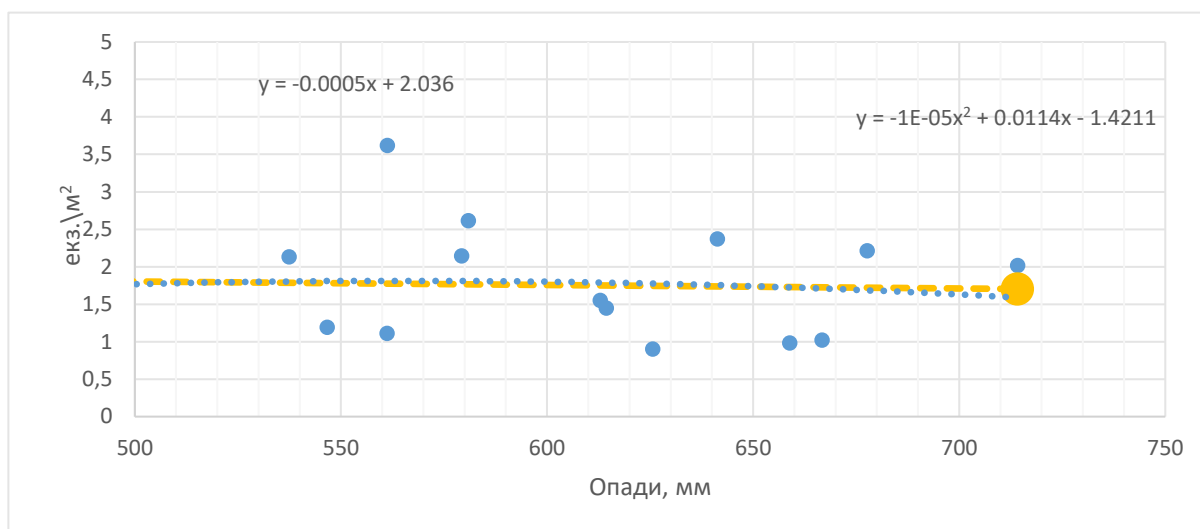


Рис. 5.23. Динаміка чисельності клопа шкідливої черепашки на пшениці озимій у фазу наливу зерна залежно від суми опадів, у середньому за 2002 –2019 рр.

Отже, гідротермічний коефіцієнт впливав на сезонну та багаторічну динаміки чисельності клопа шкідливої черепашки і його позитивні коливання 1,15-1,45 сприяли розвитку й розмноженню цього фітофага в Лісостепу України, на що доцільно зважати в сучасних системах захисних заходів пшениці озимої у фазу наливу зерна (рис. 5.24).

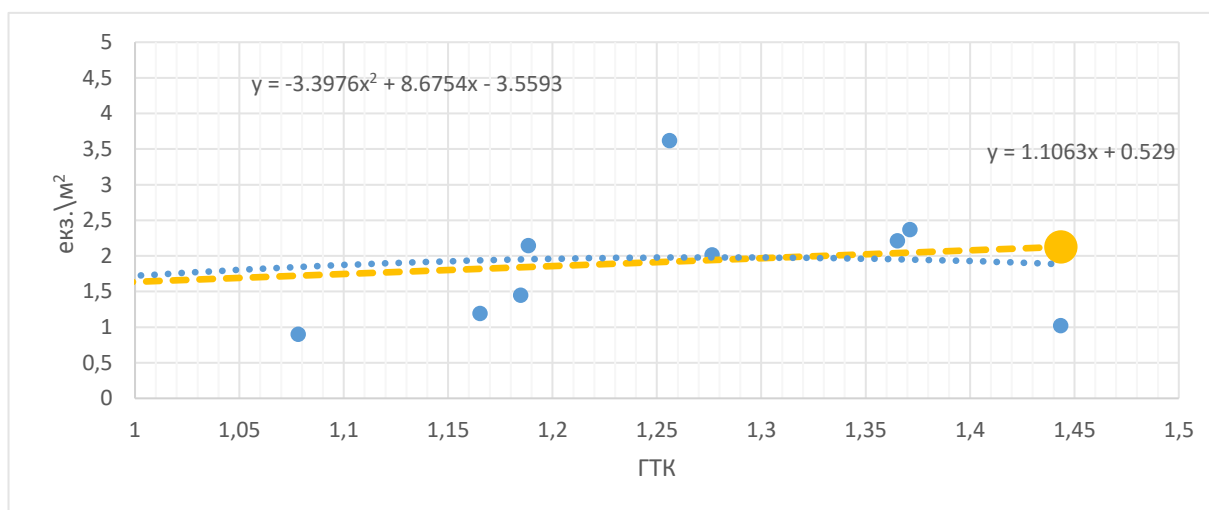


Рис. 5.24. Динаміка чисельності клопа шкідливої черепашки на пшениці озимій у фазу наливу зерна залежно від гідротермічного коефіцієнта, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Установлено, що підвищення температури повітря від 8,3 до 10,2 °С сприяє виживанню личинок клопа шкідливої черепашки після перезимівлі, проте, ця закономірність недостатньо підтверджується коефіцієнтом регресії (рис. 5.25).

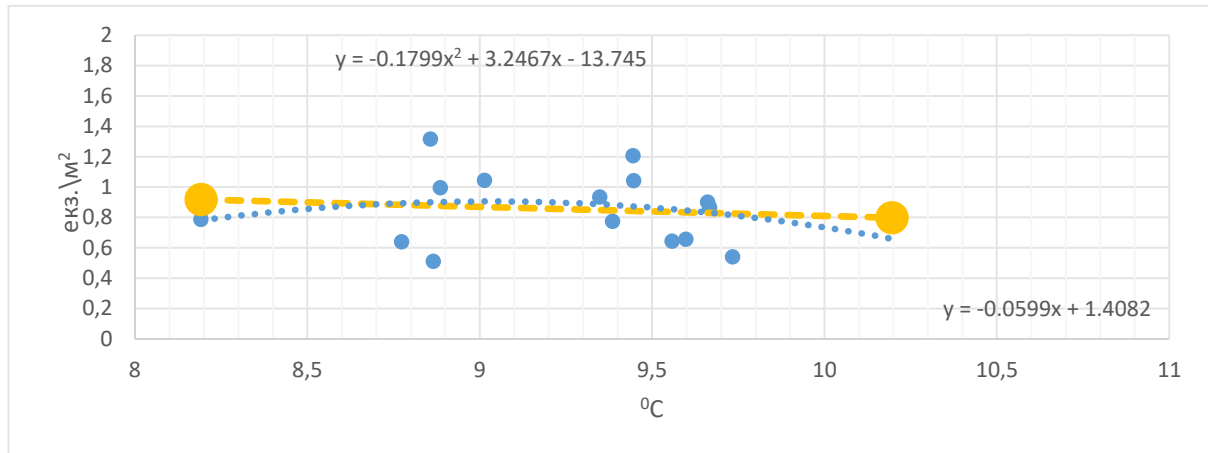


Рис. 5.25. Динаміка чисельності клопа шкідливої черепашки після перезимівлі на пшениці озимій залежно від середньої температури повітря, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Спостережено, що після перезимівлі показники суми опадів за роки спостережень не впливають у значній мірі на чисельність клопа шкідливої черепашки, однак, у разі їх збільшення на 50-100 мм за рік чисельність імаго й личинок фітофага збільшується, що доцільно враховувати в сучасних технологіях і системах захисних заходів (рис. 5.26).

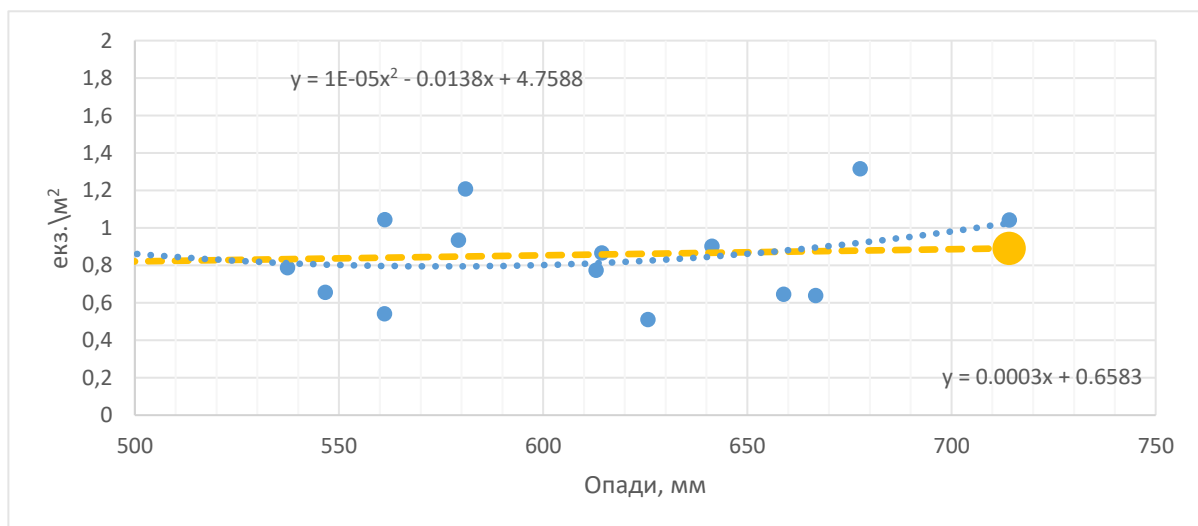


Рис. 5.26. Динаміка чисельності клопа шкідливої черепашки після перезимівлі на пшениці озимій залежно від суми опадів, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Після перезимівлі в 2002 – 2019 рр. чисельність клопа шкідливої черепашки зростала в разі підвищення показника ГТК до 1,5, що свідчить про вірогідну залежність кількості фітофага від комплексу показників середньорічних коливань погоди в Лісостепу України (рис. 5.27).

Розраховані параметри моделей за множинною регресією дозволили визначити чисельність окремих видів фітофагів з оцінкою якості корму, а також коефіцієнтом розмноження за коливань середніх температур у періоди вегетації.

Оцінка впливу на окремі види фітофагів агрокліматичних особливостей дало змогу оптимізувати технології вирощування сільськогосподарських культур і застосувати найдосконаліші організаційно-агротехнічні заходи контролю комплексу шкідників на пшениці озимій.

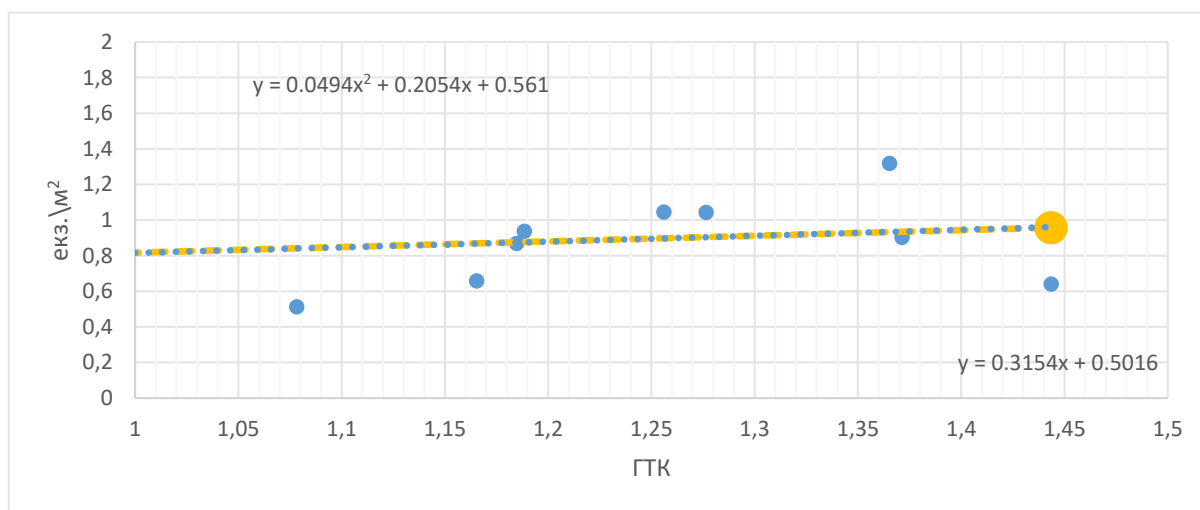


Рис. 5.27. Динаміка чисельності клопа шкідливої черепашки після перезимівлі на пшениці озимій залежно від гідротермічного коефіцієнта, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Так, сучасні системи захисту пшениці від шкідників включають внесення бакових сумішей інсектицидів та добрив, зокрема, рідких азотних добрив, застосованих на основних етапах органогенезу рослин, що підвищує природні механізми саморегуляції агроценозів, а також ефективність застосування сидеральних добрив. Це щорічно проявлялось у нових польових сівозмінах, оскільки

підвищувалась роль біологічного та хімічного захистів посівів пшениці в господарствах нових форм власності.

Водночас одним з основних виявилось питання раціоналізації внесення біологічних і хімічних засобів для контролю чисельності шкідливих видів комах у разі застосування широкозахватної спеціальної техніки.

Отже, з наведеної структури польової сівозміни ефективним є застосування нових препаратів проти шкідників на основних стадіях їх розвитку, оскільки обробка інсектицидами проводиться відповідно до фіксованих фенологічних строків, головним чином на початку появи фітофагів, що сприяє високій ефективності дії сумішей біологічних і хімічних засобів захисту рослин [1, 2, 10].

На основі багаторічних експертиз встановлено, що сучасне землекористування сприяє підвищенню ефективності використання природних ресурсів ентомокомплексів із математичним моделюванням і управлінням їх структур за показниками зовнішніх факторів. Це дозволяє оптимізувати системи захисту сільськогосподарських культур від шкідників на основі оцінки механізмів їх саморегуляції в сучасних агроценозах, що узгоджується з отриманими результатами досліджень.

Зауважимо, що й запаси вологи, які відновлюються за рахунок атмосферних опадів із порушенням їх динаміки, також впливають на поширення шкідників у польових сівозмінах. Одним з основних заходів щодо контролю динаміки шкідників у системах землеробства є оптимізація умов живлення рослин із внесенням органічних добрив.

Виробництво якісного зерна пшениці озимої та інших сільськогосподарських культур з оцінкою механізмів саморегуляції комах із збільшенням кількості хижих жужелиць та інших корисних видів є основою оптимізації застосування як агротехнічних, так і спеціальних захисних заходів.

Під час розробки заходів захисту пшениці озимої доцільно враховувати добір стійких сортів до фітофагів із застосуванням обґрунтованих сівозмін і сумішей протруйників і мікроелементів для протруєння насіння, а також моделей прогнозу розмноження комплексу шкідників по етапах органогенезу пшениці озимої.

Висновки до розділу 5

1. За результатами багаторічних досліджень розроблені нові моделі динаміки формувань популяцій за абіотичними та антропоічними предикторами, що дозволило здійснити контроль комплексу комах-фітофагів та оптимізувати сучасні заходи захисту, що регулює їх чисельність до 97 %. При цьому, необхідним є врахування як основних теорій динаміки чисельності популяцій комах, так і сучасних змін у структурах ентомокомплексів за особливостями багаторічного показнику екології та біології фітофагів посівів пшениці озимої.

2. На розвиток і формування популяції досліджуваних шкідливих видів комах основний вплив справляли середньорічна температура повітря, кількість опадів і показники гідротермічного коефіцієнта, який в роки спостережень коливався від 1,1 до 1,5. Це свідчить про важливість застосування цих закономірних значень як предикторів прогнозу й оцінки рівнів кількісних змін на видовому та популяційному показнику чисельності фітофагів пшениці озимої за сучасних систем захисту посівів.

3. В роки досліджень, для виявлених видів шкідників, поширених у регіоні спостережень, характерним є спалахи їх чисельності за окремими циклами. Ці процеси формувались синхронно в досліджуваних популяціях регіону спостережень із уточненою амплітудою, а також періодом коливань і числовими рівнями розмноження комах-фітофагів

РОЗДІЛ 6. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАХИСТУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ВІД ШКІДНИКІВ

6.1. Вплив інсектицидів та добрив

У роки досліджень сучасні технологічні системні рішення логістики щодо комплексного захисту польових культур й особливо пшениці озимої від шкідників відіграла важливу роль у ефективній діяльності підприємств із новою концепцією управління матеріальними запасами, зокрема, обсягами, строками та нормами застосування інсектицидів та інших препаратів.

Так, у захисті зернових культур від комплексу фітофагів логістична інноваційна діяльність виявилась значним резервом ефективності виробництва зерна, що не обмежувалась зовнішніми джерелами фінансування новітніх форм моніторингу систем захисту рослин від фітофагів.

Виявлені позитивні результати упровадження передових технологій захисту рослин, особливо їх адаптації до сучасного рівня виробництва. Встановлені нові актуальні й ефективні сучасні заходи щодо інтеграції всіх функціональних сфер, пов'язаних із проходженням матеріального потоку від виробника до споживача, зокрема, засобів захисту пшениці від фітофагів у єдиний обґрунтований комплекс із достовірним резервом економії витрат для отримання високоякісного зерна. Водночас управління господарськими процесами в межах сучасних польових сівозмін доцільно здійснювати за допомогою загальних методів контролю фітосанітарного стану посівів пшениці на кожному полі й своєчасно управляти як підготовчими, так і виробничими та економічними системами. Перехід від ізольованої розробки моніторингу динаміки формувань ентомокомплексів у значній мірі забезпечується самостійними системами логістичних схем польових культур від комплексу фітофагів, що вимагає розширення як методологічної бази управління матеріальними потоками, так і нового наукового підходу щодо прогнозу сучасного стану популяції комах в агроценозах.

Водночас методи логістичного управління комплексними системами захисту польових культур мають основний практичний інтерес з ефективним використанням

матеріальних запасів у агробізнесі, зокрема застосування сумішей високоякісних інсектицидів для захисту пшениці озимої на основних етапах органогенезу рослин.

Варто зауважити, що запаси засобів захисту рослин, як об'єкт управління в логістичному менеджменті агробізнесу, є малодослідженою проблемою й потребує сучасної оцінки ефективності новітніх технологій захисту культурних рослин польовій у сівозміні. Важливим є визначення можливостей та механізмів застосування тих чи інших логістичних підходів до напрацювання планових кількостей інсектицидів як запасів препаратів у представництвах компаній для лісостепової зони й кожного господарства в цілому.

Характерно, що в операційній діяльності сучасних господарств ефективним виявились дві основні категорії логістичних систем. Так, перша охоплює виробництво та постачання, де покупець є кінцевим одержувачем препарату, інша система пов'язана із транспортуванням і сервісом, коли сам покупець здійснює внесок у технологію вирощування, а також захисту пшениці озимої від фітофагів у кожному окремому господарстві.

Однак у господарствах логістична модель часто не забезпечується високоякісним інсектицидом від постачальника, а надходить у систему, переробляється й передається покупцеві без попереднього хімічного аналізу. Достовірне розходження у високоефективних моделях виникає через різний підхід щодо руху інсектицидів та інших господарських ресурсів.

Отже, заходи захисту пшениці озимої від шкідників як комплекс взаємозалежних виробництв неможливо регулювати без системного науково обґрунтованого експертного підходу щодо моделювання закономірностей логістики в захисті польових культур від економічно вагомих шкідливих видів комах з аналізом історії кожного посіву та сучасних угідь господарства.

У виробництві зерна в Лісостепу України актуальним є вибір технології вирощування, що значною мірою впливає на ефективність прийомів захисту посівів від шкідників. Доцільно зазначити, що за принципом ефективної локалізації варто скоротити виробництво товарного зерна пшениці на ґрунтах із порівняно низькими показниками гумусу на користь фуражних культур, що в результаті збільшить

кількість хижих жужелиць та інших видів корисних комах в агроценозах. Під час планування та освоєння сівозмін доцільно звернути увагу на біологічні заходи захисту для зменшення чисельності озимої та інших видів підгризаючих совок. Для захисту рослин від комплексу шкідливих видів совок важливим є випуск трихограми на початку масового відкладання яєць метеликами.

У Лісостепу України сучасні системи захисту зернових культур передбачають застосування комплексного захисту, починаючи з оптимізації сівозміни, підготовки насіння до сівби та контролі структури ентомокомплексу на початкових фазах розвитку рослин, зокрема, підвищення стійкості рослин проти комплексу фітофагів та інших шкідливих чинників шляхом протруєння насіння інсектицидами з одночасною обробкою його мікро- та макроелементами.

На сучасному етапі розвитку і впровадження у виробництво хімічного методу захисту рослин від комах-фітофагів нових інсектицидів на основі діючих речовин - неонікотиноїдів є актуальним як у теоретичному, так і практичному значеннях. Зокрема, щодо питань оптимізації норм, кратності і строків застосувань таких засобів контролю комплексу шкідників у посівах пшениці озимої: ацетоміприд, динотефуран, імідаклоприд, клотіанідин, нітенпірам, тіаклоприд та тіаметоксам. Ці речовини із відповідними назвами інсектицидів застосовуються у регіоні досліджень і включені до каталогу дозволених до застосування на території України. В структурі виділених інсектицидів превалюють препарати на основі 5 діючих речовин:

- ацетоміприд;
- імідаклоприд;
- клотіанідин;
- тіаметоксам;
- тіаклоприд.

Характерно, що механізми і тривалість їх системної дії за порівняно низьких норм не сприяє резистентності, що підтверджено результатами наших досліджень при застосуванні систем захисних заходів на основі діючих речовин: карбонату, фосфорорганічних і синтетичних піретроїдних інсектицидів. Це свідчить про важливість впровадження у виробництво новітніх технологій контролю комах-

фітофагів з високою економічною ефективністю, низькою токсичністю для ссавців та інших не цільових об'єктів. Доцільно відмітити, що дія неонікотиноїдів оцінюється як фактор, що викликає масові втрати бджолиних сімей в різних країнах світу.

Однак, незважаючи на заборону деяких неонікотиноїдів в Євросоюзі та інших країнах база даних проти цієї групи речовин, щодо негативного впливу на бджіл, не достатньо обґрунтована.

Неонікотиноїди і фіпроніл становлять приблизно третину ринку інсектицидів у всьому світі. Успіх неонікотиноїдів в якості інсектицидів в сільському господарстві є результатом відсутності відомої стійкості до пестицидів у шкідливих організмів-мішеней. Неонікотиноїди ліцензовані для використання в більш ніж 120 країнах і мають глобальну ринкову вартість 2-6 млрд доларів США, причому один імідаклоприд займає 41% цього ринку і є другим найбільш широко використовуваною речовиною в світі [76, 91, 209].

Станом на 1.01.2019 року зареєстровано 118 препаратів на основі: імідаклоприду, тіаклоприду, ацетаміприду, тіаметоксаму і клотіанідину.

За хімічною структурою неонікотиноїди ділять на дві групи:

1. нітроскладові з'єднання;
2. ціаноскладові з'єднання.

Неонікотиноїди пригнічують активність ацетилхоліністерази і є антагоністами нікотин-ацетилхолінових рецепторів постсинаптичної мембрани, пролонгують відкриття натрієвих каналів. Відносяться до 2-го і 3-го класів небезпеки для людини і 1-му і 3-му класам небезпеки для бджіл

В роки досліджень ця категорія інсектицидів була представлена препаратами на основі таких діючих речовин із наступної групи неонікотиноїдів.

1. Імідаклоприд — речовина працює як системний інсектицид, токсично впливаючи на центральну нервову систему комах.

Станом на 2019 рік зареєстровано 67 препаратів, що містять імідаклоприд і рекомендованих виробниками для захисту сільськогосподарських культур від основних шкідників.

Препарати на основі імідаклоприду відносяться до 3-го класу небезпеки для людини і 1-го класу небезпеки для бджіл.

2. Ацетаміприд володіє контактнo-кишковою дією з яскраво вираженою системною активністю. Взаємодіючи з нікотинoвими ацетилхолінових рецепторів постсинаптичних мембран нервових клітин комах, він сприяє порушенню передачі нервових імпульсів. Це клас інсектицидів, розроблений в середині 1980-х років, введений в арсенал сільського господарства в якості засобів-інсектицидів тільки на початку 1990-х років. Ацетаміприд також є нікотинoподібною речовиною зі схожим до нікотину дією на організм. Станом на 2019 рік, дозволених до застосування, зареєстровано 9 препаратів на основі Ацетаміприду.

На поверхні рослин д.р. нестійка і руйнується протягом 3-4 діб. Період напіврозпаду в ґрунті 1-2 доби.

Препарати на основі Ацетаміприд відносяться до 3-го класу небезпеки для людини і 3-го класу небезпеки для бджіл.

3. Клотіанідин є інсектицидом контактної, кишкової і системної дії, ефективний проти сисних комах, в тому числі з родин твердокрилих (Coleoptera), рівнокрилих (Homoptera) і двокрилих (Diptera). Застосовується в основному для обробки насіннєвого матеріалу, а також в період вегетації рослин від шкідливих об'єктів.

На 2019 рік зареєстровано 17 препаратів на основі клотіанідину. Відноситься до 3-го класу небезпеки для людини і 1-го класу небезпеки для бджіл.

4. Тіаклоприд – порушення передачі нервового імпульсу, що є результатом зв'язування з нікотин-ацетилхоліновими рецепторами, що призводить до загибелі шкідників. Використовується в період вегетації на посівах зернових, зернобобових, овочевих, технічних і плодових культур, винограду проти сисних і листогризучих шкідників.

На 2019 рік діюча речовина тіаклоприд входить до складу 6 інсектицидів.

Препарати на основі тіаклоприд відносяться до 2-го класу для людини і 3-го класу небезпеки для бджіл.

5. Тіаметоксам — діюча речовина швидко поглинається рослиною і пересувається по ксилемі в необроблені частини рослин, впливаючи на нікотинoві

ацетилхолінові рецептори нервової системи комах. Відмінними рисами препаратів на основі д.р. тіаметоксам є широкий спектр і системна дія, швидке інгібіторне живлення шкідників, відносно низька норма застосування, збереження біологічної ефективності незалежно від зовнішніх умов, а також наявність тривалого захисного ефекту.

Ефективний проти скритноживучих і тих що живляться на нижній стороні листа шкідників. Препарати широко застосовуються як при передпосівній обробці насіння і бульб, так і обприскуванням сільськогосподарських рослин у період вегетації для боротьби з рівнокрилими, трипсами, лускокрилими і з твердокрилими. На 2019 рік зареєстровано 19 препаратів на основі цього д.р.

Препарати на основі тіаметоксамом відносяться до 2-го і 3-го класів для людини і 1-го класу небезпеки для бджіл.

Неонікотиноїди мають наступні властивості:

- акумулюються рецепторами, які є в комах, і погано - рецепторами, які є в людини та інших ссавців;
- нелетючістю: як полярні сполуки вони не іонізуються при звичайних рН, стійкі до гідролізу;
- висока біологічна активність;
- висока трансламінарна і системна дія в рослинах;
- низькі норми витрат;
- помірна стійкість у навколишньому середовищі.

Неонікотиноїди впливають на центральну нервову систему сисних (попелиці, цикадки, трипси) і листогризухих комах. Препарати на основі цих діючих речовин застосовують для захисту сходів культур від ґрунтових шкідників. Оскільки неонікотиноїдні препарати блокують специфічні нейрони у комах, то у них припиняється передача нервового імпульсу, і вони гинуть від нервового перезбудження. Дія препаратів призводить до паралічу і смерті фітофагів навіть при використанні їх в мінімальних нормах.

Вивчення динаміки залишкових кількостей неонікотиноїдів в рослинах показало, що вони проникають по судинній системі переважно в листя. Це свідчить про

гігієнічну безпеку використання неонікотиноїдів на основі тіаметоксаму та імідаклоприду.

Ще одна якість неонікотиноїдів - менша залежність обробок інсектицидними протруйниками від погодних умов протягом вегетаційного сезону. Тривалість стабільної захисної дії препаратів, незалежно від погодних умов - 6-8 тижнів.

За отриманими даними, передпосівна обробка насіння зернових культур забезпечує надійний захист насіння, сходів і рослин від злакових мух, завдяки системній активності протруйників насіння, що дозволяє токсикантам проникати в рослину через кореневу систему і переміщатися акропетально в надземні органи і тканини. В результаті такого процесу відбувається токсикація рослин, яка забезпечує загибель личинок злакових мух в період проникнення їх в стебло, тобто на початку процесу порушення цілісності рослини. Токсикація рослин обмежує їх пошкодження комплексом личинок, фітофагів протягом 35-45 діб.

Ряд дослідників з різних країн світу не виключає можливості того, що препарати нового покоління і їх суміші, поряд з комплексом інших стресових факторів біотичної і абіотичної природи є однією з причин загибелі бджіл [151, 232, 261].

Виявлено залежність тривалості та інтенсивності контактів бджіл з неонікотиноїдами на рослинах і ступінь небезпеки інтоксикації комах в умовах польових агроценозів від їх токсичних властивостей, норм витрат, періоду очікування після застосування препаратів і способу впливу на запилювачів.

Деякі неонікотиноїди несприятливо впливають на відтворення і розвиток личинок, порушують координацію, дотикову пам'ять, навігаційні здібності бджіл.

Менш небезпечними для медоносної бджоли є препарати на основі ацетаміприду і тіаклоприду.

Імідаклоприд є найбільш токсичним для бджіл із неонікотиноїдів і заборонений до застосування під час цвітіння культури.

Важливим критерієм потенційної екологічної небезпеки інсектицидів є їх токсичність для нецільових організмів. Інсектициди з величиною ЛД₅₀ від 131 і вище мг/кг характеризуються як помірно токсичні, тому менш небезпечні для ссавців (ЛД₅₀ від 3 до 87 мг/кг - високотоксичні і найбільш небезпечні).

Потенційна екологічна небезпека визначається за класифікаціями поведінки препаратів у навколишньому середовищі і його токсичності (табл.6.1).

Таблиця 6.1.

**Структура основних екотоксикологічних показників сучасних
неонікотиніодів**

Назва Д.р.	Стійкість у угрунті (ДТ50), д.	Летючість за 25 оС МПа	Ссавці ЛД50, мг/кг	Птахи Д50, мг/кг	Риби СК50, мг/л	Бджоли ЛД50, мкг/особ	Грунтові черви СК50, мг/кг
Ацетаміприд	3	1,73*10 ^{-0,4}	213	98	> 100	8,09	9
Імідаклоприд	174	4,0*10 ^{-0,7}	131	31	211	0,0037	0,7
Клотіанідин	121,2	2,8*10 ^{-0,8}	> 500	430	> 104,2	0,004	13,21
Тіаклоприд	18	3,0*10 ^{-0,7}	444	49	30,2	17,32	105
Тіаметоксам	39	6,6*10 ^{-0,6}	> 1563	576	> 125	0,005	> 1000

Представлені діючі речовини препаратів виявляють нестійкість в ґрунті. Тіаметоксам класифікується в ґрунті як середньо стійке з'єднання. Показник періоду його напіврозпаду (ДТ50) знаходиться в межах 39 діб. Імідаклоприд і клотіанідін дуже стійкі до водного гідролізу при рН від 5 до 9, досить тривалий час можуть зберігатися в ґрунті. Період їх напіврозпаду в цьому субстраті (ДТ50) становить 174 і 121 добу відповідно. За показником летючості імідаклоприд і клотіанідін оцінюються як нелетючі з'єднання.

Використання інсектицидів є одним із значущих чинників повсюдного зниження чисельності корисних комах-запилювачів.

Спостереження показали, що комахи-запилювачі, що збирають нектар з оброблених неонікотиніодами рослин, отримують певну кількість інсектицидів кожен раз, коли живляться самі або годують личинок. Це хронічна інтоксикація не призводить до смерті бджіл, але шкода від неї відчутна: у комах порушуються здібності до навчання і збору нектару, сповільнюється розвиток колоній, страждає і якість запилення посівів навколо колонії. Відзначається, що неонікотиніоди здатні залишатися в тканинах рослин протягом декількох місяців і на термін понад один рік.

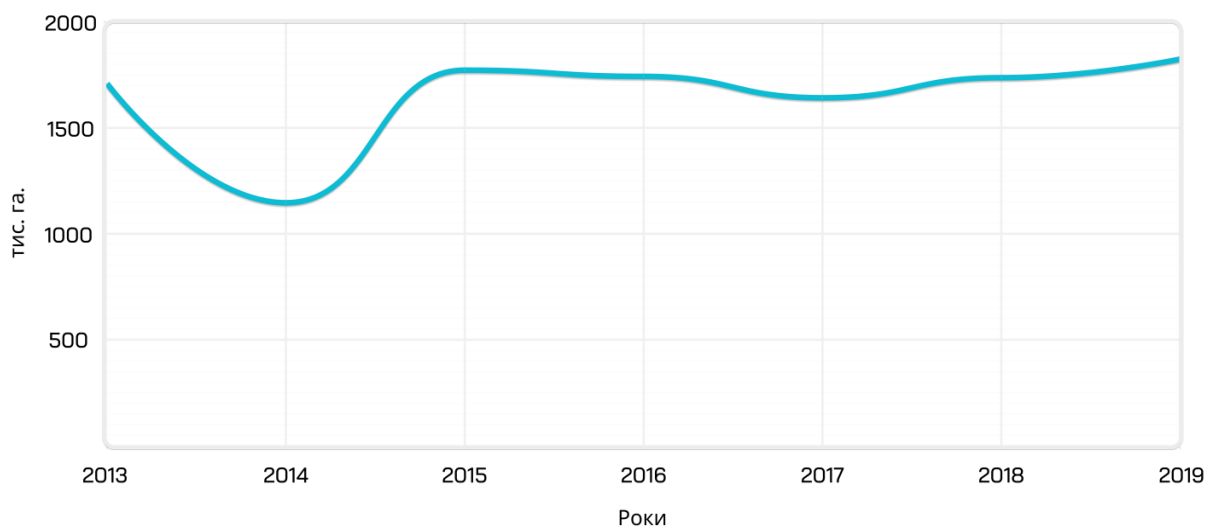
Таким чином, вибір засобів захисту пшениці озимої від комплексу комах-фітофагів необхідно проводити в залежності від механізму дії, ефективності, способу

застосування та виду шкідника. Нагальним є дотримання інструкції щодо застосування і рекомендованих термінів і норм витрат за сучасних правил безпеки. Неконтрольоване застосування інсектицидів може стати причиною розвитку резистентності у шкідників і завдати шкоди навколишньому середовищу.

У сучасних польових сівоzmінах у системі захисту як пшениці озимої, так і попередньої культури кількість внесених інсектицидів коливається від 0,1-0,8 л/га. Водночас для отримання основної зернової продукції як пшениці озимої, так і бобових культур кількість внесених інсектицидів у 2-4 рази перевищує їх застосування на посівах попередників.

У 2013 і наступних роках спостережень кількість застосованих інсектицидів на посівах пшениці озимої зросла практично в усіх областях Лісостепу України. Так, основну частку препаратів системної дії і контактно системних інсектицидів застосовували для протруєння насіння з нормою 0,3-1 л/т, і у фазі колосіння – молочної стиглості зерна, а місцями на початку виходу пшениці в трубку та колосіння з коливанням кількості препаратів від 0,2 до 0,35 л/га. Разом із цим контроль комплексу шкідливих видів комах становив 78-85 % і більше. Основні групи діючих речовин препаратів представлені як імідоклопрідом, так і лямбда-цигалотрином та диметоатом, а також іншими діючими речовинами, які застосовували з урахуванням динаміки формувань популяцій шкідників і строками та повторністю внесення препаратів у господарствах усіх форм власності (рис. 6.1).

Водночас сучасне обґрунтування особливостей формувань ентомокомплексів у агроценозах необхідно проводити за показниками «площа максимальної шкідливості», зокрема ґрунтових фітофагів, з урахуванням радіуса їх добового переміщення. Так, для ефективного вирощування пшениці озимої актуальним є визначення сумарної потреби комплексу шкідників у живленні за фактичної сукупності особин виду на різних етапах органогенезу пшениці озимої, на конкретній площі, у певний період формування агроценозу з урахуванням частки їх рослинного живлення, яка змінювалась в часі.



Загальна площа застосування інсектицидів на посівах пшениці озимої



Рис. 6.1. Динаміка застосування інсектицидів на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2013–2019 рр. (за даними Державної ветеринарної та Фітосанітарної служби України).

У роки спостережень у структурі внесених хімічних засобів захисту рослин інсектициди займали 18-27 % порівняно зі внесеними фунгіцидами та гербіцидами.

Водночас одним із важливих показників сучасних технологій є застосування якісних засобів захисту рослин із двома - трьома діючими речовинами, що високоефективно контролюють комплекс шкідників пшениці озимої від проростання насіння до формування генеративних органів культурних рослин.

У сучасній системі управління запасами інсектицидів доцільним є використання елементів логістичного методу експертизи показників технологій вирощування пшениці озимої в Лісостепу. Проте для логістичних систем управління запасами препаратів, пов'язаних із певним порядком контролю їхнього фактичного рівня потребуються додаткові витрати фінансових, трудових та інформаційних ресурсів, особливо для застосування препаратів у оптимальних фенологічних і календарних строках. Принцип диференціації асортименту інсектицидів у процесі логістичного аналізу поділено на чотири групи залежно від технологій застосування, попиту й показників прогнозу, розвитку, поширення фітофагів та механізму дії кожного препарату за ознаками понад десяти сучасних діючих речовин (табл. 6.2).

Таблиця 6.2.

**Структура діючих речовин інсектицидів, які застосовують у сучасних
препаратах на посівах пшениці озимої, (в середньому за 2010 – 2019 рр.)**

1	2	3	4
№	Діючі речовини	2010 – 2013 рр., % ефективності	2014 – 2019 рр., % ефективності
1	Ацетоміприд	+ 72-86	+ 63-75
2	Імідаклоприд	+ 65-78	+ 57-59
3	Диметоат	+ 82-84	+ 80-84
4	Хлорпірифос	+ 84-95	+ 86-97
5	Фіпроніл	+ 81-83	+ 78-79
6	Піріміфос - метил	+ 95-97	+ 96-97
7	Альфа - циперметрин	+ 62-73	+ 57-59
8	Бета - циперметрин	+ 64-77	+ 60-65
9	Біфентрин	+ 75-79	+ 74-76
10	Гамма - цигалотрин	-	+ 82-84
11	Дельтаметрин	+ 72-76	+ 66-71
12	Есфенвалерат	+ 70-75	+ 63-67
13	Фозалон	+ 79-86	+ 77-79
14	Зета - циперметрин	+ 61-64	+ 63-65
15	Лямбда - цигалотрин	-	+ 75-82
16	Тефлутрин	-	+ 84-86
17	Циперметрин	+ 65-69	+ 67-71
18	Тіаметоксам	-	+ 85-89
19	Тіаклоприд	-	+ 77-86
20	Піпероніл бутоксид	+ 55-59	+ 58-66
21	Клотіанідин	-	+ 56-64
22	Хлорпірифос-метил	-	+ 62-68
23	Піріміфос-метил	-	+ 63-67

Також було досліджено і проаналізовано класифікацію основних спеціалізованих зернових інсектицидів проти комах-фітофагів та виявлено їхню ефективність проти шкідливого ентомокомплексу польових культур у Лісостепу України (табл.6.3).

Таблиця.6.3.

Структура основних зернових інсектицидів (в середньому за 2010 – 2019 рр.)

Назва	Д. р.	Клоп-шкідлива черепашка	Трипси	Попелиця	Хлібна жуželиця	Цикадки	Знакові мухи	KBF
-------	-------	----------------------------	--------	----------	--------------------	---------	--------------	-----

SYT	Karate Zeon 050 CS	Лямбда-цигалотрин	+	(-)	+	(--)	+	(-)	Швидкий, контактний із більш тривалим ефектом за рахунок Зеон технології.
	Engeo 247 SC	Лямбда-цигалотрин + тіаметоксам	+	+	+	+	+	+	Контактно-системний, широкий спектр дії із тривалим системним дією, + жузелиця.
	Nurelle D	Хлорпіріфос + циперметрин	+	+	+	+	+	+	Контактносистемний зі швидким ефектом і фумігантною дією, контроль широкого спектру.
Bayer	Connect	Бета-цифлутрин + імідаклоприд	+	+	+	(-)	+	+	Контактносистемний із широким спектром дії.
	Decis Profi WG 25	Дельтаметрин	+	(-)	(--)	(--)	+	(-)	Контактний із широким спектром дії.
	Proteus	Дельтаметрин + тіаклоприд	+	+	+	+	+	+	Контактносистемний із широким спектром, тривалий системний захист.
Avigust	Borey 200 SC	Лямбда-цигалотрин + імідаклоприд	+	+	+	+	+	+	Із широким спектром дії.
BASF	Fastac 100 EC	Альфа-циперметрин	+	(-)	+	(--)	+	(-)	Піретроїд, контактний із швидким ефектом, широким спектром дії.
	Bi-8 New 400 EC	Диметоат	+	+	+	+	+	+	Контактносистемний із швидким ефектом, широким спектром дії
Ceminova	Vantex CS	Гамма-цигалотрин	+	(-)	+	(--)	+	(-)	Піретроїд, контактний із швидким ефектом, широким спектром дії.

Ефективність: (--) - менше 70 %, (-) - 70 - 90 %, + - більше 90 %.

Характерно, що сучасна логістика застосування інсектицидів з асортименту вказаних позицій уточнена сучасна система показників їх впливу на структури ентомокомплексів посівів пшениці з урахуванням показників прогнозу потреби й проведення підрахунку запасів. Водночас регулярне відновлення інформації в базі даних із системним розглядом вимог нових технологій використання інсектицидів є основою для контролю як ґрунтових, так і внутрішньостеблових шкідників.

У сучасному землекористуванні обов'язковими є своєчасна оцінка якості нових діючих речовин інсектицидів та їхня наявність, а також фіксація їхнього обсягу та необхідний страховий запас із підрахунками запасів після кожної технологічної

операції щодо захисту посівів польових культур і, зокрема, пшениці від комплексу фітофагів.

Крім того, відмічається особливість застосування інсектицидів проти превалюючих шкідників зокрема, клопа шкідливої черепашки (43 %), хлібних жуків (35 %) та злакових мух (25 %) і інших видів, на основних етапах органогенезу пшениці озимої (рис.6.2).

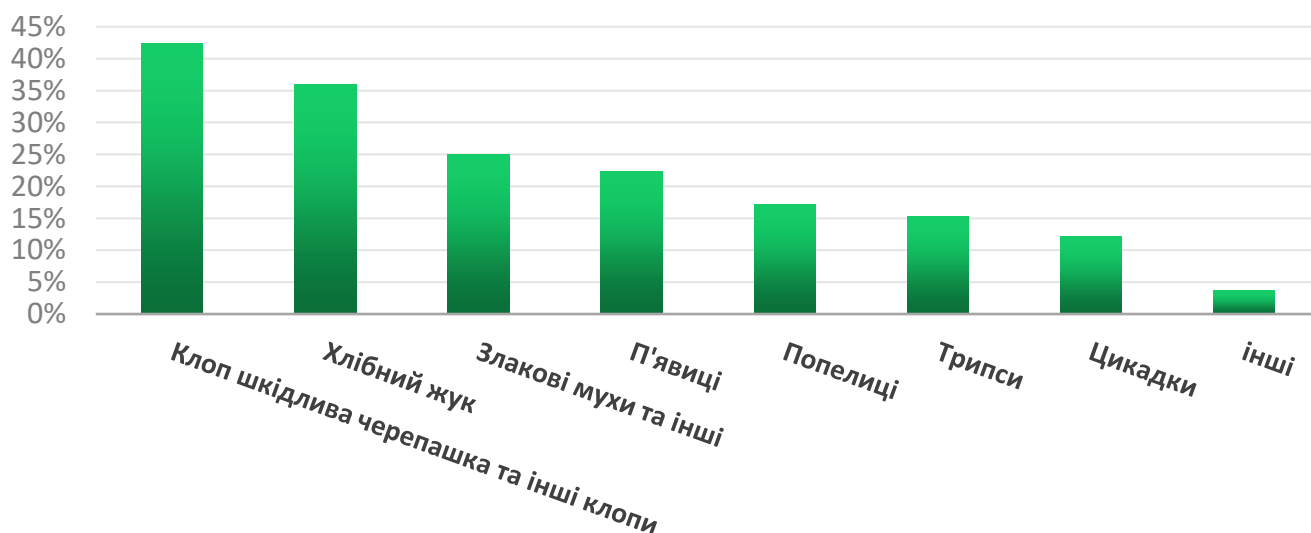


Рис. 6.2. Структура хімічного контролю основних шкідливих видів комах у посівах пшениці озимої в Лісостепу України (за 2013-2019 рр.)

Для реалізації товарних запасів інсектицидів у процесі управління складськими операціями в розподільчих дилерських центрах доцільним також є використання логістичних моделей через комп'ютеризовану схему складування та дотримання розв'язок транспортної задачі з контролем якісних показників строків зберігання інсектицидів, зокрема діючих регламентів і кількісного оцінювання вмісту діючих речовин у препаратах та показників їх формуляції відповідно до прийнятих стандартів (рис. 6.3).

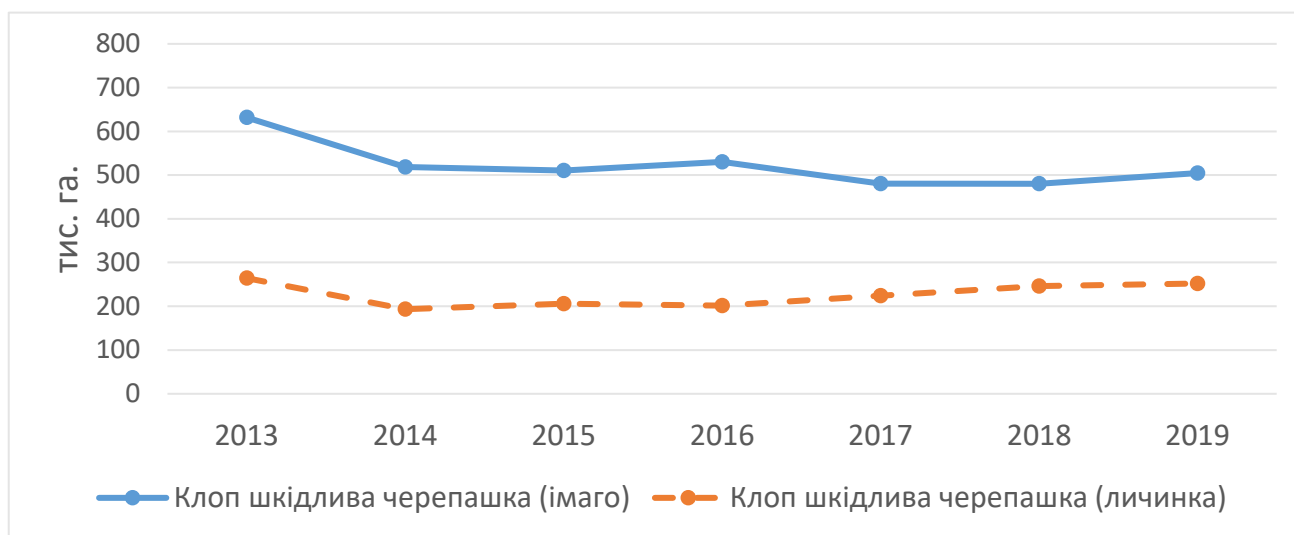


Рис. 6.3. Динаміка застосування інсектицидів проти клопа шкідливої черепашки на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, у середньому за 2013 – 2019 рр.

За результатами досліджень уточнена синхронність розвитку і заходів щодо контролю чисельності шкідників пшениці озимої. Визначені 5 періодів із масовою активністю шкідливих видів комах одночасно. Це обумовлює необхідність обробок саме у ці періоди, що дозволяє отримати високу ефективність від застосувань як хімічних (рис.6.4), так і біологічних засобів. Механізми контролю чисельності комплексу шкідливих видів комах у ці періоди дозволяють контролювати розмноження як на видовому так і на популяційному рівнях.

Однак першочерговим є групування об'єктів аналізу в міру однорідності аналізованих структур ентомокомплексів із показниками коливань погоди. Коефіцієнт варіації цих даних показує наскільки стабільними були параметри превалюючих видів комах за обраний період органогенезу пшениці.

За результатами обліків, у періоди вегетації пшениці озимої через кожні 10-14 діб уточнена фенологія шкідників, а також сезонна динаміка їх чисельності та визначені строки формувань стадій і застосування високоефективних заходів за етапами органогенезу культурних рослин.

Водночас у ґрунті визначено щільність шкідників, що зимували або розвивалися в ньому й шкодили рослинам, живлячись корінням, стеблами та іншими органами.

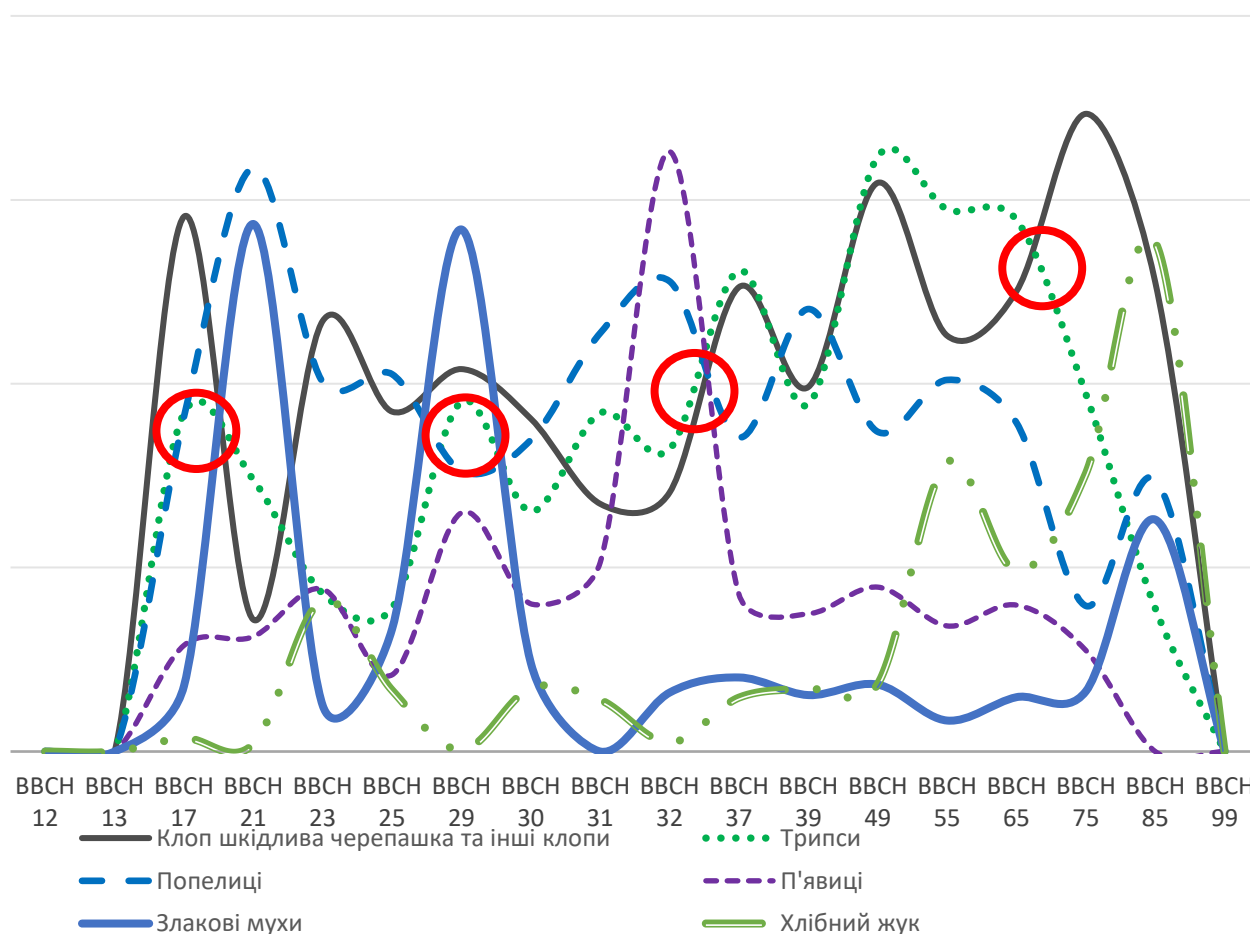


Рис. 6.4. Синхронність органогенезу пшениці озимої з розвитком та розмноженням основних шкідливих видів комах

За результатами моніторингу захист пшениці озимої потребує комплексні заходи захисту рослин. Так, хімічний метод полягав у застосуванні інсектицидів новітнього синтезу, які високоефективно контролювали основні види фітофагів, або порушувати їхній розвиток. Цей метод виявився пріоритетним для використання на відносно великій площі посівів порівняно з біологічним, оскільки алгоритм його реалізації доволі простий: до й на початку появи шкідників застосовували інсектициди з ефективністю контролю фітофагів на рівні 96 %. Сучасні препарати знищували дорослих шкідників, але місцями не завдавали шкоди й впливу відкладеним яйцям фітофагів, і, як наслідок, через деякий час знову з'являлись нові популяції шкідників. Також встановлено й частковий (до 7 %) негативний вплив препаратів на саму рослину пшеницю озиму.

Характерно, що в регіонах спостережень, на відміну від інших систем землеробства, ця особливість досліджена недостатньо та є актуальною, оскільки безпосередньо стосується оптимізації фітосанітарного стану польових культур і, зокрема, пшениці озимої в господарствах нових форм власності.

Дослідження означеного вище питання зі здійсненням маркетингових оцінок за етапами заселення культурних рослин фітофагами є основною щодо застосування високоефективних методів та засобів захисту рослин у сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур.

Це заслуговує на особливу увагу й під час виробництва порівняно екологічно чистих продуктів харчування зі зменшенням використання засобів захисту рослин і пошуку їхньої заміни, зокрема біологічних інсектицидів, які застосовано під час оптимізації захисту пшениці в Лісостепу України. Така система передбачає поєднання головним чином біологічних засобів та агротехнічних методів захисту рослин і лише за умови гострої необхідності використання інсектицидів системної дії.

Розроблені технології забезпечують ефективний захист пшениці у новому ланцюгу польових сівозмін, не пошкоджуючи довкілля й не завдаючи шкоди механізмам саморегуляції ентомокомплексів. Так, біопрепарати, на відміну від хімічних інсектицидів, не виявляють шкідливих механізмів дії, зокрема, прояву резистентності, нових форм звикання і застосовуються багатократно впродовж тривалого періоду формування нових агроценозів.

Встановлено, що щорічне зростання попиту на європейському ринку біологічних засобів захисту рослин у розмірі, не меншому за 25 % від загальної кількості препаратів, зумовлено дією як антропогенних факторів, так і змінами у природоохоронному законодавстві європейських країн, системою податків для виробників високоякісного зерна та змінами смаків споживачів щодо кінцевого продукту на фоні збереження біорізноманіття в короткоротаційних польових сівозмінах.

У сучасних технологіях вирощування пшениці озимої «біологізація землеробства» й використання продуктів спеціального застосування для управління

станом ентомокомплексів за критеріями кількості та видової особливості їхнього формувань свідчать про перспективи широкомасштабного використання біологічного захисту рослин у регіоні робіт. Це збереження мікроорганізмів, ентомофагів та застосування феромонних пасток, сидеральних і бобових культур після збирання врожаю пшениці та інших ярих культур.

У роки досліджень оптимізація заходів захисту пшениці від шкідників за органічного землеробства становила 7-9 % від загальних сільськогосподарських угідь лісостепової зони України. Необхідно зауважити, що органічне господарювання в разі вирощування пшениці в різних частинах світу розвивається набагато швидше, ніж будь-який інший сегмент сільського господарювання.

Проте споживачами засобів захисту рослин є господарства, які вирощують й органічну продукцію. Кожне господарство має певну площу, що обробляється, і обсяг використання новітніх препаратів прямо залежав від цієї площі. Зокрема, від стійкості сортів, які висівали на певній площі. За інформацією про кількість площ, засіяних пшеницею озимою, за нашими схемами визначені обсяги використання інсектицидів проти комплексу шкідників, а також кількісні показники формувань популяцій комах протягом росту й формування врожаю зерна пшениці озимої.

Особливого значення набував контроль строків появи шкідників на базовій обліковій площі. На основі сучасних прогнозів і науково-технологічного супровіду визначені основні групи інсектицидів, а також обсяги і строки застосування бакових сумішей препаратів (рис. 6.5.).

Водночас планувати прибуток за таких умов доцільно за показниками фітосанітарного стану кожного посіву та інших чинників. А визначити ефективність систем захисних заходів необхідно за період вегетації сільськогосподарських культур, підсумувавши всі продажі та витрати за сезон. У 2002 – 2019 рр. достовірний вплив на ефективність технологій захисту пшениці від фітофагів мали коливання погодних умов, зокрема посуха, що спричиняла загибель посівів і зниження кількості та якості врожаю зерна в регіоні досліджень.

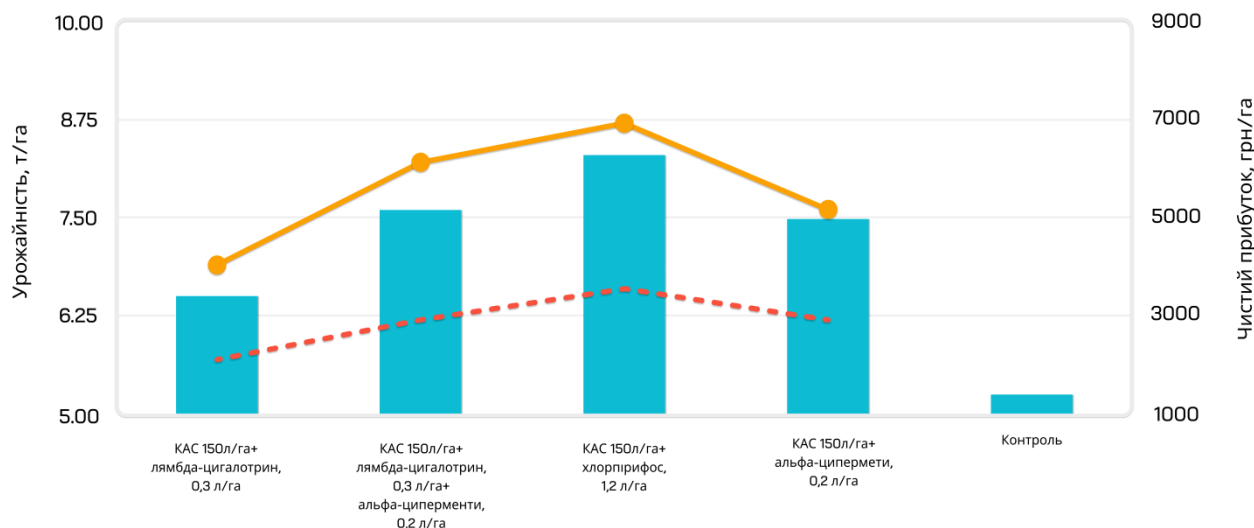


Рис. 6.5. Ефективність бакових сумішей інсектицидів у суміші із КАС проти комплексу шкідників пшениці озимої (у фазі прапорцевого листка), в середньому за 2012–2019 рр.

У сучасних умовах вирощування пшениці озимої застосування технології контролю комплексу шкідників за результатами моніторингу і використання нових систем управління ентомокомплексом сприяє підвищенню рівнів за рахунок сумішей інсектицидів, як із рідкими азотними добривами, так і на фоні внесених туків. При цьому, урахування особливостей біології, поширення та виживання комплексу фітофагів сприяє контролю чисельності шкідників за етапами формування урожаю пшениці озимої. Важливого значення набувають показники, що сприяють трофічним зв'язкам внутрішньостеблових комах-фітофагів і сформованого за новими системами потенціалу рослин пшениці озимої.

Відмічено вплив елементів живлення, які впливали на чисельність личинок коваликів і пластинчастовусих, які розвивалися на кореневій системі, а також на личинок внутрішньостеблових фітофагів, які розвивалися у стеблах пшениці озимої. Ці закономірності проявлялися із варіацією в залежності від коливань погодно-кліматичних факторів.

Однак, у роки дослідження використання науково-обґрунтованого моніторингу ентомокомплексів пшениці озимої із оцінкою механізмів розвитку, розмноження і

поширення, як спеціалізованих, так і багатойдних видів комах-фітофагів сприяло визначенню і уточненню особливостей їх біології та екології на видовому і популяційному рівнях. Це дозволило розробити сучасних прогноз розмноження комплексу комах-фітофагів із обґрунтованим застосуванням нових заходів захисту пшениці озимої, а також зміцненню економічної, технологічної та фітосанітарної безпеки регіону спостережень.

Для розробки систем захисту пшениці озимої оцінено сучасний видовий склад шкідливої фауни, особливості біології та екології комплексу шкідників, а також результати ефективності різних технологічних прийомів, які обмежують чисельність шкідливих видів комах-фітофагів.

Відмічено, що на фоні багаторічного застосування різних форм і норм добрив із зростанням числа рухомих показників мінерального азоту, рухомого фосфору, рухомого калію в середньому на 24–38 % достовірно збільшуються кількість внутрішньостеблових видів шкідників порівняно з контролем. Так, на варіантах із високими нормами застосування туків на фоні післядії гною, 20 т/га, зокрема, азотного живлення, а також середнього і підвищеного рівня забезпечення ґрунту рухомих фосфором встановлено накопичення мігруючих шкідливих видів комах, таких як злакові мухи, попелиці, клопи, і зниження чисельності ґрунтових видів шкідників, зокрема личинок коваликів, несправжніх коваликів, пластинчастовусих. Тим часом не виявлено впливу рухомих форм елементів живлення на заселення пшениці озимої озимою совкою, що необхідно враховувати в нових технологіях вирощування пшениці озимої в Лісостепу України (табл. 6.4).

У фундаментальному розумінні та практичному значенні першочергового значення набули питання, пов'язані із закономірностями та механізмами формувань структур ентомокомплексів агроценозів, що дозволило ефективно захистити культурні рослини без порушень екологічної рівноваги ценозів.

Таблиця 6.4.

**Вплив рухомих форм елементів живлення на заселення пшениці озимої
комплексом шкідливих видів комах (2012 – 2019 рр.)**

Варіант	Вміст в ґрунті, мг/кг						Рівень показників виявлених видів шкідників, (+– до ЕПШ)	
	Мінерал ний азот	P ₂ O ₅	K ₂ O	Pb	Cd	Cu*	ґрунтові	Внутрішньо стеблові
1. Без добрив (контроль)	31,3	15,6	61,4	1,14	0,076	2,11	+++	—
2. Післядія 30 т/га гною	34,2	17,7	65,6	0,92	0,041	1,34	++	—
3. Фон + P ₉₀	36,7	20,3	68,7	0,98	0,082	1,26	—	—
4. Фон + P ₉₀ K ₉₀	35,1	25,6	71,3	0,89	0,085	1,18	—	+
5. Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	41,3	28,3	75,9	0,81	0,08	1,29	—	++
6. Фон + N ₁₂₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	48,7	31,6	80,3	0,76	0,079	1,03	—	+++
7. N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	40,2	21,9	69,0	0,96	0,092	1,56	—	+
8. N ₉₅ P ₉₅ K ₉₅	37,4	20,4	67,1	0,84	0,062	1,16	—	+
9. N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	39,1	22,6	72,4	0,99	0,082	1,24	—	+
10. N ₁₀₅ P ₁₀₅ K ₁₀₅	41,3	26,1	76,0	0,10	0,091	1,32	—	+

Схема стаціонарного дослідження ефективності дії добрив на ентомокомплекс пшениці озимої (Київська обл., Васильківський р-н, ВП НУБіП АДС, 2002 – 2019 рр.)

1. Контроль – без добрив
2. Фон – післядія 30т/га гною
3. P₉₀ + фон
4. P₉₀K₉₀ + фон
5. N₉₀P₉₀K₉₀ + фон
6. N₁₂₀P₁₃₅K₁₃₅ + фон
7. N₉₀P₉₀K₉₀

Встановлено середній рівень кореляційної залежності чисельності дротяників від умісту в орному шарі ґрунту мінерального азоту рухомого фосфору та калію. Кількість останніх на варіантах із високими нормами туків (NPK_{90–120}) за кількістю зростає до 25 % порівняно з контролем, водночас на рівні статистичної значимості основним фактором, що корелює з кількістю дротяників, виявився показник умісту

в ґрунті рухомого калію. Так, у разі зростання показника рухомого калію на 1 мл у 1 кг ґрунту чисельність дротяників зростала на 2,8 екз./м², водночас збільшення вмісту азоту на 1 мл у 1 кг ґрунту сприяло зменшенню чисельності дротяників на 0,8 екз./м², а накопичення в ґрунті рухомого фосфору від 17,7 до 31,6 мл на 1 кг ґрунту достовірно сприяло зменшенню числа личинок коваликів на 2,5 екз./м² порівно з контролем.

У цілому сумарний вплив показників умісту в ґрунті макроелементів живлення рослин свідчить, що варіація чисельності дротяників в орному шарі на 52 % залежить від кількості мінерального азоту, рухомого фосфору та калію та на 48 % від інших чинників, що впливають як на сезонну, так і на багаторічну динаміку чисельності дротяників та їх виживання на фоні різних систем живлення пшениці озимої.

За показниками середніх багаторічних даних розроблено регресійне рівняння, що уможливорює прогнозування чисельності дротяників у ґрунті й своєчасне застосовування системи захисних заходів, а також регулювання міграції й показників контролю основних ґрунтових шкідників залежно від системи добрив (рис. 6.6).

$$Y = -102,9 - 0,82X_1 - 2,52X_2 + 2,82X_3 \quad (1),$$

де Y – розрахункова чисельність дротяників;

- 102,9 – вільний член;

X₁ – уміст у ґрунті мінерального азоту, мл/кг;

X₂ – уміст у ґрунті рухомого фосфору, мл/кг;

X₃ – уміст у ґрунті рухомого калію, мл/кг.

Коефіцієнт детермінації – 0,52.

Регресійний аналіз зв'язку вмісту макроелементів живлення з кількісними показниками чисельності пластинчастовусих свідчить про високу кореляційну залежність із показниками коефіцієнта кореляції, що становить 0,84 за коефіцієнта детермінації 0,70. Кореляційний зв'язок чисельності пластинчастовусих з умістом у ґрунті рухомого фосфору, калію, а також мінерального азоту, свідчить про особливості біології та екології фітофагів зокрема, розвиток личинок

пластинчастовусих як першого, так і другого та третього віків, хлібного жука-кузьки.

Регресія	
R	0.7251
R ²	0.5258
R _{square}	0.2887
Стандартна помилка	3.1521
Спостереження	10

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Знач. F</i>
Регресія	3	66.1092	22.036	2.217	0.1868
Залишок	6	59.6158	9.9360		
Усього	9	125.725			

	<i>Коефіцієнт</i>	<i>Станд. помилка</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 90%</i>	<i>Upper 90%</i>
№	-102.958	42.2241	-2.4384	0.0506	-206.2774	0.3597	-185.0078	20.9099
X ₁	-0.8229	0.5558	-1.4806	0.1892	-2.1830	0.5371	-1.9030	0.2571
X ₂	-2.5276	1.0685	-2.3656	0.0559	-5.1420	0.0869	-4.6038	-0.4513
X ₃	2.8256	1.1045	2.5582	0.0430	0.1229	5.5282	0.6793	4.9718

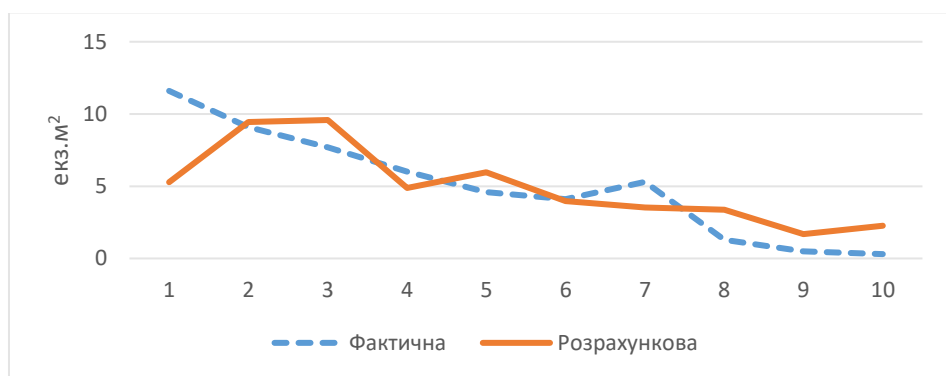


Рис. 6.6. Розрахункова та фактична чисельність дротяників за регресійним рівнянням на різних варіантах систем добрив, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Потрібно зазначити, що зростання кількісного показника фосфору та калію виявилися головними факторами елементів живлення, які на рівні значимості 95 % підтвердили гіпотезу щодо розвитку та чисельності личинок пластинчастовусих із достовірним їх зменшенням на високих фонах добрив порівняно з багаторічним контролем.

Названі вище особливості чисельності личинок пластинчастовусих та прогноз їх розмноження доцільно також проводити за розробленою моделлю регресії (рис. 6.7):

Регресія							
R	0.8391						
R ²	0.7042						
R _{square}	0.5563						
Стандартна помилка	1.4786						
Спостереження	10						

	df	SS	MS	F	Знач. F
Регресія	3	31.2380	10.4126	4.7626	0.0498
Залишок	6	13.1179	2.1863		
Усього	9	44.356			

	Коефіцієнт	Станд. помилка	t	P	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90%	Upper 90%
№	-70.1107	19.8067	-3.5397	0.0122	-118.5761	21.6454	-108.598	31.6226
X ₁	-0.5051	0.2607	-1.9374	0.1008	-1.1430	0.1328	-1.0117	0.0014
X ₂	-1.6641	0.5012	-3.3202	0.0159	-2.8905	-0.4377	-2.6380	-0.6901
X ₃	1.8737	0.5181	3.6165	0.0111	0.6059	3.1414	0.8669	2.8805

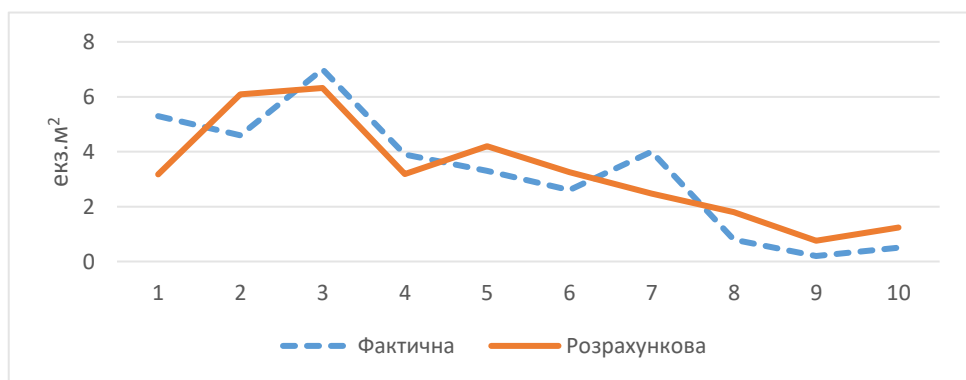


Рис. 6.7. Розрахункова та фактична чисельність личинок пластинчастовусих за регресійним рівнянням на різних варіантах добрив, у середньому за 2002 – 2019 рр.

$$Y = -70,1 - 0,50X_1 - 1,66X_2 + 1,87X_3 \quad (2),$$

де Y – розрахункова чисельність дротяників;

- 70,1 – вільний член;

X_1 – уміст у ґрунті мінерального азоту, мл/кг;

X_2 – уміст у ґрунті рухомого фосфору, мл/кг;

X_3 – уміст у ґрунті рухомого калію, мл/кг.

Коефіцієнт детермінації – 0,7.

Критерій Фішера підтверджує, що коливання кількості личинок залежить від кількості рухомого калію на 1 кг ґрунту, але цей показник визначає як рухомість, так і міграцію пластинчастовусих, також їх виживання від форм, норм і повторності внесених туків, а також їх рухомості.

Установлено, що чисельність гусениць озимої совки із середнім показником коефіцієнта кореляції залежить від кількісних показників макроелементів у ґрунті, що свідчить про вплив добрив на сезонну динаміку чисельності озимої совки та формування популяцій цього фітофага в умовах інтенсивного застосування туків.

Так, на фоні інтенсивного забезпечення орного шару ґрунту рухомим фосфором кореляційна залежність виявилася від'ємною, що забезпечує можливість управління показниками заселення посівів цим фітофагом на фоні як високого, так і низького показника вмісту в орному шарі ґрунту, рухомого фосфору. Характерно, що вміст мінерального азоту та рухомого калію із практично рівномірними числами кореляційної матриці для цих макроелементів і середньої чисельності гусениць озимої совки в роки досліджень.

Модель дозволяє оцінити зміни чисельності гусениць, але основні закономірності динаміки чисельності цього фітофага залежать від інших чинників (рис. 6.8):

$$Y = -0,66 - 0,03X_1 - 0,008X_2 + 0,03X_3 \quad (3),$$

де Y – розрахункова чисельність дротяників;

- 0,66 – вільний член;

X_1 – уміст у ґрунті мінерального азоту, мл/кг;

X_2 – уміст у ґрунті рухомого фосфору, мл/кг;

X_3 – уміст у ґрунті рухомого калію, мл/кг.

Коефіцієнт детермінації – 0,12.

Регресія							
R	0.3522						
R ²	0.124						
R _{square}	-0.3139						
Стандартна помилка	0.2147						
Спостереження	10						

	df	SS	MS	F	Знач. F
Регресія	3	0.0392	0.013	0.2832	0.836
Залишок	6	0.2767	0.0461		
Усього	9	0.316			

	Коефіцієнт	Станд. помилка	t	P	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90%	Upper 90%
№	-0.6678	2.8771	-0.2321	0.8241	-7.7079	6.3722	-6.2586	4.9229
X ₁	-0.0331	0.0378	-0.8756	0.4149	-0.1258	0.0595	-0.1067	0.0404
X ₂	-0.0078	0.0728	-0.1082	0.9172	-0.186	0.1702	-0.1493	0.1335
X ₃	0.0343	0.0752	0.4557	0.6645	-0.1498	0.2184	-0.1119	0.1805

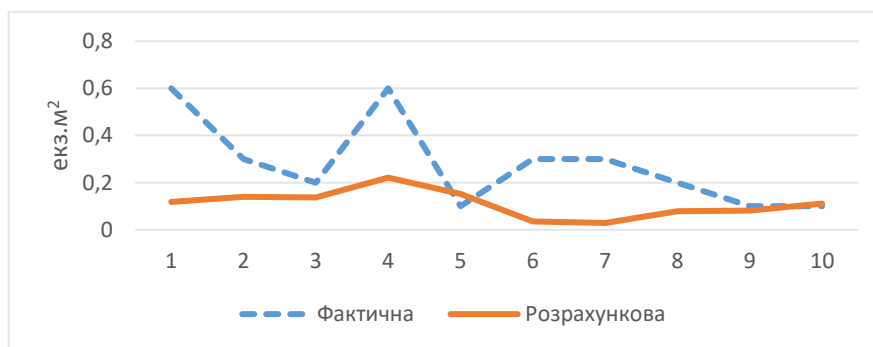


Рис. 6.8. Розрахункова та фактична чисельність озимої совки за регресійним рівнянням на різних варіантах добрив, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Чисельність несправжніх дротяників на порівняно середньому рівні корелює із вмістом у ґрунті основних макроелементів живлення рослин. Коефіцієнт детермінації на 45 % підтверджує кількість цих шкідників залежно від елементів живлення рослин, а понад 50 % їх чисельність контролюють інші фактори, зокрема показники коливання погоди та біотичні чинники.

Отже, у сучасних умовах ведення рослинництва оцінку кореляційної залежності і впливу показників основних макроелементів на чисельність фітофага й сезонну динаміку коливань шкідника на основних етапах органогенезу пшениці озимої доцільно проводити за наступним рівнянням (рис. 6.9):

Регресія							
R	0.6779						
R ²	0.4596						
R _{square}	0.1894						
Стандартна помилка	1.0871						
Спостереження	10						

	df	SS	MS	F	Знач. F
Регресія	3	6.0323	2.0107	1.7012	0.2651
Залишок	6	7.0916	1.1819		
Усього	9	13.124			

	Коефіцієнт	Станд. помилка	t	P	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90%	Upper 90%
№	-30.7044	14.5630	-2.1084	0.0796	-66.3389	4.9301	-59.0030	-2.4058
X ₁	-0.2740	0.1917	-1.4294	0.2028	-0.7431	0.1950	-0.6465	0.0985
X ₂	-0.7555	0.3685	-2.0501	0.0862	-1.6572	0.1462	-1.4716	-0.0394
X ₃	0.8593	0.3809	2.2557	0.0649	-0.0728	1.7914	0.1190	1.5995

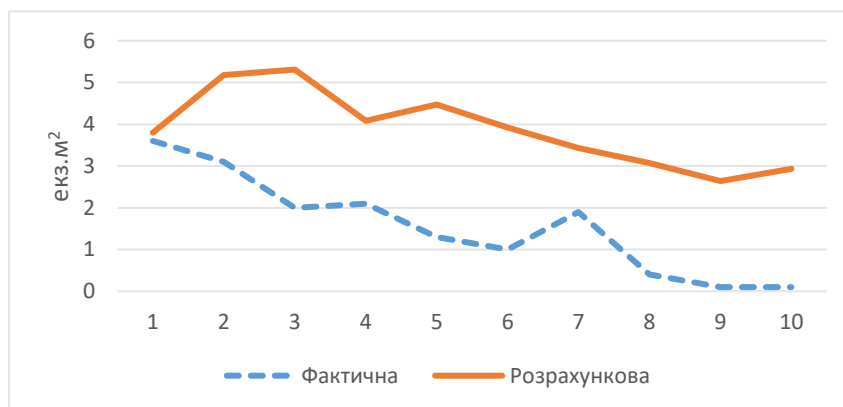


Рис. 6.9. Розрахункова та фактична чисельність несправжнього дротяника за регресійним рівнянням на різних варіантах добрив, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Заслуговує на увагу кореляція чисельності цих фітофагів з вмістом у ґрунті рухомого фосфору й мінерального азоту, що свідчить про важливість урахування

цих макроелементів під час вирощування пшениці озимої та моделювання динаміки поведінки несправжніх дротяників у короткоротаційних польових сівоzmінах.

У роки досліджень встановлено високу кореляційну залежність чисельності личинок шведської мухи від кількості діючих речовин добрив у ґрунті, що впливали як на інтенсивність росту культурних рослин, так і на особливості біології цього фітофага. Ця залежність проявлялася з коефіцієнтом детермінації 0,94 і достовірно підтверджує залежність динаміки чисельності шведської мухи від умісту основних макроелементів живлення пшениці озимої. Тим часом збільшення вмісту в ґрунті рухомого фосфору на 1 мл/1кг ґрунту сприяло збільшенню числа личинок на 5,2 екз./м² у порівнянні з контролем.

Однак вплив кількості мінерального азоту зі збільшенням його вмісту в орному шарі ґрунту спричиняв і виживання, і поширення шведських мух, що підтверджується й кореляційними показниками. Отже, у сучасних системах захисту рослин доцільно застосовувати показники вмісту в орному шарі ґрунту всіх основних макроелементів, що позитивно визначає залежність числа шведської мухи й корелює з високим рівнем достовірності та розраховується за наведеним нижче рівнянням (**рис. 6.10**):

$$Y = -365,0 - 0,49X_1 - 5,17X_2 + 7,77X_3 \quad (5),$$

де Y – розрахункова чисельність дротяників;

- 365,0 – вільний член;

X₁ – уміст у ґрунті мінерального азоту, мл/кг;

X₂ – уміст у ґрунті рухомого фосфору, мл/кг;

X₃ – уміст у ґрунті рухомого калію, мл/кг.

Коефіцієнт детермінації – 0,94.

Статистичний аналіз отриманих результатів свідчить про кореляційну залежність чисельності звичайного хлібного пильщика від вмісту в ґрунті мінерального азоту, рухомого фосфору та обмінного калію. Водночас коефіцієнт детермінації 0,95 показує, що модель статистично значима та обґрунтована, а критерій Фішера підтверджує вибрані предиктори прогнозу й саму модель, що варто

застосувати в сучасних технологіях вирощування пшениці озимої в регіоні спостережень.

Регресія	
R	0.9678
R ²	0.9366
R _{square}	0.905
Стандартна помилка	7.4489
Спостереження	10

	df	SS	MS	F	Знач. F
Регресія	3	4924.704	1641.56	29.584	0.0005
Залишок	6	332.9240	55.4873		
Усього	9	5257.629			

	Коефіцієнт	Станд. помилка	t	P	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90%	Upper 90%
№	-365.004	99.7819	-3.6580	0.0106	-609.1623	-120.847	-558.899	-171.110
X ₁	-0.4928	1.3135	-0.3752	0.7204	-3.7067	2.7211	-3.0451	2.0595
X ₂	-5.1772	2.5250	-2.0504	0.0862	-11.3556	1.0012	-10.0837	-0.2707
X ₃	7.7757	2.6101	2.9791	0.0247	1.3890	14.1624	2.7038	12.8476

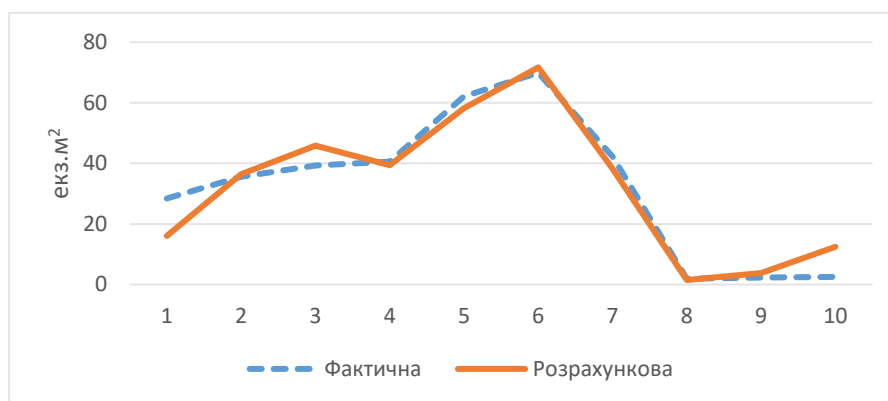


Рис. 6.10. Розрахункова та фактична чисельність личинок шведських мух на різних варіантах систем добрив, у середньому за 2002 – 2019 рр.

Проте збільшення вмісту в ґрунті рухомого фосфору кореляційно підтверджує зменшення числа такого фітофага. Ця закономірність є характерною і для показників умісту в ґрунті обмінного калію, який також високо корелює із сезонною динамікою чисельності звичайного хлібного пильщика, кількість якого збільшується в разі

зростання показників рухомого калію в ґрунті та моделюється за рівнянням (рис. 6.11):

$$Y = -132,31 - 0,002X_1 - 1,57X_2 + 2,67X_3 \quad (6),$$

де Y – розрахункова чисельність дротяників;

- 132,31 – вільний член;

X_1 – уміст у ґрунті мінерального азоту, мл/кг;

X_2 – уміст у ґрунті рухомого фосфору, мл/кг;

X_3 – уміст у ґрунті рухомого калію, мл/кг.

Коефіцієнт детермінації – 0,95.

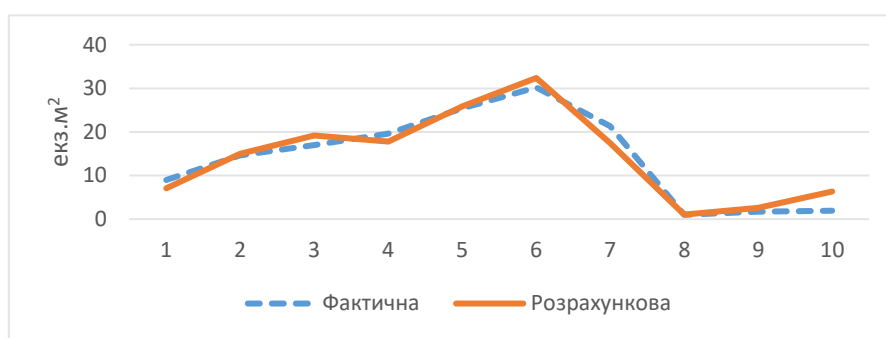


Рис. 6.11. Розрахункова та фактична чисельність личинок хлібних пильщиків на різних варіантах добрив, у середньому за 2002 – 2019 рр.

У роки досліджень установлена висока залежність сезонної динаміки чисельності чорної пшеничної мухи від умісту в ґрунті основних елементів живлення пшениці. Так, розроблена модель кореляційно регресійного методу оцінки, є статистично достовірною, оскільки з коефіцієнтом детермінації 0,95 і показником критерія Фішера підтверджує значимість даних показників і предикторів прогнозу у формуванні популяції фітофага.

Разом із тим збільшення вмісту в орному шарі рухомого фосфору сприяло збільшенню кількості чорної пшеничної мухи. Однак сумарний ефект впливу комплексу числових показників макроелементів живлення є позитивним, що доречно застосовувати в розрахунках динаміки чисельності чорної пшеничної мухи в Лісостепу України за наведеним нижче рівнянням (рис. 6.12):

Регресія	
R	0.9748
R ²	0.9502
R _{square}	0.9253
Стандартна помилка	4.1498
Спостереження	10

	df	SS	MS	F	Знач. F
Регресія	3	1972.59	657.53	38.181	0.0003
Залишок	6	103.327	17.221		
Усього	9	2075.9210			

	Коефіцієнт	Станд. помилка	t	P	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90%	Upper 90%
№	-268.859	55.5887	-4.8366	0.0029	-404.8803	-132.839	-376.878	-160.840
X ₁	-1.3246	0.7317	-1.8103	0.1202	-3.1151	0.4659	-2.7465	0.0973
X ₂	-3.9777	1.4067	-2.8277	0.0300	-7.4196	-0.5357	-6.7111	-1.2443
X ₃	6.2495	1.4541	4.2979	0.0051	2.6915	9.8076	3.4240	9.0751

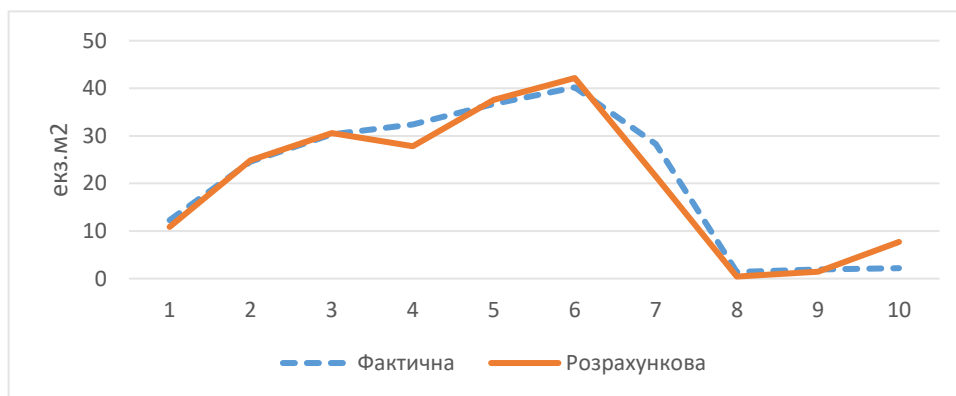


Рис. 6.12. Розрахункова та фактична чисельність личинок чорних пшеничних мух на різних варіантах добрив, у середньому за 2002 – 2019 рр.

$$Y = -268,86 - 1,32X_1 - 3,98X_2 + 6,24X_3 \quad (7),$$

де Y – розрахункова чисельність дротяників;

- 268,86 – вільний член;

X₁ – уміст у ґрунті мінерального азоту, мл/кг;

X₂ – уміст у ґрунті рухомого фосфору, мл/кг;

X₃ – уміст у ґрунті рухомого калію, мл/кг.

Коефіцієнт детермінації – 0,95.

Під час оцінки залежності аеродинамічних видів шкідників від умісту в ґрунті макроелементів живлення пшениці озимої також виявлено високу кореляційну

залежність із коефіцієнтом детермінації 0,95, що свідчить про високу достовірність розробленої моделі. Критерієм Фішера підтверджується вплив умісту в ґрунті основних макроелементів живлення на чисельність попелиць, цикадок, окремих видів клопів та інших фітофагів, кількість яких моделюється наведеним нижче рівнянням (рис. 6.13):

$$Y = - 97,2 - 0,33X_1 + 0,15X_2 + 1,78X_3 \quad (8),$$

де Y – розрахункова чисельність дротяників;

- 97,2 – вільний член;

X_1 – уміст у ґрунті мінерального азоту, мл/кг;

X_2 – уміст у ґрунті рухомого фосфору, мл/кг;

X_3 – уміст у ґрунті рухомого калію, мл/кг.

Коефіцієнт детермінації – 0,95.

У багаторічних дослідних стаціонарних обліках комплексу шкідливих видів комах-фітофагів, що розмножувалися на варіантах сучасних систем добрив, установлена як комплексна дія елементів живлення рослин, так й окремих їх складників. Характерно, що кількісні показники основних макроелементів ($N-NO_3$, $N-NH_4$, P_2O_5 , K_2O), і мікроелементів (мідь, свинець, кадмій) виявились чинниками, що впливають на заселення пшениці озимої фітофагами. Разом із тим основна роль макро- та мікроелементів живлення, що формувалися в шарі ґрунту 0–25 см доцільно розглядати як трофічний компонент. Зауважимо, що названа закономірність помічена на порівняно високому (до 4,3 %) умісту в ґрунті гумусу і за нейтральної його кислотності (7,7-8,1). Перелічені особливості свідчать про важливість оцінки ефективності сучасних систем захисту пшениці озимої від шкідників залежно від умісту в ґрунті рухомих форм живлення рослин.

Регресія							
R	0.9762						
R ²	0.9529						
R _{square}	0.9294						
Стандартна помилка	3.3353						
Спостереження	10						

	df	SS	MS	F	Знач. F
Регресія	3	1350.71	450.23	40.473	0.0002
Залишок	6	66.7452	11.124		
Усього	9	1417.4610			

	Коефіцієнт	Станд. помилка	t	P	Lower 95%	Upper 95%	Lower 90%	Upper 90%
№	-97.2501	44.6775	-2.1767	0.0724	-206.5721	12.0719	-184.066	-10.4336
X ₁	-0.3306	0.5881	-0.5622	0.5944	-1.7697	1.1084	-1.4734	0.8122
X ₂	0.1524	1.1306	0.1348	0.8972	-2.6140	2.9188	-2.0445	2.3493
X ₃	1.7804	1.1687	1.5234	0.1785	-1.0793	4.6400	-0.4906	4.0513

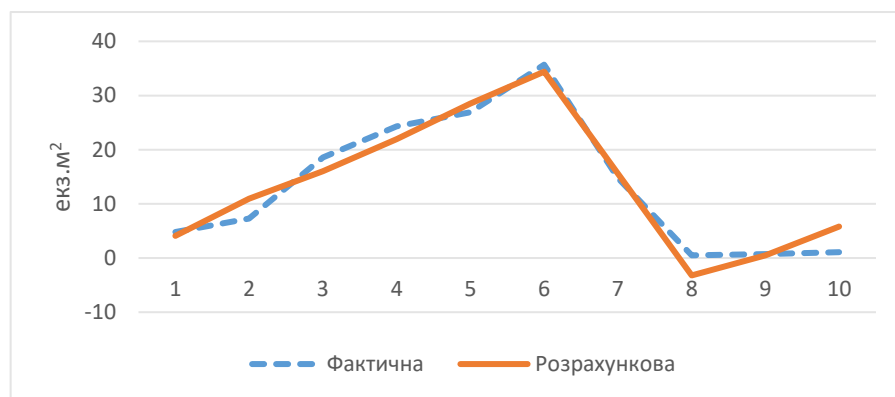


Рис. 6.13. Розрахункова та фактична чисельність комплексу шкідників (гессенська, мероміза, цикадки, попелиці) на різних варіантах систем добрив, у середньому за 2002 – 2019 рр.

У разі застосування добрив на фоні післядії гною, 30 т/га, відзначене достовірне зменшення чисельності дротяників, личинок пластинчастовусих і несправжніх дротяників. Однак комплекс внутрішньостеблових видів-фітофагів інтенсивно заселяв посіви пшениці озимої практично на всіх варіантах застосування туків, а на фоні післядії гною, 30 т/га + N₁₂₀P₁₃₅K₁₃₅, число личинок шведських мух, чорної

пшеничної мухи та звичайного хлібного пильщика зросло в 2,7-3,2 рази порівняно з неудобреними ділянками.

Установлено, що у структурі ентомокомплексу пшениці озимої на удобрених фонах превалюють такі види: шведська муха, чорна пшенична муха, широкий і чорний ковалики та хлібний жук- кузька, на що потрібно зважати в системі захисних заходів на посівах пшениці озимої в сучасних господарствах.

Так, за сучасного ведення рослинництва природна родючість ґрунтів орних земель поєднана зі штучною (антропогенною), роль якої у формуванні структур ентомокомплексів є позитивною, а у випадку порушень систем захисту рослин негативною, особливо за необґрунтованого застосування сумішей агрохімікатів і засобів захисту рослин. За нових технологій ведення рослинництва з позитивними змінами родючості ґрунтів утворювались потенційні фактори, що впливали на особливості біології та екології комах. Заслуговує на увагу те, що потенційна родючість є нерозривним синтезом природної та штучної родючості, яка виявляється в показниках якості речовинного складу ґрунту, його властивостей, режимів і рівнів ефективної родючості із трофічними зв'язками комах та їх виживання в сучасних агроценозах.

Виявлено, що ефективна родючість як щорічна частка потенційної реалізовувалась у продуктивності агроценозу, але її величина, на відміну від потенційної, визначається показниками впливу сівозміни за 10 і більше років на динаміку чисельності комплексу шкідників та ентомофагів окремих агробіоценозів. Характерно, що за науково обґрунтованої спеціалізації господарств рівень ефективної родючості тісно корелює із чисельністю багатодічних спеціалізованих видів фітофагів, особливо на перших етапах органогенезу зернових культур.

У разі застосування бакових сумішей рідких форм добрив поліпшується родючість ґрунту, а також підвищується врожайність сільськогосподарських культур та їх стійкість до шкідників. Це пояснюється збагаченням ґрунту рухомими поживними речовинами, що в роки досліджень позитивно впливали на розвиток кореневої системи й надземної маси вирощуваних культур (табл. 6.6).

Таблиця 6.6.

**Ефективність бакових сумішей добрив та інсектицидів проти шкідників
пшениці (у середньому за 2012 – 2019 рр.)**

№	Варіант	Чисельність шкідників, екз./м ²					Усього
		Шведська муха (личинки)	Звичайний хлібний пильщик (личинки)	Хлібний жук-кузька (імаго)	Елія остроголова та інші види клопів (імаго)	Інші фітофаги (імаго)	
1	Контроль	17,3	5,3	3,3	8,0	14,1	48
1а	-“- + 3.3. р	1,6	1,0	0,3	0,6	0,3	3,8
2	N60P90K90 КАС, 17л/га, фаза виходу пшениці у трубку	16,1	4,0	6,2	9,2	6,3	41,8
2а	-“- + 3.3. р	1,9	1,3	0	0,6	0	3,8
3	N60P90K90 КАС фаза виходу пшениці у трубку, КАС, 17л/га, фаза колосіння	19,0	6,9	8,1	11,0	4,2	49,2
3а	-“- + 3.3. р	0,3	0	0	0,3	0,1	0,7
4	N90P130K130	21,3	7,2	10,2	14,3	3,7	56
4а	-“- + 3.3. р	1,6	1,3	0,6	0,3	0,3	4,1
5	N90P130K130 КАС, виход у трубку, КАС, 17л/га, колосіння	23,4	3,3	11,6	12,3	3,0	53,6
5а	-“- + 3.3. р	0,9	1,6	2,1	0,6	0	5,2
6	N90P130K130	25	7,1	9,3	11,3	2,3	55
6а	-“- + 3.3. р	1,6	1,3	2,9	1,3	0,6	7,7
	HiP 05	0,14	0,72	0,34	0,40	0,11	

+ – інсектицид, д.р. імідаклоприд, 0,25 кг/га.

У 2002 – 2019 рр. внесення рідких форм добрив КАС достовірно впливало на кількісні показники популяцій шкідливих видів комах, які перебували у рухомому або малорухливому стані тривалий час і виживали, розвивались або мігрували у ґрунті. Під впливом мінеральних добрив агрохімічні властивості оброблених ґрунтів істотно змінювались порівняно з їхніми аналогами на цілих і перелогових ділянках, що сприяло коливанню чисельності шкідників у ґрунті. Основне й дробне

внесення рідких азотних добрив у поєднанні з інсектицидами д.р. - імідаклопрід , 0,25 кг/га, проявляло нові властивості з дією нітратної, амонійної та амідної форм азоту, які стимулювали загальну біологічну та антагоністичну активність ґрунтів, а також сприяли контролю чисельності шкідливих видів комах в агроекосистемах (рис. 6.14).

Водночас відмічено підвищення витривалості пшениці озимої до пошкоджень комплексом шкідливих видів комах.

Таким чином, порівняно оптимальне формування вегетативних органів культурних рослин на удобреному фоні корелює з показниками фітосанітарного стану ґрунту ($r = 0,90$). Однак для підвищення фізіологічної стійкості пшениці озимої до фітофагів важливим є баланс поживних речовин, особливо щодо $N-NO_3$, $N-NH_4$, P_2O_5 , K_2O , який достовірно різниться як за попередниками, так і технологіями вирощування пшениці озимої у сучасному ланцюгу польової сівозміни.

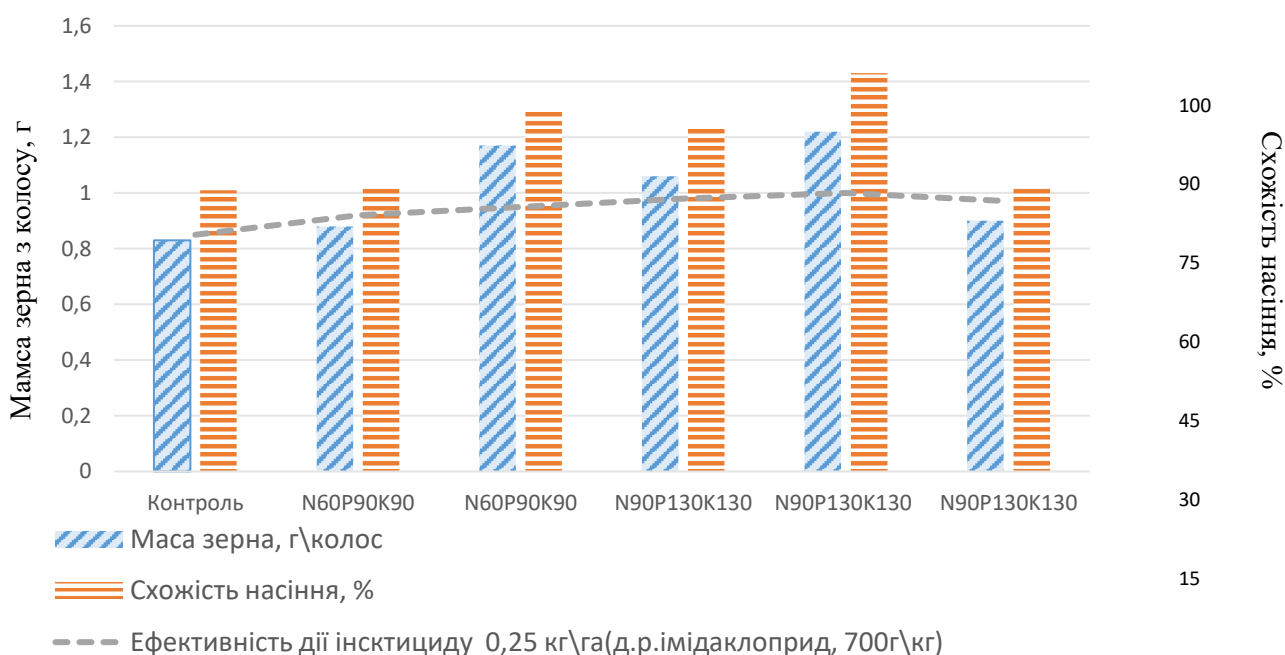


Рис. 6.14. Вплив бакових сумішей добрив й інсектицидів із діючою речовиною імідаклопрід, 700 г/кг, на масу зерна з колосу й схожість насіння пшениці озимої (в середньому за 2012 – 2019 рр.).

Показники багаторічного застосування нових форм, норм і технологій внесення рідких добрив із застосуванням інсектицидів дозволяє контролювати динаміку розмноження шкідників за нових систем захисту пшениці озимої.

Застосування інсектицидів для протруєння насіння пшениці озимої, зокрема препаратами із діючими речовинами: тіаметоксам, диметоат, імідаклоприд та ацетоміприд сприяло зменшенню чисельності як ґрунтових, так і внутрішньостеблових шкідників на 78-92 % у порівнянні з контролем, що свідчить про доцільність їх внесення для контролю комах-фітофагів (*табл. 6.7*).

В сучасних системах заходів захисту пшениці озимої від ґрунтових і внутрішньостеблових шкідливих видів комах нагальним є протруєння насіння інсектицидами та їх сумішами. Зокрема, - препаратами із д.р. імідаклоприд + ацетоміприд, а також д.р. тіаметоксам + КАС, 32%.

Водночас збалансоване мінеральне живлення впливає на структуру популяцій фітофагів, що мігрують у часі та просторі. Як загальну закономірність виявлено зниження чисельності фітофагів у разі застосування понад 120 кг на 1 га діючих речовин азотних, фосфорних і калійних добрив без достовірного негативного впливу на кількість та динаміку міграції хижих жужелиць. Так, смертність дротяників залежала від концентрації солей у ґрунті, складу катіонів та аніонів, осмотичного тиску рідин у тілі фітофагів і зовнішньому ґрунтовому розчині. З підвищенням інтенсивності обміну речовин у комах зростала проникність їх покривів для солей. Дротяники виявились чутливими до високих норм мінеральних добрив навесні та влітку, що підтверджено результатами наших досліджень.

У роки досліджень дія мінеральних добрив на розвиток дротяників залежала і від умісту гумусу в ґрунті, його механічного складу та величин рН. Чим менше в ньому органічної речовини, тим вищу токсичну дію виявляли мінеральні добрива на початку стадії розвитку коваликів. Водночас чисельність турунів, стафілінід і павукоподібних у відсотковому співвідношенні до шкідників не зменшувалась. Однак допосівне застосування азотних добрив у рідкій формі сприяло зниженню чисельності й шкідливості як дротяників, так і хлібних жуків, озимої совки, несправжніх дротяників.

Таблиця 6.7.

**Технічна ефективність застосування протруйників за обробки насіння
пшениці озимої проти основних шкідників (попередник ріпак, 2015-2019 рр.)**

Варіант	Норма препарату	Технічна ефективність, % у фазі							
		сходи	поч. кущ	сходи	поч. кущ	сходи	поч. кущ	сходи	поч. кущ
		Шведська муха		Пшенична муха		Грунтові види		Злак. попелиці	
Контроль, (без обробки), екз./м ²	-	14	16,3	8,2	9,6	17,6	19,4	19	24
Дуглас, д.р. диметоат, 400 г/л та аналоги препарату	1 л/т	72,1	76,4	75,4	79,6	73,9	80,1	84,5	88,3
Дуглас, д.р. диметоат, 400 г/л та аналоги препарату	1,5 л/т	78,4	79,5	80,4	83,5	86,7	89,1	95,6	97,4
Дуглас, д.р. диметоат, 400 г/л та аналоги препарату	2 л/т	79,9	82,3	84,9	85,3	87,1	89,4	96,3	98,2
Гаучо, д.р. імідаклоприд, 700 г/л та аналоги препарату	0,5 л/т	81,2	82,6	84,5	85,8	82,3	84,5	76,1	78,0
Гаучо, д.р. імідаклоприд, 700 г/л та аналоги препарату	0,75 л/т	86,4	89,1	87,3	89,8	86,0	88,4	77,3	79,4
Гаучо, д.р. імідаклоприд, 700 г/л та аналоги препарату	1 л/т	87,5	91,3	92,5	96,7	94,5	97,6	79,6	79,6
Круїзер, д.р. тіаметоксам, 100 г/л та аналоги препарату	0,5 л/т	89,3	94,5	90,8	91,5	94,3	96,5	71,2	71,6
Круїзер, д.р. тіаметоксам, 100 г/л та аналоги препарату	0,75 л/т	91,4	92,6	93,7	95,6	92,1	97,3	89,1	89,3
Круїзер, д.р. тіаметоксам, 100 г/л та аналоги препарату	1 л/т	93,2	94,7	95,1	95,7	93,0	95,7	89,3	89,6
НІР ₀₅	-	2,16	1,04	0,93	1,32	2,18	0,76	1,72	1,25

Зміна сучасного асортименту інсектицидів порівняно з минулими роками свідчить про зміщення акцентів структури класифікації препаратів стосовно

токсиколого-гігієнічних, екотоксикологічних показників, дія яких ефективно регулюється баковими сумішами із рідким азотним добривом.

Відмічена висока ефективність досліджених захисних заходів проти комплексу шкідливих видів комах-фітофагів. Зокрема, зниженню їх кількості і підвищенню ефективності заходів захисту на 27,3-35,8 % та контролю чисельності до 86,5 % у сучасних структурах ентомокомплексів у порівнянні із загальноприйнятими технологіями (табл. 6.8).

Таблиця 6.8.

**Ефективність протруєння насіння пшениці озимої інсектицидами
(попередник ріпак, 2015-2019 рр.)**

Варіант	Ефективність дії проти шкідників, %	
	грунтові види	внутрішньостеблові види
Контроль	9,0-12,3 екз./м ²	37-68 екз./м ²
Рекорд Квадро, д.р. імідаклоприд, 100 г/л + д.р. ацетоміприд, 100 г/л та аналоги препарату	0,3-0,9 (3,7 %)	4,3-5,6
Гаучо, д.р. імідаклоприд, 300 г/л та аналоги препарату	0,9-1,6 (12,1 %)	6,3-11,0
д.р. ацетоміприд, 200 г/л та аналоги препарату	0,6-2,3	7,0-9,3
Круїзер, д.р. тіаметоксам, 350 г/л та аналоги препарату	0,1-0,3	2,3-3,0
Рекорд Квадро, д.р. імідаклоприд, 100 г/л + д.р. ацетоміприд, 100 г/л та аналоги препарату + КАС, 1 л/т	0,1-0,3	3,0-3,6
Гаучо, д.р. імідаклоприд, 300 г/л та аналоги препарату + КАС, 1 л/т	0,6-0,9	4,6-5,3
д.р. ацетоміприд, 200 г/л та аналоги препарату + КАС, 1 л/т	0,05-0,1	6,0-7,6
Круїзер, д.р. тіаметоксам та аналоги препарату, 350 г/л + КАС, 1 л/т	0,05-0,1	2,3-2,6

Рідкі форми мінеральних добрив істотно обмежували інтенсивність розмноження й внутрішньостеблових шкідників, знижуючи чисельність і тривалість їх виживання в рослинних рештках через підвищення біологічної та антагоністичної активності ґрунту, зростання стійкості й витривалості рослин до пошкоджень шкідниками. Водночас підвищувалась витривалість сучасних сортів пшениці озимої до комплексу видів фітофагів.

За збалансованого внесення макро- і мікродобрив фітосанітарна ситуація, як правило, оптимізувалась, особливо в групі ґрунтових шкідливих видів комах. Цей процес активізувався у більшій мірі в разі внесення нітратної форми азотних добрив на оброблюваних ґрунтах і зменшувався за високих норм амонійної форми. На удобреному фоні зростала фізіологічна стійкість, витривалість і конкурентна спроможність культурних рослин до шкідників генеративних органів рослин. Проте підвищення конкурентної спроможності пшениці озимої до бур'янів на удобреному фоні досягалась оптимальною густотою та системою захисту рослин.

У регіоні досліджень за останні роки простежувалась зниження вмісту гумусу в ґрунті, оскільки порівняно низькі норми дози органічних добрив (0,3– 0,6 т/га) не зумовлювали його зростання, що впливало й на розвиток та розмноження шкідників зернових культур.

Відмічено, що для підвищення вмісту гумусу в орному шарі доцільно застосувати не менше ніж 10 т/га гною. Це продукує до 0,5 т гумусу з активною формою поточного процесу мінералізації гумусу, що місцями супроводжується процесами дегуміфікації ґрунтів у наступні роки, а це є основою формувань ентомокомплексів за нових показників закономірностей механізмів саморегуляції комах у сучасних агроценозах.

Зміна сучасного асортименту інсектицидів порівняно з минулими роками свідчить про зміщення акцентів структури класифікації препаратів стосовно токсиколого-гігієнічних, екотоксикологічних показників. Так, до зазначеного періоду заборонені до користування препарати з високою стійкістю щодо розкладу в навколишньому середовищі, а також високоотруйні й такі, що виявили віддалені шкідливі наслідки. Відмова від препаратів, що призводять до екологічного дисбалансу навколишнього середовища за раніше затвердженими стандартами урахована Всесвітньою організацією охорони здоров'я. У рекомендаціях минулих років розподіл препаратів за чотирма класами небезпеки (перший – досить небезпечний, другий – високо небезпечний, третій – помірно небезпечний, четвертий – мало небезпечний), із ЛД-50 під час введення в шлунок у твердій і рідкій формах

становила діапазон у межах 5–20 для першого класу, для другого і третього – вище 500 і вище 2000 для четвертого (мл/кг).

Класифікація препаратів минулих років містить 7 ступенів токсичності препаратів за показником ЛД-50. Екотоксикологічні показники для сучасних класифікацій забезпечуються наступними рівнями: стійкість у ґрунті (місяці), стійкість у рослинах (доба), стійкість у воді (доба), біокумуляція, «ґрунт – повітря», «ґрунт – вода», фітотоксична дія у відсотках.

У роки спостережень особливу увагу надано дії на ґрунтовий біоценоз (зміна загальної чисельності мезофауни, сапрофітної мікрофлори та ферментативної активності ґрунту (зниження чисельності у %, час відновлення – у місяцях), утворення токсичних та стійких продуктів інформації, токсичність для корисних видів комах, що має особливе значення й для сучасного екотоксикологічного контролю агроценозів та оцінки багаторічних ентомокомплексів змін у часі та просторі.

Отже, показники багаторічного застосування нових форм, норм і технологій внесення добрив із застосуванням інсектицидів дозволяє контролювати динаміку розмноження шкідників за сучасних систем захисту пшениці озимої та отримання високого урожаю зерна.

6.2. Вплив зовнішнього середовища на шкідників

На розвиток і розмноження комплексу видів фітофагів пшениці озимої, врожай і його якість, а також на формування сучасних структур ентомокомплексу впливають фактори зовнішнього середовища. У роки досліджень жоден фактор не міг бути замінений іншим, а за своєю фізіологічною дією всі вони мали рівне значення для системи «фітофаг – рослини». Виявлений у господарствах надлишок калію не компенсувався нестачею фосфору в ґрунті та їх впливом на ступінь заселення пшениці озимої фітофагами як окремих особливостей закону фізіологічної рівнозначності та незамінності факторів.

Окремі фактори середовища мали вирішальне значення, адже впливали на тривалість безморозного періоду, що регулювало вегетаційний період і трофічні зв'язки фітофагів у посівах зернових культур.

Важливими виявились особливості нерегульованих факторів – зимових температур повітря, тривалість періоду покриття ґрунту снігом, товщина снігового покриву, що впливали на перезимівлю комплексу шкідливих видів комах.

Характерно, що температура повітря та ґрунту як важливі фактори розвитку трофічних зв'язків спеціалізованих видів фітофагів достовірно коливалось за роками досліджень. Зерно пшениці озимої проростало за температури 1-2 °С, асиміляційні процеси починались за 5-6 °С, а сходи з'являються за 12-14 °С. Однак за цих умов розвиток ґрунтових фітофагів проходив без відхилень порівняно з багаторічними даними.

Навесні під час відновлення росту пшениці озимої сприятливою виявилась температура 12-18 °С, а вище 25 °С негативно позначалась на проходженні окремих фаз росту рослин, що впливало на живлення внутрішньостеблових шкідників.

У фазу виходу в трубку ефективною відмічена температура 15-18 °С, а за -9-11 °С пошкоджувалась головне стебло й рослини місцями загинуть. У зимовий період пшениця озима вимерзала за -17-21 °С без снігового покриву, а з покривом витримувала до -25 °С, що також сприяло виживанню шкідників генеративних органів культурних рослин.

У період колосіння – цвітіння пшениці озимої позитивними встановлені 18–25 °С, за 35-42 °С і великої сухості повітря під час наливу зерна воно формувалось дрібним і щуплим, а додаткове живлення клопа шкідливої черепашки не відбувалось.

У період дозрівання зерна сприятливою температурою повітря коливалось у межах до 22-28 °С. Отже, пшениця озима досить жаровитривала та посухостійка культура, але порівняно менш зимостійка, ніж жито озиме. За високих температур повітря (вище за 40 °С) та за нестачі вологи й сухих вітрів порушувався процес фотосинтезу, підвищувалася транспірація, гальмувався ріст рослин, що негативно впливало на розвиток та розмноження звичайного хлібного пильщика й інших шкідливих видів комах.

За результатами багаторічних досліджень установлені взаємозв'язки основних факторів систем землеробства і погодних умов із динамікою чисельності фітофагів. Виявлено їх вплив на продуктивність сучасних польових сівозмін. Розроблено основні принципи побудови нових сівозмін з урахуванням форм власності, структури й динаміки формувань популяцій комах.

Водночас серед спеціальних заходів щодо запобігання дії несприятливих факторів погоди, особливо посухи, важливе значення мало застосування системи сівозмін із посівом понад 35 % бобових культур. Ураховуючи різний рівень водоспоживання польових культур та особливості ґрунтово-кліматичних умов у структурі посівних площ, доцільно дотримуватись оптимального набору й співвідношення як зернових, так і технічних, кормових культур і сидеральних посівів, що забезпечує раціональніше використання запасів вологи та сприяє саморегуляції ентомокомплексів.

Так, найсприятливіші умови водного та поживного режимів для пшениці озимої створювались після сої, нуту, гречки та ріпаку.

За матеріалами багаторічних спостережень установлено, що основою для побудови статистичних моделей динаміки чисельності шкідливих видів комах служить показник виживання, коефіцієнта розмноження основних видів популяцій та чинників, що на них впливають, зокрема, багаторічних коливань погодно-кліматичних факторів. Це уможливило визначення зв'язку чисельності популяцій у наступному та попередньому роках залежно від фізіологічного стану окремих видів фітофагів. Розраховані параметри моделей множинної регресії дозволили визначити чисельність окремих видів фітофагів у наступному році, а також коефіцієнт їх розмноження за даними обліку щільності кладок, кількістю яєць у них зі значенням середніх температур у період вегетації кормової культури в попередньому році. Однак для встановлення ймовірності виникнення масових розмножень комах нагальним є використання даних про зв'язок цих подій із динамікою СА сонячної інсоляції та оцінка ентомокомплексів, що формується на фоні високих норм добрив.

Особливого значення набуло вдосконалення існуючого землекористування, адже воно забезпечувало підвищення ефективності використання природних ресурсів за

допомогою комплексного моделювання та управління доступними біологічними ресурсами родючістю ґрунтів у поєднанні із зовнішніми факторами й динамікою популяцій комах-фітофагів у посівах пшениці озимої.

Характерно, що землеробство підтримувало та зберігало постійний або напівпостійний органічний ґрунтовий покрив. Це досягалось вирощуванням пшениці озимої з мульчуванням угідь із високим рівнем розмноження біоти ґрунту та захист його від сонячного впливу, дощу й вітру. Ґрунтова фауна та мікроорганізми виконували функцію розпушування ґрунту й регуляції балансу поживних речовин у ньому.

Отже, нові системи обробітку ґрунту також підтверджені як основні елементи сучасного землеробства. Однак оптимізація нових структур сівозмін дозволила контролювати комплекс шкідників на основних етапах органогенезу культурних рослин із високим (до 92 %) рівнем ефективності захисної дії протруйників насіння.

Доцільно зазначити, що, на відміну від зароблених рослинних решток, біомаса, яку формують сидеральні культури в землеробстві, залишається на поверхні ґрунту й виконує роль фізичного захисту поверхні ґрунту та оптимального середовища розмноження ґрунтової фауни. Водночас досягається зниження мінералізації та встановлюється необхідний рівень насичення ґрунту органічними речовинами, що позитивно впливає на саморегуляцію комах в агроценозах.

У нових системах землеробства достовірного значення набували заходи, що впливали на саморегуляцію ентомокомплексів, зокрема за мінімальної обробітку ґрунту як самостійного методу землеробства з контролем комплексу шкідливих організмів.

Прямий посів пшениці озимої та інших польових культур без попередньої культивації ґрунту й підготовки посівного ложа з використанням пристроїв та обладнання для висіву насіння крізь покрив із поживних залишків не сприяв достовірним змінам у чисельності шкідливих видів комах.

За кількісними та якісними показниками сучасне землеробство виявилось сумісним із сучасними методами інтегрованого захисту рослин, з оптимізацією природних біологічних процесів. Це розширювало сферу застосування нових

прийомів захисту пшениці озимої з управлінням чисельності комплексу шкідливих видів фітофагів. Водночас використання новітніх методів і моніторингу зі збереженням біоти ґрунту та подальшим розпушуванням ґрунту сприяло:

- зменшенню трудомісткості процесу вирощування зерна;
- зниженню собівартості зерна;
- зменшенню кількості проходів техніки й скороченню витрат на паливе, отриманню стабільних врожаїв у посушливі роки, а також зменшенню витрат на нову систему захисних заходів від комплексу комах-фітофагів.

Необхідно зазначити, що сучасні сорти виявилися порівняно стійкими до пошкоджень личинками шведських мух, чорної пшеничної мухи та цикадок. Сприятливий період для заселення пшениці озимої цими видами встановлено у фазі сходів 2-3 листків. Відкладання самицями злакових мух яєць на рослини в більш пізній час сприяло загибелі до 35 % личинок у зв'язку з низьким рівнем проникнення їх усередину стебла. Зниження до +7 °C і підвищення до +28 °C температури повітря сприяло припиненню яйцекладки самицями фітофагів.

У регіоні робіт на пшениці озимій шведські мухи формували два-три покоління. Тим часом одне покоління розвивалось до 35-40 діб.

Установлено, що популяції основних комах-шкідників, які формувалися восени, проходили за циклічними коливаннями чисельності, а в окремі роки зростало у 3,7 рази незалежно від фізіологічного стану пшениці озимої порівняно з контролем. Проте багаторічні коливання структур популяцій насамперед зумовлені внутрішньопопуляційними механізмами, дія яких підсилювалась або зменшувалась зовнішніми чинниками, зокрема змінами температури повітря та ґрунту в період сходів і початку кушіння пшениці озимої. У 2002–2019 рр. в Лісостепу України у структурі ентомокомплексу уточнені домінуючі внутрішньостеблові шкідливі види комах, які місцями восени пошкоджували до 48 % головних стебел пшениці озимої. Водночас мінливий характер комплексу погодно-кліматичних факторів впливав на ентомокомплекс сходів пшениці озимої, зокрема на виживання личинок цих видів шкідників. Установлено достовірне зростання на 12-17 % чисельності чорної пшеничної мухи порівняно з контролем, личинки якої пошкоджували сходи пшениці

озимої й достовірно впливали на кількісні та якісні показники вегетуючих культурних рослин.

6.3. Вплив сівозмін на комплекс шкідників

У сучасних умовах виробництва зерна пшениці озимої нагальним є перехід до застосування нових структур сівозмін як інноваційної високопродуктивної системи контролю комплексу шкідників на видовому та популяційному рівнях. Зокрема за показниками:

- зниженні енергоємкості вирощеного зерна в 2,7-4,8 рази;
- набором високопродуктивної, широкозахватної техніки та зменшенням технологічних й енергетичних засобів, що не сприяють підвищенню коефіцієнта корисного їх застосування;
- високим рівнем продуктивності праці;
- впровадженням у виробництво дистанційних ІТ-технологій щодо прогнозу розвитку та розмноження комплексу ґрунтових, внутрішньостеблових шкідників і фітофагів, зменшення кількості й кратності внесень засобів захисту рослин за показниками динаміки чисельності видів і формувань популяцій.

Особливістю функціонування і впливу нових технологій як на шкідливі види, так і на корисні організми сучасних агроценозів є новітні сорти пшениці озимої та короткоротаційна нова польова сівозміна. Це впливає на особливість і застосування захисних заходів, а також уточнення інфраструктур за інформаційними й розрахунковими моделями прогнозу формувань ентомокомплексів на видовому та популяційному рівнях.

У Лісостепу України важливим є питання раціоналізації внесення біологічних і хімічних засобів для контролю чисельності шкідливих видів комах шляхом застосування широкозахватної спеціальної техніки в сучасних сівозмінах із превалюванням зернових культур.

Заходи щодо оптимізації фітосанітарного стану агроценозів та ефективної екологізації систем землеробства важливі, насамперед, для вирощування польових культур (рис. 6.16). Це дає можливість оздоровити агроценоз, відновити механізми

саморегуляції комах і отримати порівняно екологічно чистий урожай зерна пшениці та інших польових культур.

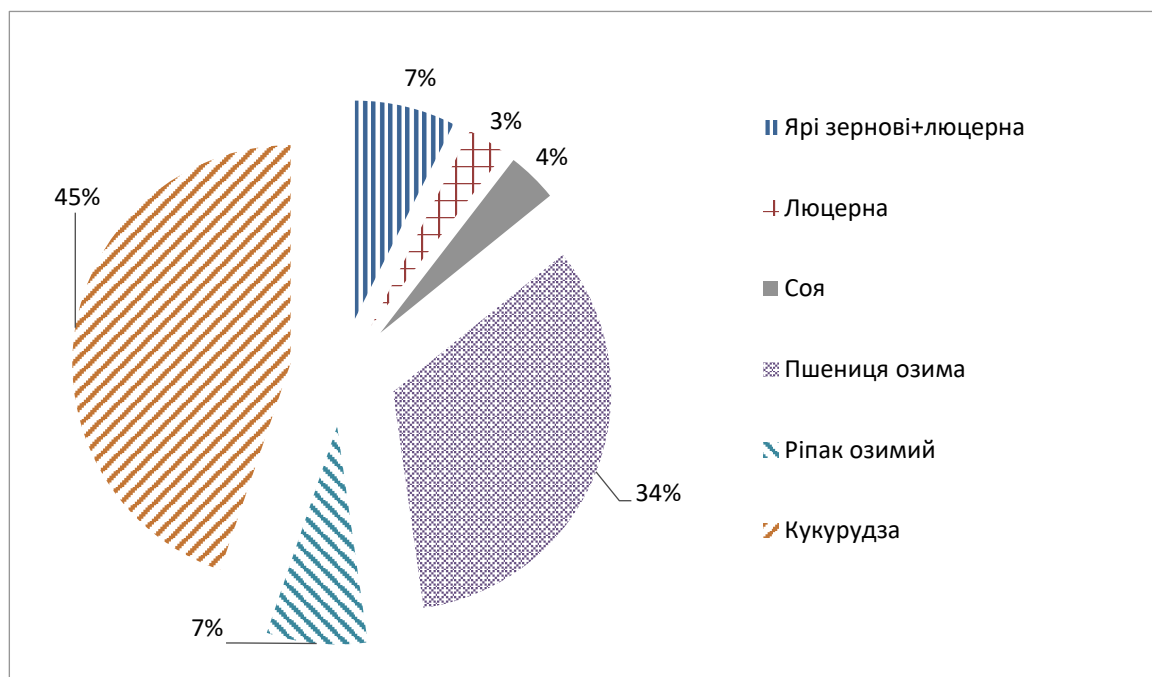


Рис. 6.16. Структура посівних площ польових культур у Лісостепу України (2002 – 2019 рр.)

Заслуговує на увагу сучасна платоспроможність й оснащеність господарств новітньою спеціальною технікою, що впливає на продуктивність технологій у цілому. Зазначене вище свідчить про важливість розробки й застосування новітніх інноваційних технологій вирощування пшениці озимої із застосуванням моделей багаторічного прогнозу розмноження комплексу шкідників, що зменшує витрати виробництва й збільшує обсяги високоякісного зерна пшениці озимої в регіоні досліджень.

У сучасних формах ведення господарств польові сівозміни відігравали особливу роль у формуванні ентомокомплексу пшениці озимої. Так, у зернопросапній сівозміні чисельність ґрунтових фітофагів коливалась від 2,0 до 6,3 екз./м², що в 2,3 раза перевищувала їх кількість порівняно з просапним видом сівозміни. Зернотрав'яні сівозміни виявились основним резервом щодо накопичення й розвитку ґрунтових шкідливих видів комах і у більшості господарств під час посіву пшениці озимої після багаторічних трав регулювання їх кількості як на видовому, так і популяційному рівнях виявилось ефективним із застосуванням інсектицидів

системної дії для протруєння насіння. Заслугує на увагу значне зменшення кількості ґрунтових шкідливих видів комах під час вирощування сидеральних культур, які сприяли регулюванню кількості дротяників, пластинчастовусих та несправжніх дротяників із коливанням їх кількості від 0,3 до 0,7 екз./м² (табл. 6.9).

Таблиця 6.9

Вплив сівозмін на чисельність ґрунтових фітофагів (Полтавська обл., Миргородський р-н, с. В. Обухівка, польова сівозмінна, у сер. за 2002 – 2019 рр.)

Тип сівозмін	Види сівозмін	%, пшениця озима	Чисельність ґрунтових фітофагів, екз./м ²
Польові	Зернопросапні	40-45	2,0-6,3
	Зернотрав'яні	35-40	6,8-17,3
	Просапні	30-35	1,3-2,1
	Сидеральні	42-45	0,3-0,7

У сучасних системах землеробства земельні ресурси та сприятливі кліматичні умови регіони досліджень зумовлюють високий потенціал виробництва зерна пшениці, але традиційний екстенсивний підхід до використання землі та сівозмін призводило до нестійкого стану вегетації пшениці озимої. Водночас розширення площ ріллі проявляло негативну дію, оскільки погіршувався якісний стан ґрунтів і екологічна рівновага в сучасних ентомокомплексах пшениці озимої.

Характерно, що сільськогосподарські культури за їх реакцією на умови органогенезу з контролем комплексу фітофагів поділяють на три групи: дуже-, середньо- та малочутливі. До першої групи належать буряки, баштанні культури, соняшник, коноплі, картопля, пшениця озима та яра, просо й кукурудза; до другої – ячмінь, гречка, зернобобові, однорічні трави; до третьої – овес, жито озиме, багаторічні трави.

Залежно від покриття поверхні сільськогосподарські культури забезпечують різну ґрунтозахисну ефективність і контроль механізмів саморегуляції ентомокомплексів. Так, багаторічні трави й озимі мають найбільший коефіцієнт ефективності – 0,95-0,82, однорічні трави та ранні ярі зернові й зернобобові – 0,50-0,42, просапні – 0,47-0,14.

У роки досліджень пшениця озима в разі посіву після нестерньових попередників заселялась переважно шкідливими видами комах, що мігрували з інших ценозів, а стерньові попередники сприяють накопиченню і формуванню популяцій спеціалізованих видів комах. Це свідчить про те, що в нових формах господарств важливим є дотримання сівозмін зі збільшенням посівних площ бобових культур як кукурудзи, так і озимого ріпаку до 35 % і більше посівних площ. Варто зазначити, що посіви пшениці озимої після багаторічних трав заселялися переважно коваликами, несправжніми коваликами та іншими ґрунтовими шкідливими видами комах, необхідно враховувати під час упровадження у виробництво інноваційних технологій захисту пшениці озимої від комплексу фітофагів (табл. 6.10).

Таблиця 6.10

Заселення посівів пшениці озимої залежно від попередників комахами-фітофагами та хижими жувелицями (Полтавська обл., Миргородський р-н, с. В. Обухівка, поля № 1-4, у середньому 2012 – 2019 рр.)

Попередник	Виявлено видів	Ґрунтові фітофаги, екз./м ²
Багаторічні трави	109-117	9,3-12,4
Кукурудза	42-49	6,1-8,7
Озимий ріпак	26-32	4,8-6,6
Соя	17-19	5,3-5,9

У сучасних умовах ведення рослинництва структура посівних площ у господарствах із наявністю як еродованих, так і загальноприйнятих земель здебільшого потребує оптимізації. Так, посівні площі під окремими культурами не мають достатнього наукового обґрунтування через відсутність якісних і кількісних показників допустимих розмірів у господарствах регіону спостережень залежно від спеціалізації і фітосанітарного стану. Необґрунтованість прийнятої та оптимізованої структури посівних площ сприяє збільшенню чисельності комах-фітофагів.

Отже, зміни клімату, які спостерігались упродовж 2002 – 2019 рр. у Лісостепу України, свідчать про важливість збільшення посівів сої, нуту й гарантованому виробництву зерна пшениці озимої в господарствах усіх форм власності.

Розроблені моделі прогнозу сприяють застосуванню обґрунтованих технологій із підвищенням як показників родючості ґрунту, так і стійкості високопродуктивних сортів інтенсивного типу до комплексу шкідників, а також застосуванню заходів контролю фітофагів у часі та просторі.

У господарствах усіх форм власності важливим є такі основні напрями управління ентомокомплексами пшениці озимої:

1. Оптимізація структури посівних площ із пріоритетним збільшенням посівів зернобобових культур до 35 %;
2. Урахування наслідків й особливостей післядії застосованих агрохімікатів та засобів захисту рослин, що викликають зниження стійкості пшениці озимої до комплексу шкідливих видів комах;
3. Удосконалення технологічної схеми щодо застосування бакових сумішей інсектицидів із додаванням 5-10 % рідкого азотного добрива КАС, 32 %;
4. Модернізація стаціонарних імобільних баз приготування робочих розчинів засобів захисту рослин;
5. Застосування сучасних організаційно-управлінських інновацій у прогнозі розвитку та розмноження шкідників пшениці озимої за розробленими моделями й дистанційного управління ІТ-технологіями.

Одним із важливих шляхів оптимізації системи інтегрованого захисту озимих зернових культур є використання для сівби насіння з високими посівними і врожайними властивостями, що досягається очищенням посівного матеріалу на аеродинамічних машинах, зокрема сортів, стійких проти комплексу шкідливих видів комах. Селекція й вирощування таких сортів сприяють збереженню генофонду стійких рослин та мають бути одним із важливих напрямів селекційно-генетичних досліджень, первинного насінництва й оптимізації системи захисту пшениці озимої від шкідників.

Останні також мали значення у формуванні сучасних структур ентомокомплексів, оскільки впливають на трофічні зв'язки фітофагів із кормовою культурою (табл. 6.11).

Таблиця 6.11

Структура сівозміни з витратами основних елементів живлення й засобів захисту рослин (кг) на створення одиниці товарної продукції (у середньому за 2002 – 2019 рр.)

Продукція	Елемент живлення, у розрахунку на			Засоби захисту рослин		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	гербіциди	фунгіциди	інсектициди
На 1 т основної продукції						
Зерно пшениці	30-35	10-12	20-25	0,008-0,012	0,2-0,3	0,3-0,6
Зерно кукурудзи	30-35	8-12	25-35	0,4-0,6	0,01-0,02	0,07-0,29 0,2-0,4
Зерно бобових (гороху, нуту, сої)	60-70	12-15	20-25	1,0-1,2	0,03	0,5-0,8
Насіння соняшнику	55-70	25-30	170-210	1,3-1,4	0,05-0,08	0,1-0,3

Характерно, що на видовому та популяційному рівнях важливе значення мала система живлення, оскільки в розрахунку на отримання однієї тонни зерна витрачалось 60-72 кг/га діючої речовини основних макроелементів живлення, тоді як для отримання однієї тонни урожаю соняшнику ці показники перевищують їх кількість для отримання однієї тонни зерна, зокрема, рухомого калію у 8-10 разів, що в разі його застосування в якості попередника впливає на розмірження ґрунтових і внутрішньостеблових шкідників пшениці озимої.

У сучасних сівозмінах особливо велику роль в оптимізації структур ентомокомплексу й живленні рослин виконують бактерії, які розвиваються в бульбочках, що утворюються на корінні бобових та деяких інших рослин і здатні використовувати атмосферний азот та опосередковано підвищувати стійкість пшениці озимої до шкідників. Результати проведених досліджень дозволяють оцінити значимість симбіотичної фіксації азоту бобовими культурами. Бульбочкові бактерії гороху, сої та нуту фіксують відповідно 50, 60, 90 кг/га азоту за вегетаційний період і стійкості пшениці озимої до комплексу шкідливих видів комах у нових польових сівозмінах.

Отже, щоб використати нагромаджений бобовими культурами азот, необхідно слідом за ними висівати пшеницю озиму, яка належить до іншої родини і є особливо високовитражливою до азотного живлення, що також дозволяє високоефективно

контролювати комплекс шкідливих видів комах на основних етапах органогенезу рослин.

Отже, чергування бобових і небобових рослин сприяє оптимізації використання поживних речовин ґрунту, а також підвищенню стійкості пшениці озимої до шкідників. Сівозміни, які включають бобові культури, менше потребували азотних добрив порівняно із сівозмінами без них за однакових урожаїв однойменних культур.

Для оптимізації використання поживних речовин актуальним є чергування рослин із різною кореневою системою і здатністю використовувати важкозасвоювані поживні сполуки. Ефективність такого чергування, як і зміна бобових та небобових культур, із застосуванням рідких форм добрив має переваги й біологічні особливості пшениці озимої щодо стійкості до комплексу шкідливих видів комах.

Теоретичним підґрунтям сучасного чергування сільськогосподарських культур у нових сівозмінах є взаємовідношення рослин із ґрунтовим середовищем, у тому числі із фітофагами і мікроорганізмами, що розмножуються у ґрунті. Вони у процесі своєї життєдіяльності створюють умови для розвитку високих форм життя і, за висловом В. І. Вернадського, є «самым активным связующим звеном между живой и мёртвой природой».

Проте комплекс питань, пов'язаних зі зміною життєдіяльності ґрунтових видів комах і біохімічних процесів, що проходять у ґрунті в результаті вирощування рослин як у короткоротаційній сівозміні, так і беззмінно досить складний та потребує сучасного обґрунтування механізмів самоуправління ентомокомплексів пшениці озимої в господарствах всіх форм власності.

У нових системах землеробства підвищення ефективності захисних заходів рослин та ефективність бакових сумішей на основі сучасного комплексного застосування добрив та їх вплив на динаміку чисельності й розмноження шкідників зернових культур достовірно впливає на екологічну, економічну і виробничу доцільність польових сівозмін Лісостепу України. Оптимальне співвідношення захисних засобів за комплексного використання бакових сумішей суттєво підвищує їх ефективність.

Водночас доцільно прогнозувати сучасний стан агроценозів із показниками сукупності агротехнічних операцій, а також визначення ролі агротехнічних, організаційних та еколого-економічних заходів в управлінні ентомокомплексами пшениці на видовому та популяційному рівнях. На сучасному рівні першочерговим є застосування прогностичного спрямування інформаційних технологій із моделюванням та використанням механізмів саморегуляції ентомокомплексів, що впливають на органогенез культурних рослин та дозволяють зменшити у 1,7-2,5 рази кількість інсектицидів.

У 2002 – 2019 рр. інноваційні заходи оцінені з аналізом ефективності систем добрив, захисту рослин й обробітку ґрунту, адаптованих до наявних ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу України. Водночас визначена доцільність використання земельних ресурсів, праці та капіталу, що залежали, головним чином, від показників інтенсивності технології. Отже, ефективність вирощування високоякісного зерна пшениці озимої залежить від сучасних високоякісних засобів захисту рослин, високопродуктивної широкозахватної техніки, комплексної системи добрив, якісного посівного матеріалу, що розглянуті й використані в моделях прогнозу формувань популяцій шкідників та їх контролю за фазами росту й розвитку пшениці озимої та інших польових культур.

У контролі рівнів формувань популяцій шкідливих видів комах основного значення набуває наступне:

- використання нових сівозмін, що включають у структуру рентабельні культури з позитивним впливом на показники родючості ґрунту;
- застосування широкозахватних комбінованих агрегатів, які за один прохід виконують понад 4 технологічні операції;
- моделювання й контроль динаміки формувань сучасних рівнів популяцій ентомокомплексів агроценозів;
- збереження рослинних решток на поверхні ґрунту з підсиленням процесу мінералізації шляхом внесення рідкого азотного добрива КАС, 32 % до 100 л/га;

– впровадження порівняно стійких до комплексу шкідників сортів із посівом високоякісного посівного матеріалу, який оброблявся інсектицидами, за розробленою високоефективною технологічною схемою;

– застосування інноваційних систем обробітку ґрунту й бакових сумішей добрив і засобів захисту рослин.

Згадані вище принципи сприяють зниженню собівартості зерна й уможлиблювали застосовування високоефективних матеріальних ресурсів у господарствах регіону спостережень. Водночас баланс використання ґрунтових ресурсів і біологічного потенціалу рослин дозволить мінімізувати сукупні витрати виробничих ресурсів під час вирощування високоякісного зерна та підвищити економічну віддачу від заходів захисту польових культур від фітофагів за рахунок застосування нових рішень прогнозу динаміки формувань популяцій та науково обґрунтованого управління, у кількості й кратності профілактичних і спеціальних захисних заходів.

Так, нові рішення в застосуванні обґрунтованих систем захисних заходів у процесі вирощування пшениці спрямовані на зниження витрат палива та енергії й поліпшення їх використання як під час посіву, так і в періоди весняно-літніх фаз й етапів формувань комплексу шкідників.

Це забезпечує впровадження нових енергоощадних технологій із дистанційним ІТ-управлінням за новими способами організації виробництва зерна, що спрямовується на економію ресурсів. Уточнена технологія з моніторингом та моделюванням ентомокомплексів за моделями прогнозу дозволяє оцінити й контролювати комплекс заходів, спрямованих на підвищення ефективності дії сучасних форм інсектицидів, а також на стимулювання економії матеріально-технічних ресурсів у разі отримання високоякісного зерна з мінімальними витратами всіх ресурсів у грошовому (на 37 %) і натуральному виразах.

Наукове обґрунтування важливості застосування моделей прогнозу ентомокомплексів пшениці озимої сприяє удосконаленню структур посівних площ і розширенню посівів низьковитратних та високорентабельних польових культур.

Водночас збільшується терміни використання високоякісних робіт і підвищується їх ефективність в періоди інтенсивного росту і розвитку культурних рослин з особливостями біології комплексу шкідників, які контролюються спеціальними захисними заходами.

Поліпшується організація використання технологічних операцій для профілактичних і спеціальних захисних заходів за визначеними строками появи та розвитку фітофагів, що прогнозуються нашими моделями.

Науково обґрунтоване чергування культур у польових сівозмінах підтверджено як основний фактор сучасних технологій вирощування високоякісних урожаїв пшениці озимої в регіонах досліджень. Разом із тим основою структур сучасної сівозмін є показники набору культур, що підвищують родючість ґрунтів, зокрема сидеральні культури, а також соя, горох, нут, люпин та інші.

Наголосимо, що в нових польових сівозмінах певного значення набувають посіви кукурудзи, соняшника й ріпаку, однак поліпшення фітосанітарного стану ґрунту й посівів пшениці спостережено після попередників (горох, соя та нут). Важливим попередником виявився ріпак, адже він сприяє зменшенню розвитку комплексу шкідливих організмів. Між тим важливим є використання подрібнювачів (мульчувачів) рослинних решток, що дає змогу якісно мінімізувати обробіток ґрунту та покращити його вологозабезпеченість зі збереженням механізмів самоуправління ентомокомплексів.

Встановлено, що обробіток ґрунту та підготовка його до посіву пшениці озимої є на 80 % вологозберігаючим, низьковитратним, з утворенням дрібногрудкуватої структури, що сприяє виживанню хижих жужелиць, павукоподібних, корисних видів кліщів, а також інших організмів, що контролюють кількість дротяників, пластинчастовусих, гусениць, лускокрилих видів шкідників із оптимізацією спеціальних захисних заходів.

У сучасних технологіях захисту пшениці озимої від шкідників особливе значення має рідке азотне добриво КАС, 32 %, що застосовується на різних етапах органогенезу пшениці і з окупністю у 2-2,7 разів підвищує ефективність застосованих інсектицидів порівняно з аміачною селітрою та сечовиною, а також

високоєфективну повну механізацію в технологічних операціях і відсутність втрат азоту під час транспортування та застосування.

Характерно, що під час внесення цього добрива у випадку протруєння насіння (1 %), а також для основного живлення (100-180 л/га) і для позакореневого живлення (12-18 л/га) не виявлено загибелі корисних видів членистоногих, а ефективність інсектицидів проти шкідливих видів комах підвищується на 27-35 % порівняно з іншими баковими сумішами речовин.

Відомо, що посіви пшениці озимої в Лісостепу України становлять майже 2 млн га. Серед факторів, що обмежують урожайність зерна цієї культури, значна роль належить негативній дії личинок шведської мухи. Цей шкідник пошкоджує пшеницю, овес, кукурудзу, ячмінь та злакові трави. Зимує в стадії личинки або пупарія всередині стебел озимих та диких злаків, заляльковується навесні. Шкідник викликає зниження густоти посівів, особливо перших і ранніх строків появи сходів. Пошкоджене личинками стебло жовтіє й засихає, що знижує урожай зерна та погіршує його якість.

Так, суттєву роль у стримуванні чисельності шведської мухи на посівах пшениці озимої відіграють організаційно-господарські заходи та селекційно-генетичні методи. Проте ефективність їх захисної дії проти дорослої стадії розвитку та личинки фітофага нестабільна, що уможливорює контроль фітофага на видовому та популяційному рівнях.

Тому запропонована технологія передбачає контроль багаторічної динаміки льоту шведської мухи і знищення личинок фітофага на початку їх міграції в стебла пшениці озимої. Таке поєднання суттєвих технологічних рішень у захисті пшениці озимої від внутрішньостеблового шкідника супроводжується достовірним підвищенням ефективності дії інсектицидів із рідким азотним добривом (КАС).

Позитивний результат від реалізації розробленого способу полягає в контролі як дорослої стадії розвитку, так і личинок на початку їхньої міграції в стебло пшениці озимої.

Окрім того, складова частина способу – застосування КАС, 32 % одночасно із внесенням інсектициду, що достовірно підвищує ефективність спеціальних заходів

захисту пшениці від шведської мухи. Для порівняльної оцінки ефективності дії препаратів та їх сумішей проводили спостереження через 7, 14 і 21 добу (табл. 6.13).

Таблиця 6.13.

**Ефективність дії бакових сумішей інсектицидів і КАС проти шведської мухи
(Черкаська обл., Золотоніський р-н, с. Гельм'язів,
у середньому за 2010 – 2019 рр.)**

Способи	Чисельність шведської мухи до початку досліджень, екз.	Пошкоджено рослин пшениці озимої, %	Чисельність імаго\личінок після застосування сумішей, екз.			Позитивний результат
			Кількість діб			
			7	14	21	
Варіант I	48,0	1,3	2,6	4,3	6,0	Спосіб забезпечує високу ефективність дії інсектицидів як проти імаго, так і личинок шведської мухи
Варіант II	45,3	7,6	11,0	19,3	22,6	Не забезпечується захист сходів пшениці від шведської мухи. Погіршується органогенез пшениці озимої
Контроль	47,0	16,1	56,3	68,1	72,4	Неконтрольоване заселення пшениці озимої шведською мухою
НІР ₀₅		1,14	1,82	2,76	1,09	

Отже, у нових технологіях захисту пшениці озимої від шкідників особливе значення має рідке азотне добриво КАС, яке ефективне у разі внесення у сумішах з інсектицидами у порівнянні з аміачною селітрою та сечовиною, втрат азоту за транспортування й застосування.

Характерно, що за внесення даного добрива із препаратами для протруєння насіння (1 %), а також як основне живлення 100-180 л/га і для позакореневого живлення 12-18 л /га, не відмічено загибелі корисних видів членистоногих, а ефективність інсектицидів проти шкідливих видів комах підвищується на 27-35 % у порівнянні з іншими баковими сумішами речовин.

Водночас крайове обприскування сходів пшениці озимої інсектицидом ФАС, 0,15 л/га КАС сприяє на 38,4 % зменшенню чисельності імаго шкідника, а суцільне обприскування посівів інсектицидами Димевіт, 1 л/га із розчином КАС, 32 %, 10 л/га

сприяє зменшенню кількості личинок шведської, чорної пшеничної мухи та інших комах-фітофагів на 43,5-57,8 % у порівнянні з контролем. Між тим відмічена висока ефективність сучасних захисних заходів проти комплексу шкідливих видів комах-фітофагів на варіантах із застосуванням моделей прогнозу розмноження комплексу шкідників пшениці озимої.

6.4. Вплив сортів на розвиток і розмноження шкідників

В роки досліджень оцінені окремі показники механізмів стійкості районованих та перспективних сортів пшениці до комплексу шкідливих видів комах на основних етапах органогенезу пшениці.

Так, за генетичних і морфо-фізіологічних ознак встановлена порівняно висока стійкість сортів Вдала і Олеся до шведських мух, а також чорної пшеничної та окремих видів клопів у порівнянні із сортами іноземної селекції. Результати досліджень свідчать, що для сучасних технологій вирощування пшениці озимої актуальним є впровадження у виробництво сортів вітчизняної селекції.

Порівняно стійкими до фітофагів виявились такі сорти як: Вдала, Олеся, а не стійкими виявились саме іноземні сорти: Краснодарська 99 та Комплімент, що доцільно враховувати у сучасних системах захисних заходів (табл.6.14).

Таблиця 6.14.

**Заселення сортів пшениці озимої основними шкідниками (Черкаська обл.,
Золотоніський р-н, с. Гельм'язів, поле № 6, у середньому за 2015 – 2019 рр.)**

				Шведська муха	Пшенична муха	Хліб. пильщик	Злакові попелиці
1.	Вдала	ср	слн	1,1-3,6	2,3-4,0	0,3-1	5-6,4

2.	Поліська 90	сс	цін	1,3-4	5,1-7	5,4-10	9-11,2
3.	Національна	сс	цін	4,2-4,8	5,1-6	6,3-7	12,5-15
4.	Олеся	ср	цін	0,3-4	1,2-5	0,3-0,9	4,1-5
5.	Краснодарська 99	рс	слн	9,1-11,7	6,8-7,3	14,2-19	28,1-43
6.	Комплімент	сс	слн	4,2-4,6	3,2-8,8	12-30,1	45,2-49

Іноземні сорти заселялися як внутрішньостебловими, так і комахами-фітофагами із колюче сисним ротовим апаратом в середньому у 3,6-4,3 разів інтенсивніше, що свідчить про зниження стійкості генофонду цих сортів. Таким чином, здійснення трансферу інноваційних сортозразків за механізмами контролю чисельності фітофагів є одним із важливих факторів щодо обмеження шкідливості та поширення комплексу комах-фітофагів до економічно невідчутного рівня.

Заслугує на увагу, особливість міграції аерогенних видів комах-фітофагів зокрема, клопа шкідливої черепашки, злакових попелиць, комах-листоїдів, а також хлібних жуків на сортах іноземної селекції, як остистої так і безостої форм, що на 45-57 % сприяло зростанню у структурі ентомокомплексу чисельності даних видів у порівнянні із сортами вітчизняної селекції.

Таким чином важливою складовою, інтегрованого захисту пшениці озимої від основних видів комах-фітофагів є оцінка ступеня заселення сортів комахами-фітофагами, а також прогнозування розмноження і шкідливості комплексу шкідливих організмів, за числовими показниками чисельності фітофагів, як основи дотримання економічних порогів шкідливості.

При цьому, на порівняно високостійких сортах вітчизняної селекції розмноження досліджуваних груп шкідників стримувалось за систем землекористування, що місцями сприяло їх розвитку. Характерно, що середньостійкий сорт Олеся протистояв комплексу шкідливих організмів за середнім, до 37 %, ступенем їх

розмноження. Однак, за масової появи комплексу шкідників на таких посівах додатковим виявилась необхідність застосування спеціальних засобів захисту рослин, а в сприятливі роки кількість хімічних обробок зростала вдвічі.

Це також свідчить про важливе значення селекції пшениці озимої на стійкість до комах-фітофагів. Нагальним є розробка методів селекції стійкості пшениці озимої як до внутрішньостеблових, так і спеціалізованих комах-фітофагів, що розмножуються на листях, генеративних органах і в період досягання зерна. За нових технологій вирощування пшениці озимої в Лісостепу України особливого значення набувають бази даних про стійкість сортів вітчизняних селекційних центрів та селекційних зразків країн ЄС.

Актуальним є оцінка джерел нових генів стійкості до комплексу комах-фітофагів за сучасною методологією оцінки механізмів стійкості сортозразків на основних етапах формування високоякісного зерна пшениці озимої.

Висновки до розділу 6

1. За результатами багаторічних досліджень визначені шляхи оптимізації сучасних польових сівозмін із контролем посівних площ польових культур, що сприяють зменшенню чисельності шведської мухи, коваликів, совки озимої та інших шкідників, а також важливість збільшення посівних площ сої та інших бобових культур, як попередників пшениці озимої.

2. У заходах захисту пшениці озимої уточнені строки та норми застосування хімічних препаратів: восени до фази куціння, навесні у фазі виходу в трубку, а також у фазу молочно-воскової стиглості за результатами фітосанітарної експертизи з обов'язковим чергуванням інсектицидами наступних діючих речовин:

а) [Круїзер, 0,4–0,5 л/т, д.р. тіаметоксам, та його аналоги → Моспілан, 0,10–0,12 кг/га, д.р. ацетоміприд, та його аналоги];

б) [Круїзер, 0,4–0,5 л/т, д.р. тіаметоксам, та його аналоги → Моспілан, 0,10–0,12 кг/га, д.р. ацетоміприд, та його аналоги → Моспілан, 0,10–0,12 кг/га, д.р. ацетоміприд, та його аналоги];

в) [Рекорд Квадро, 0,3–0,4 л/т, д.р. імідаклоприд + ацетоміприд, та його аналоги → Актара, 0,10–0,14, д.р. тіаметоксам, та його аналоги → Моспілан, 0,10–0,12 кг/га, д.р. ацетоміприд, та його аналоги];

г) [Гаучо, 0,25–0,5 л/т, д.р. імідаклоприд, та його аналоги → Актара, 0,10–0,14, д.р. тіаметоксам, та його аналоги → Моспілан, 0,10–0,12 кг/га, д.р. ацетоміприд, та його аналоги].

3. Визначена ефективність застосування рідкої форми азотного добрива (КАС, 32 %), 70–90 л/га восени до посіву пшениці озимої, після збирання врожаю попередньої культури, сприяє оптимізації механізмів саморегуляції ентомокомплексів, а використання 15–18 л/га навесні у бакових сумішах із інсектицидами діючих речовин: ацетоміприд та тіаметоксам, що на 35–42 % підвищує ефективність їх дії проти комах фітофагів.

4. У нових технологіях визначена технічна ефективність протруєння насіння пшениці озимої препаратами із д.р. ацетоміприд, 100 г/л, тіаметоксам, 100 г/л із додаванням у робочу суміш рідкого азотного добрива замість традиційно застосованих поверхньоактивних речовин, 1 л на 10 л води, що на 30–35 % підвищує контроль ґрунтових і внутрішньостеблових шкідників восени у порівнянні із контролем.

5. Визначені окремі механізми стійкості вітчизняних сортів Вдала і Олеся до шведських мух, а також чорної пшеничної та окремих видів клопів у порівнянні із не стійкими сортами іноземної селекції: Комплімент і Краснодарська 99.

РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУ ДИНАМІКИ ФОРМУВАНЬ ПОПУЛЯЦІЙ ОКРЕМИХ ШКІДЛИВИХ ВИДІВ КОМАХ У НОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Оцінку ефективності сучасних захисних заходів проти комплексу шкідливих видів комах-фітофагів проводили з урахуванням кількісних та якісних показників агроценозів, на яких застосовували новітні системи заходів захисту рослин із моделями прогнозу чисельності шкідників.

Встановлено, що в господарствах базових областей спостережень Лісостепу України висока ефективність нових технологій заходів захисту пшениці озимої від шкідників досягається у разі застосування інсекто-фунгіцидних сумішей для обробки насіння. Це сприяє оптимізації фітосанітарного стану на посівах сучасних сортів із високоякісними показниками отриманого урожаю зерна. Зокрема, сумішей із використанням діючих речовин флутріяфолів і тіабендазолів, карбендазимів із додаванням діючих речовин – імідаклоприд, або диметоат, або хлорпірифос і циперметрин, або лямбда-цигалотрин.

Водночас контролюється чисельність комплексу шкідливих видів комах і не проявляється негативний вплив сумішей препаратів на корисні види організмів; із підвищенням ефективності захисної дії на 27,3-35,8 % сучасних препаратів та дозволяє до 86,5 % контролювати шкідливі види комах у структурах ентомокомплексів польових агроценозів у порівнянні із загальноприйнятими технологіями.

Суміші препаратів сприяли зниженню чисельності комплексу шкідливих видів комах і не проявляли негативного впливу на корисні види організмів, підвищували ефективність захисної дії на 27-35 % препаратів та понад 81 % контролювали комплекси шкідливих видів комах у структурах ентомокомплексів сучасних польових агроценозів.

Дослідження видового складу шкідників свідчить про високу ефективність захисту сумішами препаратів системної дії, що на 81-98 % контролюють

розмноження та розповсюдження як ґрунтових, так і основних внутрішньостеблових шкідливих видів, особливо в період сходів – кушіння пшениці озимої з отриманням до 0,8 т/га прибавки врожаю зерна високої якості.

Використання комплексних сумішей забезпечує своєчасне отримання повноцінних сходів, а також захищає рослини на перших періодах вегетації від фітофагів і не проявляє фітотоксичної дії на районованих і перспективних сортах вітчизняної та зарубіжної селекції пшениці озимої.

Водночас бакові суміші сприяють зменшенню кількості обприскувань проти шкідників у наступні періоди вегетації пшениці озимої. В роки спостережень встановлена висока ефективність сумішей інсектицидів із добривами: «Авангард Старт» (комплекс макро- та мікроелементів) у нормі 0,5-1 л/т та «Авангард Зерновий» (комплекс макро- та мікроелементів), 1,0-2,0 л/т. Застосування їх сприяло на 4,7-6,3 % підвищенню енергії проростання та схожості насіння, із прискоренням росту й розвитку кореневої системи та стійкості сходів пшениці озимої до пошкоджень комахами-фітофагами.

У господарствах регіону досліджень пріоритетного значення набули такі бакові суміші для обробки насіння пшениці озимої комплексом препаратів: супервін (флутріафол, 30 г/л + тіабендазол, 45 г/л) – 1,5 л/т, матадор (імідаклоприд, 200 г/л) – 0,5-1,0 л/т. Висока ефективність проявлялась у наступних показниках:

- підвищення ефективності в 1,7-3,5 рази систем захисту пшениці озимої від комплексу шкідників порівняно із загальноприйнятими технологіями;
- багатофакторному контролю розмноження та поширення основних видів шкідників на перших етапах органогенезу пшениці озимої з підвищенням достовірності на 25-37 % порівняно з еталоном;
- збереження до 97 % генетичного потенціалу головних стебел, що забезпечує перезимівлю і високий урожай зерна пшениці озимої в роки спостережень;
- попередження токсичного впливу мікрозалишків засобів захисту рослин на корисну ґрунтову мікрофлору, а також на ріст і розвиток пшениці озимої та інших польових культур на початку появи сходів, так і в період основних етапів органогенезу рослин;

– застосування нових систем і технологій захисту пшениці озимої від комплексу шкідливих видів комах-фітофагів із рентабельністю понад 72 %.

Таким чином, сучасні технології вирощування пшениці озимої з обробкою насіння інсектицидами є одним із основних показників захисту рослин від комплексу шкідливих видів комах у період формування структури ентомокомплексів. Це сприяє попередженню розповсюдження й контролю комплексу фітофагів, що розмножуються в ґрунті, стеблах і на генеративних органах.

Застосування протруйників-інсектицидів із макро- та мікродобривами сприяла оптимізації живлення, а також підвищенню ефективності заходів захисту пшениці озимої від переносників вірусних та фітоплазмових хвороб. Розроблені системи контролю чисельності шкідників із колючо-сисним ротовим апаратом забезпечуються технологіями високоефективного використання сумішей інсектицидів: лямбда-цигалотрин, 50 г/л, імідаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л, диметоат, 400 г/л та інші, які виявляли тривалу та якісну захисну дію проти широкого спектру шкідливих видів комах на основних стадіях їх розвитку. Застосування інсекто-акарицидів дозволило ефективно використовувати нові заходи з урахуванням структури популяцій в агрофітоценозах та контролювати ступінь загрози як від окремих видів, так і від комплексу шкідників на основних етапах органогенезу пшениці озимої та інших польових культур.

Характерно, що сучасні інсектициди в бакових сумішах із рідким добривом КАС, 32 % практично не проявляли негативної дії на нецільові об'єкти польових сівозмін, а також на корисні мікроорганізми й забезпечували в сучасних заходах, що контролюють чисельність шкідливих видів комах-фітофагів на популяційному рівні.

Водночас оптимізовані норми, повторність і строки витрат інсектицидів у сучасних захисних заходів посівів пшениці озимої в роки робіт забезпечували якісний і високий врожай до 9 т/га і в окремих роках до 10 т/га.

Установлено, що в разі застосування нових препаратів коефіцієнт їх ефективного впливу на шкідливі види залежав від коливань погодно-кліматичних факторів, а система заходів захисту пшениці озимої від шкідників сприяла зростанню

продуктивності посівів за генетичних показників сорту на 32-38 % порівняно з іншими технологіями захисту рослин.

Дослідження свідчать, що застосування в сумішах комплексу препаратів є одним з основних технологічних прийомів у регулюванні чисельності шкідників, що розмножуються в ґрунті та на його поверхні, а також у стеблах і на листях рослин за різних систем і технологій вирощування пшениці озимої, а також попередників.

Для порівняння економічної ефективності окремих заходів захисту культурних рослин під час вирощування пшениці озимої за нових систем землеробства в базових господарствах оцінено логістику виробництва валового показника зерна (грн.) з розрахунку на 1 га посіву на одного середньорічного працівника, на 1 люд./год на 1 грн. виробничих витрат; валовий та чистий дохід і прибуток на 1 га посіву на 1 люд./год на 1 виробничих витрат, а також рівень рентабельності, норми прибутку, рівнів оплати праці на 1 люд./год, на 1 середньорічного працівника (**рис. 7.1**).

Встановлено, що протруєння насіння сумішами препаратів із застосуванням інсектицидів за моделями прогнозу динаміки формувань популяцій окремих видів шкідників за нових технологій набуває особливого значення. Водночас отримання прогнозованого максимального економічного ефекту залежить від оптимізації застосування інноваційних заходів захисту пшениці озимої від шкідливих видів комах, а також нових систем обробітку ґрунту, добрив; захисту посівів від комплексу фітофагів і своєчасного збирання врожаю.

Водночас економічна ефективність нових технологій із застосуванням сучасних інсектицидів-протруйників насіння сприяє приросту прибутку за рахунок підвищення врожайності зерна, поліпшення його якості, скорочення витрат праці та зниження собівартості його виробництва в господарствах різних форм власності.



Рис. 7.1 Ефективність зростання показників у разі застосування сумішей протруйників насіння пшениці озимої, в середньому за 2002–2019 рр.

Так, ефективність впровадження в господарствах базових областей спостережень сумішей протруйників насіння пшениці озимої за комплексного використання сучасних засобів захисту рослин у період їх вегетації сприяло оптимізації фітосанітарних, господарських та економічних показників, зокрема підвищенню продуктивності праці виробничих потужностей, економії сировинних і матеріальних ресурсів, а також отриманню високих урожаїв зерна.

Внаслідок застосування протруйників-інсектицидів у нових технологіях витрати для виробництва 3-5-разово окуповуються показниками отриманого зерна в натуральній і вартісній формах, а також у механізмах ефективності діяльності базових господарств, які включали не тільки кількість виробленої продукції, але й охоплювали її споживчу вартість за якісними показниками та кінцевими фінансовими результатами.

Отже, ефективність сучасного протруєння насіння баковими сумішами композицій доцільно розглядати за такими комплексними оцінками та наслідками:

- економічна – динаміка кількісних і якісних показників фітосанітарної ситуації у сівозмінах і господарствах з отриманням ефекту;
- локальна (очагова) і регіональна;
- за ступенем збільшення показників ефективності захисної дії – початкова з ефективністю дії на сходах пшениці озимої;
- пролонгована з довготривалим (до 30 діб) періодом захисної дії;
- за метою визначення – з розрахунком витрат на 1 т насіння або 1 га;
- порівняльна – у разі оцінки ефективності дії на комплекс шкідливих видів комах окремих заходів та інтеграційних процесів у захисті пшениці озимої від комплексу шкідливих видів комах-фітофагів.

Ефективність системи контролю комплексу шкідливих видів доцільно визначати за показниками загальної інтегральної ефективності нових технологій контролю популяцій фітофага.

Досягнення високого економічного та фітосанітарного ефекту пов'язане зі здійсненням поточних і одноразових технологічних витрат. Так, до поточних належать витрати, що включаються в собівартість вирощеного високоякісного зерна пшениці озимої. Одноразові технологічні витрати – це авансовані засоби для створення основних і приріст оборотних фондів у формі капітальних вкладів, які формують віддачу за довготривалого ведення сівозміни, що проявлялось на динаміці формувань популяцій комах.

Основним показником економічної ефективності протруєння насіння пшениці озимої сумішшю засобів захисту культурних рослин від шкідливих видів комах-фітофагів є отримання доходу на одиницю праці, що характеризують ефективність використання основних елементів і заходів під час вирощування цієї культури в Лісостепу України.



Рис. 7.2. Економічні ланцюги ефективності технологій контролю рівнів популяцій шкідників пшениці озимої, в середньому за 2002 – 2019 рр.

Водночас забезпечення взаємозв'язків нових критеріїв і системи конкретних показників ефективності виробництва зерна визначало рівень ефективності використання ресурсів; забезпечувало ефективність виробництва на різних рівнях управління; стимулювало внутрішньовиробничі резерви підвищення ефективності систем і технологій контролю рівнів показників популяцій фітофагів у Лісостепу України.

Водночас рівень економічної ефективності технологій захисту пшениці озимої від фітофагів залежав від взаємозв'язаних чинників, що сприяли зростанню ефективності нових систем землеробства за загальноприйнятими ознаками.

У сучасних технологіях протруєння насіння й системах захисту пшениці озимої від шкідників дозволило збільшити виробництво зерна в разі оптимального

використання сучасних вітчизняних інсектицидів, зменшити його собівартість, сприяло зростанню прибутку, збільшити рівень інтенсивного використання виробничих потужностей та продуктивності праці, зменшити технологічні затрати, покращити санітарно-гігієнічні умови. Ефективність вітчизняних технологій підтверджена системою показників, що характеризують ефективність використання основних високоефективних заходів до посіву та в період вегетації.

У нових формах введення господарств прискорення розвитку виробництва зерна пшениці озимої досягається моделюванням структур ентомокомплексів та прогнозом динаміки формувань популяцій, як основи підвищення ефективності технологій захисту культурних рослин від комплексу шкідливих видів комах-фітофагів.

Ефективність виробництва зерна є узагальнювальною економічною категорією, через яку проявляється дія об'єктивних економічних законів і яка показує результативність його виробництва в конкретних прогнозованих умовах господарювання. У роки спостережень підвищення економічної ефективності виробництва високоякісного зерна пшениці озимої виявилось першочерговим завданням аграрного сектора економіки Лісостепу України. Прогноз формувань популяцій є одним із головних чинників підвищення ефективності вирощування пшениці озимої зі збільшенням виробництва зерна за одночасного скорочення затрат праці та оптимізації витрат засобів захисту рослин на отримання одиниці урожаю зерна.

Так, ефективність виробництва зерна є однією з основних категорій ринкової економіки й віддзеркалює його результативність залежно від прогнозованих технологічних складових частин і механізму господарювання. Її сутність полягає в тісному зв'язку з кінцевим кількісним та якісним результатом. Для одержання високоякісного зерна за показниками прогнозу розраховуються необхідні значні ресурси, зокрема засоби захисту рослин, ціна на які періодично підвищується.

Економічна ефективність прогнозованої та контрольованих систем і прийомів захисту пшениці озимої від комплексу шкідників дозволяє одержати максимальну кількість зерна з кожного гектара з найменшими затратами та високою

продуктивністю праці, якісним валовим, чистим доходом, а також високою рентабельністю виробництва зерна в Лісостепу України.

Зазначимо, що ефективно сформована система господарювання, у якій сконцентровані необхідні для цього фактори – від виробничих ресурсів до механізмів господарювання, – забезпечує оптимальні можливості для виробництва та реалізації зерна й досягнення максимального показника на кожному прогнозованому стані ентомокомплексу та посіві пшениці озимої, а також інших польових культур.

Отже, вирощування пшениці озимої визначається не лише результатами застосування тієї або іншої технології, а передусім результативністю прогнозованої реалізації отриманого високоякісного урожаю зерна. З показниками прогнозу динаміки формувань популяцій шкідників визначення ефективності виробництва зерна пшениці озимої за новими моделями оптимізуються високі рівні маркетингової інфраструктури ринку. Певну частину свого зерна, близько 50 %, реалізовано за найнижчими цінами, а іншу частину – за обґрунтованими календарними строками.

Результати досліджень ефективності систем захисту пшениці озимої від шкідників свідчать про те, що порівняно високий рівень прибутковості досягається за рахунок отримання урожаю зерна 8,2-9,1 т/га у порівнянні із загальноприйнятими технологіями. Позитивний ефект отримується в господарствах усіх форм власності шляхом застосування сучасних препаратів для протруєння насіння пшениці озимої із прибавкою урожаю зерна у середньому до 2,2 т/га та вартістю 11 тис. грн. Важливим при цьому є застосування композицій інсектицидів системної дії із речовинами які рекомендуються за результатами досліджень у Лісостепу України (табл. 7.1).

Рівень рентабельності понад 60 % свідчить про доцільність хімічного захисту пшениці озимої на початку органогенезу рослин, а збільшення цього показнику, до 75-97 % є обґрунтованим щодо прийняття рішень для контролю чисельності шкідників як у ґрунті, так і в період органогенезу рослин.

Таблиця 7.1.

**Економічна ефективність засобів захисту пшениці озимої від шкідників у
Лісостепу України (за 2019 рік)**

Показники	Варіанти				
	Загально прийнятий (базовий)	Застосування засобів для обробки насіння (фактор А)	Застосування засобів для обробки насіння і вегетуючих рослин (фактор В)	Застосування засобів для обробки насіння і вегетуючих рослин на сортах інтенсивного типу (фактор С)	Фактор С + суміші КАС, 32 %, 45 л/га* (фактор D)
Урожай, т/га	5,3	6,8	7,5	8,2	9,1
Додатково отриманий урожай, т/га	—	1,5	2,2	2,9	3,8
Вартість додатково отриманого урожаю, грн/га	—	7500	11000	14500	19000
Витрати на збирання додатково отриманого урожаю, грн/га	—	450	660	790	950
Загальні витрати на впровадження НТР із захисту рослин, грн/га	—	1560	2590	2590	2590
Витрати на засоби захисту і їх внесення, грн/га	2700	3840	4930	4930	4930
Продуктивність праці люд.- год./т	12	14	19	24	27
Умовно чистий дохід, грн/га	23800	28150	29320	32690	36940
Рівень рентабельності, %	42	54	67	75	97
Окупність, грн/га	—	4350	5520	7960	9420

*- витрати на застосування КАС – 190 грн/га.

Економічна ефективність системи захисту пшениці озимої за умов вирощування сортів інтенсивного типу сприяє отриманню прибутку понад 30 тис. грн./га, що дозволяє оптимізувати інсектицидне навантаження на агроценози. Високоефективним є застосування моделей прогнозу розвитку і розмноження шкідників пшениці озимої.

Підвищення рентабельності вирощування пшениці озимої дозволяє впровадити у виробництво високоефективні системи захисту посівів від комах-фітофагів зокрема, за рахунок протруєння насіння сучасними інсектицидами, що сприяють довготривалому контролю комплексу шкідників. Це оптимізує організаційні, економічні та технічні рішення за покращеними кількісними та якісними параметрами урожаю зерна.

За результатами оцінки розмноження комплексу фітофагів уточнено їх поширення за дією природних та антропогенних чинників і прогнозування напрямів еволюції популяційних циклів комах-фітофагів. Згруповано значення механізмів формувань сучасних агроценозів з метою оперативного контролю комплексу комах-фітофагів за глобальних змін клімату і коливань погоди. Забезпечено контроль інтенсивних факторів формувань агроценозів з одночасним визначенням стійкості та змін структур ентомокомплексів на різних етапах онтогенезу пшениці озимої.

Таким чином, результатами багаторічних досліджень визначені нові системні положення та розроблені алгоритми контролю комплексу комах-фітофагів за сучасних особливостей вирощування пшениці озимої в регіоні досліджень. Уточнена система включає раціональне ведення сівозмін, строків і норм внесення новітніх рідких азотних добрив та засобів захисту посівів від шкідників і впровадження вітчизняних сортів на базі моніторингових спостережень особливостей антропогенного навантаження агроценозів.

Висновки до розділу 7

1. Високий рівень прибутковості досягається за рахунок впровадження у виробництво нових технологій захисту пшениці озимої від комплексу комах-фітофагів встановлено при урожаї зерна 8,2–9,1 т/га у порівнянні із

загальноприйнятими технологіями. Позитивний технологічний ефект відмічено при застосуванні сучасних препаратів для протруєння насіння пшениці озимої та однократною обробкою вегетуючих рослин із прибавкою урожаю зерна у середньому до 2,2 т/га та вартістю понад 11 тис. грн. При цьому, важливим є застосування композицій інсектицидів системної дії за рівнем рентабельності понад 60 %, що свідчить про доцільність хімічного захисту пшениці озимої на початку органогенезу рослин.

2. Впровадження у виробництво нових груп інсектицидів сприяє приросту прибутку за рахунок підвищення врожайності зерна, поліпшення його якості, скороченню витрат праці та зниження собівартості його виробництва.

3. Підвищення рентабельності до 75–97 % за обґрунтованих систем вирощування пшениці озимої і нових методів за умов застосування ефективного контролю чисельності шкідників є обґрунтованим при інтеграційних процесах обґрунтованих заходів виробництва зерна із урахуванням комплексу факторів та прогнозування динаміки популяцій комах-фітофагів у нових системах захисту пшениці озимої у Лісостепу України.

ВИСНОВКИ

1. У 2002–2019 рр. фауністичний склад, а також поширення і багаторічна динаміка чисельності основних видів шкідників пшениці озимої формувалася в короткоротаційній сівозміні (ріпак озимий – пшениця озима) із превалюванням таких видів: клоп шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.), жук-кузька (*Anisoplia austriaca* H.), шведська вівсяна муха (*Oscinella frit* L.) та ячмінна (*O. pusilla* Mg.), пшенична муха (*Phorbia secura* Tienst.), опоміза пшенична (*Oromyza florum* F.), озима муха (*Leptochymyiace arctata* Fll.), пильщик хлібний звичайний (*Cephus pygmaeus* L.), шестикрапкова цикадка (*Macrostele laevis* Rib.), велика злакова попелиця (*Sitobion avenae* F.), жужулиця мала (звичайна) хлібна (*Zabrus tenebrioides* G.) за популяційною циклічністю 3–4 роки.

2. У 2002–2019 рр. комплексний вплив на формування популяції виявлених видів як погодно-кліматичних факторів, так і технологій вирощування пшениці озимої, зокрема систем захисту посівів від основних шкідливих видів комах, формує циклічність із зниженням закономірностей цих процесів у порівняно посушливі роки. Виживання основних видів спеціалізованих фітофагів як дорослої стадії, так і личинок у регіонах досліджень до 63 % залежало від коливань температури повітря і ґрунту та їх вологості.

При цьому, розвиток, розмноження та поширення основних шкідливих видів комах у ланцюгу “ріпак озимий – пшениця озима” до 92 % залежало від профілактичних та спеціальних хімічних та інших захисних заходів регулювання чисельності на основних етапах органогенезу культурних рослин.

3. Механізми формувань і саморегуляції ентомокомплексів пшениці озимої формуються за особливостями впливу показників багаторічного коливання і підвищення на 2–2,5 °С температури повітря та змін погодно-кліматичних факторів. Зокрема, потепління та нерівномірність опадів протягом вегетаційного сезону, що в окремі роки призводило до зростання частоти посушливих явищ. При цьому, середньомісячна температура повітря в роки досліджень змінювалась від мінус 7–8 до плюс 20–21 °С, що впливало на розвиток і розмноження, як ґрунтових, так і внутрішньостеблових комах-фітофагів.

4. За сучасних технологій вирощування пшениці озимої із застосуванням рідкого азотного добрива КАС, 32 % як до посіву (90–120 л), так і на основних етапах формування врожаю (15–18 л), сприяло підвищенню стійкості культурних рослин до пошкодження ґрунтовими та внутрішньостебловими фітофагами. Загальноприйняті технології вирощування пшениці озимої з переважним застосуванням мінеральних добрив у період посухи не сприяють достовірному зниженню чисельності основних видів шкідників.

У сучасних умовах вирощування пшениці озимої ефективніші дії бакових сумішей рідких азотних добрив (КАС, 32 %) і засобів захисту насіння та сходів препаратами системної дії із діючими речовинами тіаметоксам, ацетоміпрід складає 92 % у порівнянні з контролем.

5. Розроблені моделі динаміки формувань популяцій за абіотичними та антропічними предикторами дозволило здійснити контроль комплексу комах-фітофагів та оптимізувати сучасні заходи захисту, що регулює їх чисельність до 97 %.

Необхідним є врахування як основних теорій динаміки чисельності популяцій комах, так і сучасних змін у структурах ентомокомплексів за особливостями багаторічного показнику екології та біології фітофагів посівів пшениці озимої. Підтверджено положення щодо неможливості загальних, всеохоплюючих закономірностей динаміки чисельності популяцій у нових технологіях вирощування пшениці озимої, оскільки у нових сівозмінах важливого значення набувають кліматична, паразитарна, трофічна, синергічна та інші теорії.

6. Застосування інсектицидів для протруєння насіння пшениці озимої, зокрема препаратами із діючими речовинами тіаметоксам, диметоат, імідаклопрід та ацетоміпрід сприяло зменшенню чисельності як ґрунтових, так і внутрішньостеблових шкідників на 78–92 % у порівнянні з контролем, що свідчить про доцільність внесення бакових сумішей речовин для контролю комплексу комах-фітофагів.

7. В роки досліджень оцінені окремі показники механізмів стійкості районованих та перспективних сортів пшениці до комплексу шкідливих видів комах на основних етапах органогенезу пшениці.

Так, за основних генетичних і морфо-фізіологічних ознак встановлена порівняно висока стійкість сортів Вдала і Олеся до шведських мух, а також чорної пшеничної та окремих видів клопів у порівнянні із сортами іноземної селекції. Для сучасних технологій вирощування пшениці озимої є доцільним впровадження у виробництво сортів вітчизняної селекції, що доцільно враховувати у нових системах захисних заходів.

8. Для розробки систем захисту пшениці озимої оцінено сучасний видовий склад шкідливої фауни, особливості біології та екології комплексу шкідників, а також результати ефективності різних технологічних прийомів, які до 97 % обмежують їх чисельність.

За результатами досліджень уточнена синхронність розвитку і заходів щодо контролю чисельності шкідників пшениці озимої. Визначені 4 періоди із масовою активністю шкідливих видів комах одночасно. Це обумовлює необхідність обробок саме у ці періоди, що дозволяє отримати високу ефективність від застосувань як хімічних, так і біологічних засобів. Механізми контролю чисельності комплексу шкідливих видів комах у ці періоди дозволили контролювати розмноження, як на видовому, так і на популяційному рівнях.

9. На фоні інтенсивного забезпечення ґрунту рухомим фосфором кореляційна залежність виявилася від'ємною, що забезпечило можливість управління показниками заселення посівів фітофагами на фоні як високого, так і низького показнику вмісту в ґрунті рухомого фосфору. Вміст мінерального азоту та рухомого калію із визначеними рівномірними числами кореляційної матриці, що свідчить про важливість урахування цих показників під час вирощування пшениці озимої та контролю комплексу комах-фітофагів у часі та просторі.

10. Для розробки високоефективних систем захисту пшениці озимої оцінені показники багаторічної динаміки видового складу і уточнені біологія та екологія комплексу видів шкідників та розроблені технологічні прийоми, що контролюють

грунтові та внутрішньостеблові види. У зв'язку з цим нагальними виявилися показники багаторічних змін ентомокомплексів із новими механізмами еволюційних агроекологічних систем за детермінованих періодів та за умов перебудов їхніх структур.

Підтверджена особливість комплексного аналізу й перегляду особливостей функціонування агробіоценозів за показниками екологічної стійкості ентомокомплексів, ланцюгів сівозмін і, зокрема, з інтенсивними технологіями вирощування пшениці озимої.

11. Високоефективними (до 81–97 %) виявились розроблені системи із застосуванням бакових сумішей, карбамідно-аміачної суміші (32 %) і інсектицидів, що включають діючі речовини: лямбда-цигалотрин, 50 г/л, тіаметоксам, 100 г/л, ацетоміпрід 100 г/л.

Нові системи контролю багаторічної динаміки формувань основних шкідливих видів комах достовірно впливають на поетапне живлення і ефективність засобів захисту рослин. Ефективність дії бакових сумішей (КАС, 32 %, 15–18 л/га) із сучасними інсектицидами на фоні NPK (N_{60-90} , P_{60-130} , K_{60-130}) до 97,3 % контролюють комплекс шкідників насіння сходів, листя, стебел і генеративних органів пшениці озимої, що доцільно враховувати в сучасних технологіях вирощування пшениці озимої в Лісостепу України.

12. Результати досліджень ефективності систем захисту пшениці озимої від шкідників свідчать про те, що порівняно високий рівень прибутку досягається за рахунок отримання урожаю зерна 8,2–9,1 т/га у порівнянні із загальноприйнятими технологіями.

Позитивний ефект отримується в господарствах усіх форм власності шляхом застосування сучасних препаратів для протруєння насіння пшениці озимої із одно-, двократною обробкою вегетуючих рослин інсектицидами (тіаметоксам, ацетоміпрід), що високоефективно контролює комах-фітофагів і зберігає до 2,2 тонн зерна з 1 га, вартістю до 11 тис. грн./га.

Високоєфективним є застосування моделей прогнозу розвитку і розмноження шкідників пшениці озимої, що є основою інвестиційного розвитку виробництва зерна порівняно стійких сортів вітчизняного генофонду.

Підвищення рентабельності вирощування пшениці озимої за умов застосування ефективного контролю чисельності шкідників є обґрунтованим при інтеграційних процесах виробництва зерна у регіоні досліджень.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. В Лісостепу України у системах, як хімічних, так і інших заходів захисту пшениці озимої від комплексу комах-фітофагів необхідно ураховувати циклічність розмноження видів за періодами від 3 до 4 років, що залежить від просторового розподілу та часової мінливості погодно-кліматичних умов, та інших чинників у технологіях вирощування пшениці озимої.

2. Для оптимізації польових сівозмін необхідно контролювати посівні площі культур, що сприяють зменшенню чисельності шведської мухи, коваликів, совки озимої. Водночас необхідно збільшити посівні площі ріпака, сої та інших бобових як попередників пшениці озимої.

3. Для високоефективного застосування новітніх біологічно обґрунтованих систем і засобів захисту пшениці озимої від шкідників у сучасних польових сівозмінах доцільно контролювати багаторічну динаміку накопичення у ґрунті елементів живлення рослин та оцінювати вплив їх на розмноження ентомологічних об'єктів.

4. Необхідним заходом є протруєння насіння пшениці озимої препаратами із д.р. ацетоміприд, 100 г/л, тіаметоксам, 100 г/л із додаванням у робочу суміш рідкого азотного добрива замість традиційно застосованих поверхньоактивних речовин, 1 л на 10 л води, що на 30-35 % підвищує ефективність захисту рослин від ґрунтових і внутрішньостеблових шкідників восени.

5. У технологіях заходів захисту пшениці озимої необхідно застосувати хімічні препарати за 3-ма періодами: восени до фази кушіння, навесні у фазі виходу в трубку, а також у фазу молочно-воскової стиглості за результатами фітосанітарної експертизи з обов'язковим чергуванням інсектицидами наступних діючих речовин:

а) [Круїзер, 0,4-0,5 л/т, д.р. тіаметоксам, та його аналоги → Моспілан, 0,10-0,12 кг/га, д.р. ацетоміприд, та його аналоги];

б) [Круїзер, 0,4-0,5 л/т, д.р. тіаметоксам, та його аналоги → Моспілан, 0,10-0,12 кг/га, д.р. ацетоміприд, та його аналоги → Моспілан, 0,10-0,12 кг/га, д.р. ацетоміприд, та його аналоги];

в) [Рекорд Квадро, 0,3-0,4 л/т, д.р. імідаклоприд + ацетоміприд, та його аналоги → Актара, 0,10-0,14, д.р. тіаметоксам, та його аналоги → Моспілан, 0,10-0,12 кг/га, д.р. ацетоміприд, та його аналоги];

г) [Селест Макс, 1,5-2,0 л/т, д.р. тіаметоксам, та його аналоги → Актара, 0,10-0,14, д.р. тіаметоксам, та його аналоги → Моспілан, 0,10-0,12 кг/га, д.р. ацетоміприд, та його аналоги].

6. Застосування рідкої форми азотного добрива, 70-90 л/га восени до посіву пшениці озимої, після збирання врожаю попередньої культури, що сприяє оптимізації механізмів саморегуляції ентомокомплексів, а використання 15-18 л/га навесні у бакових сумішах із інсектицидами діючих речовин: ацетоміприд та тіаметоксам, підвищує на 35-42 % ефективність їх дії проти комах фітофагів.

7. Для біологічного та інших методів захисту посівів пшениці озимої від шкідливих видів комах рекомендується використовувати розроблені моделі оцінки динаміки формувань популяцій.

8. З метою фітосанітарної безпеки впроваджувати у виробництво сучасні вітчизняні порівнянно стійкі сорти: Вдала та Олеся, які із достовірністю до 91 % дозволяють оптимізувати сучасні механізми формування ентомокомплексів у Лісостепу України. Заборонити висівати сорти іноземної селекції без відповідної експертної ентомологічної оцінки, що дозволить контролювати розвиток і розмноження шкідників та зменшити інсектицидне навантаження на сучасні агроценози.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алимов А. Ф. Биоразнообразие, его охрана и мониторинг. Мониторинг биоразнообразия. 1997. С. 16–25.
2. Анисимов А. И. Высокоэффективный вариант генетического метода борьбы с вредными насекомыми из отряда *Lepidoptera*. XII съезд русского энтомологического общества. СПб. 2002. С. 15–16.
3. Анохин П. К. Функциональная система как универсальный принцип изучения уровней биологической организации. Развитие структурных уровней в биологии. Москва: Наука. 1972. С. 100—111.
4. Аристархов А. Н., Бушуев Н. Н., Сафонова К. Г. Приоритеты применения различных видов, способов и доз микроудобрений под озимые и яровые сорта пшеницы в основных природно-сельскохозяйственных зонах России. Агрохимия. 2012. № 9. С. 26–40.
5. Базалій В. В., Бойчук І. В. Агроекологічна оцінка сортів пшениці м'якої озимої і використання їх як вихідного матеріалу в адаптивній селекції. Херсон: ФОП Грінь Д. С., 2016. С. 176.
6. Базалій В. В., Зінченко О. І., Лавриненко Ю. О., Салатенко В. Н., Коковіхін С. В., Домарацький Є. О. Рослинництво. Херсон: ФОП Грінь Д. С., 2015. С. 520.
7. Бейкер С. Дж. Посев в сухую почву. Агроном. 2011. № 3. С. 200–206.
8. Бейкер С. Дж. Посев во влажную почву. Агроном. 2011. № 1. С. 214–219.
9. Белецкий Е. Н. Массовые размножения насекомых. История, теория, прогнозирование: монография. Харьков: Майдан, 2011. С. 172.
10. Белецкий Е. Н. Фитосанитарное прогнозирование в Украине: история, методология, пути совершенствования. Защита и карантин растений. 2015. № 12. С. 14–19.
11. Белецкий Е. Н., Станкевич С. В., Немерицкая Л. В. Современные представления о динамике популяций насекомых: прошлое, настоящее, будущее. Синергетический подход. Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. 2017. № 1-2. С. 22–33.

12. Белецкий Е. Н., Станкевич С. В. Полицикличность, синхронность и нелинейность популяционной динамики насекомых и проблемы прогнозирования: монография. Вена. Premier Publishing s.r.o. Vienna. 2018. С. 138.

13. Березовська-Бригас В. В., Секун М. П. Моніторинг резистентності звичайної злакової попелиці до сучасних інсектицидів. Захист і карантин рослин. 2017. Вип. 63. С. 27–35.

14. Білецький Є. М. Теорія і технологія багаторічного прогнозу. Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття: матеріали міжнародної наук.-практ. конференції. Київ, 2004. С. 29–36.

15. Білецький Є. М., Станкевич С. В. Нелінійна динаміка популяцій комах. Режими із загостренням і можливість прогнозування. Харків: ХНАУ, 2017. С. 16–18.

16. Богдарина А. А. Физиологические основы действия инсектицидов на растение. Москва: Сельхозиздат, 1981. С. 178.

17. Бойко П. І., Фурманець М. Г. Вплив попередників на вологозабезпеченість і урожайність пшениці озимої у західному Лісостепу. ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ: Едельвейс. 2012. Вип. 1–2. С. 10–14.

18. Бондаренко Н. В. Биологическая защита растений. Москва. Агропромиздат. 1986. С. 277.

19. Бомба М. Я. Сучасні тенденції розвитку світового землеробства. Вісник НАН України. 2007. № 12. С. 34–40.

20. Борзих О. І., Ретьман С. В., Неверовська Т. М. Фітосанітарний стан агроценозів в Україні в умовах зміни клімату. Землеробство. Київ: ВП “Едельвейс”. 2015. Вип. 1. С. 93–97.

21. Борзих О. І., Круть М. В. База даних інноваційних розробок із захисту зернових культур в Україні. Захист і карантин рослин. 2019. Вип. 65. С. 3–14

22. Бровдій В. М. Біологічний захист рослин. Київ: Світ, 2004. С. 351.

23. Бублик Л. И. Теоретические основы и методы анализа пестицидов в объектах агроэкосистемы. Перший міжнародний симпозіум «Методи хім. аналізу»: тези доповіді. Київ: ВАТ УкрНДІСВД, 2002. С. 17.

24. Бублик Л. І., Чергіна О. Л., Гунчак В. Н. Моніторинг та екотоксичний ризик застосування хімічних засобів захисту зернових колосових культур в умовах Чернівецької області. Захист і карантин рослин. 2003. Вип. 49. С. 211–216.

25. Бурда Р. І. Порівняльний аналіз локальних фітобіот в оцінці агробіорізноманітності. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2005. Кн. 2. С. 592.

26. Васильев В. П. О концепции экономического порога вредности. Защита растений. 1989. № 1. С. 28–31.

27. Васильев В. П., Чайка В. О., Зацерківський В. О. Комплексний показник шкодочинності угруповання фітофагів на посівах сільськогосподарських культур. Захист рослин. 1997. № 6. С. 7.

28. Виблов Б. Р. Вплив погодних умов на ріст, розвиток та продуктивність озимої пшениці за різних строків сівби. Бюл. Ін.-ту зерн. госп. 2000. № 14. С. 22–24.

29. Викторов Г. А. Проблемы динамики численности насекомых (на примере вредной черепашки). Москва: Наука, 1967. С. 271.

30. Викторов Г. А. Трофическая и синтетическая теории динамики численности насекомых. Зоол. журн. 1971. № 50. Вып. 3. С. 361–372.

31. Висман Р. Проблема устойчивости насекомых. Приобретение насекомыми и клещами устойчивости к ядам. Москва. 1979. С. 19–33.

32. Витинский Ю. И. Прогнозы солнечной активности. Москва: АН СССР, 1963. С. 151.

33. Витинский Ю. И. Солнечная активность. Москва: Наука, 1983. С. 192.

34. Вожегова Р. А., Сергеев Л. А. Формування елементів насінневої продуктивності пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин в умовах Півдня України. Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. збірник. Херсон: Грінь Д.С., 2018. Вип. 69. С. 95–99.

35. Волкодав В. В. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. Охорона прав на сорти рослин: офіц. бюл. Київ, 2003. Т. 2., Ч. 3. С. 191–204.

36. Воронин К. Е. Биоценотическая роль энтомофагов в агроэкосистемах. Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства. Сб. тр. Всерос. съезда по защ. растений. СПб, 1997. С. 240–249.
37. Воронин К. Е., Павлюшин В. А., Вилкова Н. А. Биоценотические основы защиты растений от вредных членистоногих. XII съезд русского энтомологического общества: тезисы доклада. СПб, 2002. С. 70.
38. Гаврилюк В. М. Київські пшениці. Насінництво. 2009. № 7. С. 4–11.
39. Гаврилюк В. М. Особливості захисту сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб. Аграрний тиждень України. 2009. 5. С. 12.
40. Гаврилюк В. М. Стратегія великого хліба. Насінництво. 2010. № 7(91). С. 5–14.
41. Гаврилюк Л. Л., Круть М. В. Инновации в Украинском институте защиты растений. Защита и карантин растений. 2013. № 6. С. 9–10.
42. Гайфуллина Л. Р., Салтыкова Е. С., Николенко А. Г. Действие имидаклоприда на индивидуальную устойчивость медоносной пчелы (*Apis mellifera* L.). Агрохимия, 2017. № 2. С. 40–47.
43. Гар К. А. Методы испытания токсичности эффективности инсектицидов. Москва: Сельхозиздат, 1963. С. 288.
44. Гиляров А. М. Методологические проблемы современной экологии. Смена ведущих концепций. Природа. 1981. № 9. С. 96–103.
45. Гиляров А. М. Популяционная экология. Москва: МГУ. 1990. С. 191.
46. Гиляров М. С. Роль почвенных животных в круговороте веществ в биогеоценозах. Очередные задачи биогеоценологии и итоги работ биогеоценологического стационара. Львов, 1971. Ч. 1. С. 23–27.
47. Гиляров М. С. Биоценотические закономерности в агроценозах. Достижение биологии – продовольственное программме. Москва: Знание. 1984. С. 23–29.
48. Глушков А. В., Серга Є. Н., Бунякова Ю. Я. Хаос во временных рядах концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2009. Вип. 8. С. 223–238.

49. Гончарук О. М., Бавол А. В., Дубровна О. В. *Agrobacterium*–опосередкована трансформація in planta м'якої пшениці з використанням гена орнітинамінотрансферази. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2015. Т. 17. С. 131–135.

50. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Нікітіна О. В. Баланс азоту в ґрунті після тривалого застосування добрив у польовій сівоzmіні. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2017. Вип. 90. Ч. 1. С. 7–14.

51. Грабовец А. И., Фоменко М. А. Селекция на усиление экологической пластичности озимой пшеницы – одно из важнейших условий при создании высокопродуктивных сортов. Селекция і насінництво. Вип. 103. С. 15–23.

52. Григорьева Т. Г. К вопросу о формировании агроценозов. Пятая межвузовская зоогеографическая конф. Влияние антропогенных факторов на формирование зоогеогр. комплексов. 1970. Т. 1. С. 80–82.

53. Григорьева Т. Г. Некоторые аспекты формирования агроценозов. Синантропизация и domestикация животного населения. Москва, 1969. С. 92–94.

54. Григорьева Т. Г. Возникновение процессов саморегуляции в агробиоценозе при длительной монокультуре. Энтномол. обозрение. 1970. Т. 49. Вып. 1. С. 10–22.

55. Григорьева Т. Г. Особенности формирования вредной фауны на полях пшеницы и задачи защиты растений в целинных районах Северного Казахстана и Заволжья. Москва: Наука, 1965. Т. 50. С. 5–56.

56. Григорьева Т. Г. Формирование агробиоценозов в связи с освоением целинной степи и залежных земель. Вопросы защиты с.-х. культур от вредителей. Москва, 1968. С. 41–51.

57. Демидов О., Кочмарський В., Кавунець В. Строки сівби озимої пшениці: рекомендації та реалії. Пропозиція. 2016. № 10. С. 54–60.

58. Дмитренко В. П., Круківська А. В. Основи мезомасштабного агрокліматичного районування території на засадах математико-картографічного методу. Наук. праці УкрНДГМІ. 2005. Вип. 254 С. 135–152.

59. Довгань С. В. Моделі прогнозу розвитку та розмноження фітофагів: монографія. Херсон: Айлант, 2009. С. 208.

60. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. С. 351.
61. Долин В. Г. Определитель личинок жуков щелкунов фауны СССР. Киев: Урожай. 1978. С. 128.
62. Доля М. М., Покозій Й. Т., Мамчур Р. М. Фітосанітарний моніторинг. 2004. Київ: ННЦІАЕ. С. 249.
63. Доля М. М., Бондарева Л. М., Бортніцький О. В. Основні шкідники зернопродукції та способи регулювання їх чисельності. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2009. Вип. 36(1). С. 8–11.
64. Доля М. М., Кордулян Р. О. Періодичність масового розмноження шкідливих карантинних видів комах і прогноз їх поширення в Україні. Наукові доповіді НУБіП України. 2015. № 6. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_6_5.
65. Доля М. М., Ющенко Л. П., Варченко Т. П. Особливості застосування сучасних біологічних засобів захисту сільськогосподарських культур від шкідників у Лісостепу і Поліссі України. Сільськогосподарська мікробіологія. 2018. Вип. 27. С. 60–66.
66. Доля М. М., Мороз С. Ю., Ковальська А. Т. Особливості впливу сучасних біологічних ритмів на розвиток, розмноження і контроль чисельності шкідливих видів комах. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2019. № 6(82). Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2019_6_12.
67. Дробязко Р. В., Орлов В. В. Проблема резистентности к инсектицидам большой злаковой тли и ее энтомофагов. Мат. девятого совещания "Современное состояние проблемы резистентности вредителей, возбудителей болезней и сорняков в России и сопредельных странах на рубеже XXI века". СПб. 2000. С. 21–22.
68. Дружелюбова Т.С., Макарова Л.А. Погода и прогноз размножения вредных насекомых. Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. С. 84.
69. Дунаев Е. А. Методы эколого-энтомологических исследований. Москва: МосгорСЮН, 1997. С. 44.

70. Дядечко М. П., Падій М. М., Шелестова В. С. Біологічний захист рослин. Біла Церква, 2001. С 312.
71. Дядечко Н. П. Защита всходов пшеницы от мух. Защита раст. 1980. № 12. С. 45.
72. Дядечко Н. П. Кокци넌лиды Украинской ССР. Київ: АН УССР. Інститут ентомології і фітопатології, 1954. С. 153.
73. Емельянов И. Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем. Киев, 1999. С. 168.
74. Євтушенко М.Д. Сільськогосподарська ентомологія. Назви основних шкідників сільськогосподарських культур і лісових насаджень: навчальний посібник. Харків, 2010. С. 15.
75. Желязков О. І. Вплив агротехнічних прийомів вирощування на зернову продуктивність пшениці озимої по стерньовому попереднику. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2014. № 7. С. 133–139.
76. Жученко А. А. Проблемы адаптации в современном сельском хозяйстве. Сельхоз. Биол., 1993. № 5. С. 3–35.
77. Забуранна Л.В. Економічна ефективність виробництва зерна та шляхи її підвищення в сільськогосподарських підприємствах. Економіка АПК. 2014. № 3. С. 55–61.
78. Залевський А. О. Інтенсифікація технології вирощування зернових культур. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2006. Вип. 1(35). С. 22.
79. Зерова М. Д., Котенко А. Г., Толканич В. И. Атлас европейских насекомых-энтомофагов. Киев: Колобів, 2010. С. 56.
80. Зильберминц И. В. Методические указания по определению устойчивости вредителей, болезней сельскохозяйственных культур и энтомофагов к пестицидам. Москва: Колос, 1984. С. 20.
81. Зубков А. Ф. Агробіоценологічна фітосанітарна діагностика. СПб, 1995. С. 386.
82. Зубков А. Ф. Біоценологічна оцінка комплексної вредності організмів на польових культурах. Сельхоз. биол., 1989. № 3. С. 114–123.

83. Иванова О. М. Оценка влияния азотных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на типичном черноземе. Агрохимический вестник. 2012. № 5. С. 44–45.

84. Іващенко О. О., Іващенко О. О. Майбутнє системи захисту рослин, екологічні аспекти. Карантин і захист рослин. 2015. № 9. С. 1–4.

85. Идлис Г. М. Закономерная циклическая повторяемость скачков в развитии науки, коррелирующая с солнечной активностью. История и методология естественных наук. Москва: Изд-во МГУ. 1979. Вып. 22. С. 62—67.

86. Каптен Ю. Л. О классификации внутривидовых группировок насекомых-фитофагов. Бюл. ВНИИЗР, 1986. Вып. 63. С. 23–27.

87. Карпова В. Е. Роль жужелиц в снижении численности вредных насекомых на полях. Антропогенное воздействие на фауну почв. Москва, 1982. С. 91–96.

88. Керсфорова Л. Ю., Ташилов Х. С. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от вида и сочетания удобрений при разных дозах сроках их внесения. Зерновое хозяйство. 2007. № 5. С. 15–16.

89. Коваленков Б. Г. Формирование резистентности к инсектицидам в популяциях вредных членистоногих. XII съезд русского энтомологического общества. Тезисы доклада. СПб, 2002. С. 165–166.

90. Коваленков В. Г., Тюрина Н. М., Казадаева С. В. Биоценотические подходы преодоления резистентности к инсектоакарицидам вредных членистоногих. Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Краснодар, 2008. С. 495–496.

91. Ковецький В. М., Бублик Л. І. Екотоксикологічний моніторинг пестицидів. Київ: Мін. АПУ, 2002. С. 37–58.

92. Козак Г. П., Чайка В. М. На тлі зміни клімату: багаторічна динаміка чисельності шкідників озимини в Лісостепу. Карантин і захист рослин. 2005. № 6. С. 11–13.

93. Козак Г. П. Вплив екологічних чинників на стан популяцій комах-фітофагів озимої пшениці в Лісостепу України. Автореферат дис. на здобут. ступен. канд. с.-г. наук. Київ. С. 20.

94. Король И. Т., Сидляревич В. И., Таран Н. А., Свиридов А. В. Биологическая защита растений: учебник. Минск: Ураджай, 2000. С. 414.

95. Корхова М. М. Продуктивність сортів пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби та норм висіву в умовах Південного Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». Херсон, 2015. С. 15.

96. Косолапова Л. Г., Ковров Б. Г. Эволюция популяций. Дискретное математическое моделирование. Новосибирск: Наука, 1988. С. 93.

97. Коханець О., Остапюк В. Ефективність інсектицидів різного походження для захисту озимої пшениці від шкідників. Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія «Агрономія». 2014. № 18. С. 260–264.

98. Кравцов Ю. А. Фундаментальные и практические пределы предсказуемости. Пределы предсказуемости. Млсква: Центр Ком., 1997. С. 161–191.

99. Кришталь О. П. Комахи – шкідники сільськогосподарських рослин в умовах Лісостепу та Полісся України. Київ: Вид-во Київського ун-ту, 1959. С. 358.

100. Круть М. В. Злакові мухи – шкідники зернових культур. Харків ХДАУ. 1998. С. 72.

101. Кудряшов И. Н. Посевная мозаика. Агробизнес. 2003. № 5. С. 15–16.

102. Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Нелинейная динамика и проблемы прогноза. Весник РАН. 2001. Т. II. №3. С. 210–232.

103. Кучерявий В. П. Екологія. Львів: Світ, 2001. С. 500.

104. Левченко В. Ф., Старобогатов Я. И. Канализирующие факторы в эволюции биосферы. Тезисы международного симпозиума «Эволюция экосистем». Москва, 1995. С. 71.

105. Левченко В. Ф. Модели в теории биологической эволюции. СПб. Наука, 1993. С. 383.

106. Лисенко О. І., Чумаченко С. М., Чеканова І. В., Турейчук Л. М. Використання спостерігача Люенбергера для оцінки та прогнозування стану ускладненої агроєкосистеми із застосуванням математичного та комп'ютерного

імітаційного моделювання. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 2. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2005. С. 592.

107. Лисікова В., Гаврилянчик В., Шовгун О. Виробництву зерна – нові перспективні сорти. Пропозиція. 2009. № 9. С. 68–72.

108. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. Насінництво. 2010. № 6. С. 1–6.

109. Литвиненко М. А., Лифенко С. П. Вплив строків сівби і сублетальних зимових температур на виживаність та врожайність озимої пшениці. Вісник аграрної науки. 2004. № 5. С. 27–31.

110. Литвиненко М. А. Селекційне вдосконалення зернових культур. Вісник аграрної науки. 2006. № 12. С. 30–32.

111. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ “Українські технології”. 2006. С. 730.

112. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво [20 зернових культур]: навч. посіб. для студ. вищ. аграр. закл. освіти I–IV рівнів акредитації. Львів: Українські технології. 2008. С. 624.

113. Лихочвор В. В. Сівба в оптимальні строки: як не прогадати? Агробізнес сьогодні. 2016. № 18 (337). С. 38–40.

114. Лісовий М. П., Трибель С. О. Інтегрований захист. Основа сучасних технологій. Захист рослин. 1998. № 5. С. 3–4.

115. Лісовий М. П. Довідник із захисту рослин. Київ: Урожай, 1999. С. 744.

116. Лісовий М. П. Шляхи підвищення реалізації біологічного потенціалу врожайності сільськогосподарських культур. Вісник аграрної науки. 2003. № 9. С. 20–22.

117. Лісовий М. М., Чайка В. М. Ентомологічне різноманіття та його еколого-економічне значення. Агроєкологічний журнал. 2007. № 4. С. 18–24.

118. Лісовий М. М., Чайка В. М. Екологічна функція ентомологічного біорізноманіття. Фауна комах-фітофагів деревних і чагарникових насаджень Лісостепу України: монографія. Кам'янець-Подільський. Аксіома. 2008. С. 384.

119. Лісовий М. М., Сюткіна Н. Г., Вагалюк Л. В., Чайка В. М. Чисельність домінуючих видів ентомофауни герпетобіонтів у агроценозах Лісостепу за різних способів застосування інсектицидів. Агроєкологічний журнал. 2014. № 1. С. 43–49.

120. Лісовий М. М., Борзих О. І., Вагалюк Л. В. Методологія оцінювання сучасного стану різноманіття ентомофауни агроландшафтів України. Агроєкологічний журнал. 2015. № 2. С. 94–100.

121. Лісовий М. М. Особливості натурального (природного) захисту рослин для виробництва органічної продукції. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2015. Вип. 57. С. 137–143.

122. Лісовий М. М. Вплив інсектицидів за різних способів застосування на чисельність ентомофауни герпетобіонтів на пшениці озимій. Вісник аграрної науки. 2015. № 3. С. 22–24.

123. Лукашук Л. Я. Вплив зміни клімату на продуктивність пшениці озимої залежно від строків сівби. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2012. Вип. 9(24). С. 91–94.

124. Лютко Л. М. Особливості дії та післядії інсектицидів на комах-фітофагів автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 16.00.10 «Ентомологія». Київ, 2010. С. 20.

125. Ляшенко Г. В. Агрокліматичне районування України за тепловими ресурсами дня та ночі з урахуванням мезо- та мікроклімату. Проблемы материальной культуры. Географические науки. 2004. С. 16–21.

126. Макаров Л. Х., Скорий М. В. Агротехніка пшениці озимої в неполивних умовах півдня України: монографія. Херсон: Айлант, 2010. С. 240.

127. Малинецкий Г. Г. Синергетика, предсказуемость и детерминированный хаос. Пределы предсказуемости. Москва: Центр. Ком., 1997. С. 68–130.

128. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Современные проблемы нелинейной динамики. Москва: Едиториал УРСС, 2000. С. 336.

129. Мамчур Р. М., Іванова К. О., Доля М. М. Еколого-економічний моніторинг ефективності застосування ресурсоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур в Україні. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. Вип. 214. С. 164–170.

130. Маренич М. М., Тараненко С. В. Вплив бакових сумішей гербіцидів із карбамідом на урожайність пшениці озимої. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. 2009. № 59. С. 11-14.

131. Маренич М. М., Юрченко В. О. Вплив допосівної обробки насіння біологічно активними речовинами на ріст і розвиток рослин пшениці озимої на початкових стадіях. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 1–2. С. 38–42.

132. Мельниченко В. А. Економічна ефективність вирощування пшениці озимої в залежності від строків посіву та розвитку борошнистої роси. Сталій розвиток економіки. 2013. № 1. С. 196–199.

133. Михальська С. І., Комісаренко А. Г., Тищенко О. М. Розробка методів *Agrobacterium* – опосередкованої трансформації пшениці. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2015. С. 213–216.

134. Моисеев Н. Н. Универсум. Информация. Общество. Москва: Устойчивый мир, 2001. С. 200.

135. Муханова В. С. Агрозаходи – проти шкідників. Карантин і захист. 2007. № 8. С. 7-9.

136. Нетіс І. Т. Кореляційні зв'язки врожайності пшениці озимої і запаси вологи в ґрунті в різні фази розвитку рослин. Таврійський науковий вісник. 2016. Вип. 96. С. 98–103.

137. Нетіс І. Т. Посухи та їх вплив на посіви озимої пшениці. Херсон: Айлант, 2008. С. 252.

138. Николас Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение. Москва: Едиториал УРСС, 2003. С. 344.

139. Новоженев Ю. И., Михайлов Ю. Е. Полиморфизм в периферийных популяциях жесткокрылых насекомых (Coleoptera). Проблемы энтомологии в России. 1998. № 2. С. 56–57.

140. Новожилов К. В. Некоторые аспекты исследования в области энтомо- и фитотоксикологии. ВИЗР, 1972. Вып. 35. С. 3–22.

141. Новосельська Т. Г. Шкодочинність основних фітофагів озимої пшениці в Лісостеповій зоні України. Інтегрований захист на початку ХХІ сторіччя. Київ. 2004. С. 216–222.

142. Одум Ю. Экология: в 2-х т. Москва, 1986. Т. 1. С. 326.

143. Омелюта В. П., Григорович І. В., Чабан В. С., Підоплічко В. М., Каленич Ф. С. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Київ: Урожай. 1986. С. 292.

144. Орлов В. Н. Вредители зерновых колосовых культур. Москва: Печатный город, 2006. С. 104.

145. Орлов В. Н., Зеленская О. М. Эффективность протравителей против проволочников на пропашных культурах. Защита и карантин растений. 2018. № 1. С. 16–18.

146. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивний і продуктивний потенціал пшениці. Херсон: Айлант, 2002. С. 276.

147. Орлюк А. П. Прогнозування продуктивності сортів пшениці озимої інтенсивного типу за морфофізіологічними ознаками. Наукові праці. Кримський агротехнологічний університет. 2009. Вип. 127. С. 314–319.

148. Палий В. Ф. О количественных показателях при обработке фаунистических материалов. Зоологический журнал. 1961. Т. 40. № 1. С. 3–6.

149. Петріченко В. Ф., Земляний О. І. Озима пшениця: потепління і особливості захисту посівів в осінній період. Агроном. 2009. № 3. С. 56–61.

150. Петров В. М. Технічне забезпечення інноваційних технологій у рослинництві. Економіка АПК. 2013. № 2. С. 100.

151. Писаренко В. М., Пересипкін В. Ф. Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи. Полтава: Камелот. 2002. С. 188.

152. Писаренко В. М., Писаренко П. В. Захист рослин: Фітосанітарний моніторинг, методи захисту рослин, інтегрований захист рослин. Полтава, 2017. С. 256.

153. Писаренко В. М., Писаренко П. В. Органічне землеробство – землеробство ХХІ століття. Захист і карантин рослин. 2018. Вип. 64. С. 134–142.

154. Покозій, Й.Т., Писаренко В. М., Довгань С. В., Доля М. М., Писаренко П. В., Мамчур Р. М., Бондарєва Л. М., Пасічник Л. П. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур. Київ: Аграрна освіта. 2010. С. 223.

155. Полтавский А. Н. «Островки спасения» для насекомых как гармонии и биоразнообразия и равновесия в природе. Аграрный эксперт. 2005. № 1. С. 42–43.

156. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А. Вплив змін клімату на агрокліматичні умови вегетаційного періоду основних сільськогосподарських культур. Укр. гідрометеорол. журнал. 2017. № 20. С. 61–69.

157. Поляков И. Я. Прогноз распространения вредителей сельскохозяйственных культур. Ленинград: Колос, 1964. С. 326.

158. Поляков И. Я. Основные предпосылки теории защиты растений от вредителей. Энтномол. обзор. 1968. Вып. 47. С. 343–361.

159. Поляков И. Я. Логика этапов разработки проблемы прогнозов в защите растений. Тр. ВИЗР. 1976. Вып. 50. С. 5–23. 23.

160. Поляков И. Я., Танский В. И. Принципы и методы изучения современных агроэкосистем для обоснования путей управления ими. Пробл. защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. Москва: Колос, 1979. С. 221–227.

161. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. Москва: Прогресс, 1986. С. 432.

162. Прядко Ю.М. Особливості росту та розвитку рослин пшениці озимої в осінній період вегетації залежно від попередників і строків сівби. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2014. № 7. С. 143–147.

163. Пучков А. В. Жесткокрылые (Coleoptera) пшеничного поля степной зоны Украины: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.09. Киев, 1985. С. 20.

164. Расницын А. П. Динамика семейств насекомых и проблема мелового биоценотического кризиса. Осадочная оболочка Земли в пространстве и времени. Москва: Наука, 1989. С. 35–40.

165. Рославцева С. А., Перегуда Т. А. Механизм действия инсектоакарицидов и механизмы резистентности к ним. Итоги науки и техники. Энтомология. Москва, 1988. С. 7–62.

166. Саблук В. Т., Грищенко О. М., Калатур К. А., Половинчук О. Ю. Прогноз розвитку та розмноження шкідливої ентомофауни. Цукрові буряки. 2012. № 2-3. С. 27–29.

167. Саблук В. Т., Омелянович Р. В. Видовий склад та щільність ґрунтової ентомофауни за різних систем землеробства у Правобережному Лісостепу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрової буряків. 2017. Вип. 25. С. 124–130.

168. Саблук В. Т., Грищенко О. М., Смірних В. М. Збереження корисної ентомофауни за оптимізації використання інсектицидів. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрової буряків. 2018. Вип. 26. С. 35–41.

169. Саблук В. Т., Танчик С. П., Грищенко О. М., Омелянович Р. В. Формування шкідливої та корисної ентомофауни в агроценозах за різних систем землеробства. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрової буряків. 2019. Вип. 27. С. 31–38.

170. Сазонов А. П. Особенности взаимоотношений внутривредных вредителей и их кормовых растений: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук: спец. 03.098. Ленинград, 1971. С. 23.

171. Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства в контексті зміни клімату. Вісн. аграр. науки. 2008. № 11. С. 5–10.

172. Самерсов В. Ф., Яченя С. В., Бысова Т. Влияние удобрений на изменение количественной и качественной структуры энтомокомплекса озимого поля. Защита растений. Сборник научных трудов, 1986. Вып. XI. Белорус. НИИЗР С. 3–9.

173. Свидинюк І. М. Наукові основи формування високопродуктивних посівів зернових колоскових культур в інтенсивних технологіях вирощування. Посібник українського хлібороба. 2010. С. 166–179.

174. Секун Н. П., Кудель К. А., Сацюк О. С., Зильберминц И. В., Журавлева Л. М. К изучению потенциальной устойчивости злаковых тлей к инсектицидам. Защита растений. 1990. Вип. 37. С. 49–53.

175. Секун М. П. Фітофаги на пшениці. Шкодочинність домінуючих видів захист рослин. 1998. № 4. С. 6–7.

176. Секун М. П. Токсикологія сучасних інсектицидів та її проблеми. Захист та карантин рослин. 2004. № 50. С. 68–75.

177. Семеновский Ф. Н., Семенов С. М. Математическое моделирование экологических процессов. Ленинград: Гидрометеиздат. 1982. С. 68.

178. Сергеев М. Г. Вредные саранчовые России и сопредельных регионов: прошлое, настоящее, будущее. Защита и карантин растений. 2010. № 1. С. 18–22.

179. Сергеев М. Г. Итальянская саранча на юго-востоке Западной Сибири: вероятно нарастание численности. Защита и карантин растений. 2010. № 10. С. 38–39..

180. Сидоренко В. Г., Сурова Н. Г. Моделирование процессов формирования и трансформации фито- и мортмассы в оптимизированных агрофитоценозах. Экология. 2001. № 2. С. 113–116.

181. Силаев А. И., Гришечкина Л. Д., Чурикова В. Г. Эффективность применения инсектофунгицида Престиж для защиты зерновых культур от вредителей и болезней. Аграрный научный журнал. 2019. №7. С. 34–39.

182. Сич З. Д., Барабаш О. Ю. Технологічні особливості вирощування овочевих культур. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Поліссі України: моногр. у двох томах. Київ: Алефа, 2004. Т. 1. С. 528–538.

183. Сметанко О. В., Бурячковський В. Г. Ефективність біологічних фунгіцидів, стимуляторів росту, мікродобрив при застосуванні під озиму пшеницю. Вісник аграрної науки Південного регіону: міжвідомчий тематичний науковий збірник. С.-г. та біологічні науки. Одеса: РВА СМІЛ, 2009. Вип. 10. С. 100–107.

- 184.Смолінський С., Смолінська А., Марченко В. Технічні засоби моніторингу стану посівів. *Agroexpert*. 2012. № 9(50). С. 58–60.
185. Созінов О. О. Агробіорізноманіття України: теорія, методологів, індикатори, приклади. Київ: Нічлава, 2005. С. 384.
186. Стадницкий Г. В., Бортик А. М. Стадиальная теория динамики популяций насекомых. Доклады на 29-м ежегодном чтении. Ленинград: Наука, 1977. С. 44–65.
187. Стовбчатий В. М. Видове різноманіття комах (Insecta) в агроценозах України (експертна оцінка). Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 2. Київ: Нічлава, 2005. С. 428–436.
- 188.Стойко Н. Є. Характеристика природно-ресурсного потенціалу західного регіону України. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2010. № 17. С. 80–87.
- 189.Стригун О. О., Судденко Ю. М. Видовий склад шкідливої ентомофауни агробіоценозу пшениці озимої в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 15–18.
190. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Основи екології та охорони довкілля. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. С. 394.
191. Сухорученко Г. И. Резистентность вредных организмов к пестицидам – проблема защиты растений второй половины XX столетия в странах СНГ. *Вестник защиты растений*. 2001. № 1. С. 18–37.
- 192.Тарушкін І. Резистентність шкідливих організмів до пестицидів і шляхи її подолання. *Посібник українського хлібороба*. 2008. С. 38–39.
- 193.Танчик С. П. Ямковий В. Ю. Вплив агротехнічних заходів на біологічну активність ґрунту та продуктивність пшениці озимої в Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України*. 2010. Т. 145. С. 45–49.
- 194.Танчик С. П., Павлов О. С. Відтворення родючості ґрунту за різних систем землеробства. *Науковий вісник НУБіП України. Серія Агрономія*. 2013. 183 (2). С. 135–143.

195. Танчик С. П., Манько Ю. П., Бабенко А. І. Методологія диференційованої класифікації сучасних систем землеробства в Україні. Посібник українського хлібороба. 2013. Т. 1. С. 85–88.

196. Танчик С. П., Мокрієнко В. А., Моторний В. А. Продуктивність пшениці озимої залежно від строків сівби. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2014. № 2. С. 1–10.

197. Ткачик С. О. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернобобових та круп'яних на відмінність, однорідність і стабільність. Київ: ТОВ «Ніланд–ЛТД», 2014. С. 4–12.

198. Топчій Т. В. Стійкість сортів пшениці озимої м'якої проти шкідливої черепашки. Карантин і захист рослин. 2013. № 5. С. 1–3.

199. Трибель С. О. Стійким сортам – «зелене світло». Насінництво. 2006. № 1. С. 22–24.

200. Трибель С. О., Гетьман М. В., Грикун О. А. Стійкі сорти – радикальне вирішення проблеми захисту рослин. Захист і карантин рослин. 2006. Вип. 52. С. 71–89.

201. Трибель С. О. Екологізація захисту рослин (літературний огляд). Карантин і захист рослин. 2010. № 5. С. 16–20.

202. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб. Київ: Колобіг, 2010. С. 392.

203. Трибель С. О., Ретьман С. В., Борзих О. І., Стригун О. О. Стратегічні культури. Київ: Фенікс, Колобіг. 2012. С. 368.

204. Трибель С. О., Стригун О. О. Хімічний метод: успіхи – проблеми – перспективи. Захист і карантин рослин. 2013. Вип. 58. С. 263–276.

205. Трибель С. О., Стригун О. О. Захист рослин – реальний напрям збільшення виробництва рослинницької продукції. Захист і карантин рослин. 2014. Вип. 59. С. 324–336.

206.Трибель С. О., Стригун О.О., Гаманова О. М. Шкідливість внутрішньостеблових фітофагів зернових культур та методи захисту. Карантин і захист рослин. 2014. № 10–11. С. 1–5.

207.Трибель С. О., Стригун О.О., Гаманова О. М. Найпоширеніші в Україні пластинчастовусі фітофаги і їх шкідливість. Захист і карантин рослин. 2014. Вип. 60. С. 386–414.

208.Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. Москва: Прогресс, 1980. С. 326.

209. Ушкаренко В. О., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний аналіз урожайних даних польових дослідів із сільськогосподарськими культурами за ряд років. Таврійський науковий вісник. 2008. Вип. 61. С. 195–207.

210. Ушкаренко В. О., Андрусенко І. І., Пилипенко Ю.В. Екологізація землеробства і природокористування в Степу України. Таврійський науковий вісник. 2005. Вип. 38. С. 168–175.

211.Ушкаренко В. О., Рожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідів (зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. С. 448.

212.Фатєєв А. І., Мартиненко В. М., Собко М. Г. Продуктивність культур сівозміни і винос елементів живлення за різних систем удобрення та обробітку ґрунту. Вісник аграрної науки. 2016. № 3. С.11–14.

213.Федоренко А. В., Трибель С. О. Хлібні жуки. Київ: Колобіг. 2008. С. 96.

214.Федоренко В. П., Саблук В. Т., Трибель С. А. Прогноз развития вредителей. Сахарная свекла: производство и переработка. 1990. № 2. С. 40–45.

215.Федоренко В. П., Карлащук С. В. Ентомокомплекси в агробіоценозах зерно-бурякової сівозміни Центрального Лісостепу. Карантин і захист рослин. 2004. № 9. С. 5–7.

216.Федоренко В. П., Ткаленко Г. М., Конверська В. П. Біологічний захист – основа фітосанітарної оптимізації агроценозів. Український ентомологічний журнал. 2011. № 1. С. 9–22.

217.Федоренко В. П. Перспективи ентомологічних досліджень в Україні. Захист і карантин рослин. Київ: ІЗР НААН. 2014. Вип. 60. С. 415–425.

218. Хромяк В. М., Наливайко В. В. Ризики ведення рослинництва в умовах Північно–східного Степу в зв’язку зі зміною клімату. Вісник аграрної науки Причорномор’я. 2016. № 9. С. 17–24.

219. Чайка В. М., Лісовий М. П. Наукові основи моніторингу. Захист рослин. 2002. № 8. С. 2–3.

220. Чайка В. М. Предиктори ентомологічного прогнозу. Захист рослин. 2003. № 7. С. 10–11.

221. Чайка В. М. Чинники фітосанітарного стану. Захист рослин. 2003. № 4. С. 1–3.

222. Чайка В. М., Козак Г. П., Сядриста О. Б. Шкодочинність фітофагів на озимій пшениці в Лісостепу України в умовах глобального потепління клімату. Захист і карантин рослин. 2004. № 50. С. 21–28.

223. Чайка В. М. Екологічне обґрунтування прогнозу розповсюдження основних шкідників польових культур в агроценозах України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. с.-г. наук: спец. 03.00.1. Київ, 2004. С. 43.

224. Чайка, В. М., Сядриста, О. Б., Козак, Г. П. Багаторічна динаміка чисельності шкідників озимини в Лісостепу. Карантин і захист рослин. 2005. № 6. С. 11-13

225. Чайка В. Н., Борzych А. И., Неверовская Т. М., Конверская В. П. 2013. Многоядные вредители в агроценозах Украины и прогноз их развития. Защита и карантин растений. № 5. С. 45–49.

226. Чайка В. М., Гавей І. В., Неверовська Т. М. Динаміка чисельності шкідників пшениці озимої у Лісостепу України в умовах змін клімату. Захист і карантин рослин. 2014. Вип. 60. С. 444-451.

227. Черній А. М. Теоретичні основи і практичні аспекти контролю чисельності популяцій фітофагів. Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2004. С. 126–135.

228. Черній А. М. Управління популяціями комах на основі регуляції їх життєдіяльності. Весник зоології. 1998. № 9. С. 187–189.

229. Чернышев В. Б. Устойчивость естественного комплекса членистоногих агроэкосистемы. XII съезд русского энтомологического общества: тезисы доклада. СПб, 2002. С. 172–173.

230. Чернышев В. Б. Экологическая защита растений. Членистоногие в агроэкосистеме. Москва: МГУ, 2001. С. 136.

231. Швартау В. В., Дубовой А. В. Применение физиологии в селекции пшеницы. Киев: Логос, 2007. С. 492.

232. Шварц С. С. Экологические закономерности эволюции. Москва: Наука, 1980. С. 278.

233. Шевченко А. И. Озимые зерновые: технологические перспективы. Агровісник України. 2008. № 8. С. 28–32.

234. Шелепов В. В., Чебаков Н. Н., Вергунов В. А., Кочмарский В. С. Пшеница: история, морфология, биология, селекция. Киев: МИП им. В. Н. Ремесла, 2009. С. 543.

235. Шелудько А. Д. О вредоносности пшеничной мухи на озимой пшенице. Защита зерновых от вредителей и болезней при интенсивных технологиях. Днепропетровск, 1989. С. 138–145.

236. Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции. МоскваЛенинград: Изд-во АН СССР, 1946. 396 С. 31.

237. Штерншис М. В. Биологическая защита растений. Москва: Колос, 2004. С. 264.

238. Штерншис М. В., Джалилов Ф. С., Андреева И. В. Биопрепараты в защите растений. Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2003. С. 140.

239. Abid, M., Ali, S., Qi, L. K., Zahoor, R., Tian, Z., Jiang, D., Dai, T. (2018). Physiological and biochemical changes during drought and recovery periods at tillering and jointing stages in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Scientific Reports*, 8(1), 4615.

240. Abtew, A., Niassy, S., Affognon, H., Subramanian, S., Kreiter, S., Garzia, G. T., & Martin, T. (2016). Farmers' knowledge and perception of grain legume pests and their management in the eastern province of Kenya. *Crop Protection*, 87, 90-97.

241. Adid N., Maqbool A., Malik K. (2014). Screening commercial wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties for *Agrobacterium* mediated transformation ability. *Pakistan J. of Agricult. Sci.*, 51(1), 83–89.
242. Ahlawat, I. P. S., Gangaiah, B., & Singh, I. P. (2005). Pigeonpea (*Cajanus cajan*) research in India - an overview. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 75(6), 309–320.
243. Ahmad A., Zhong H., Wang W., Stiklen M. (2002). Shoot apical meristem: *in vitro* regeneration and morphogenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.). *In vitro Cellular Developmental Biology Plant*, 38, 163–167.
244. Akotsen-Mensah, C., Balusu, R. R., Anikwe, J., & Fadamiro, H. Y. (2017). Evaluating potential trap crops for managing leaf-footed (hemiptera: Coreidae) and phytophagous stink bug (hemiptera: Pentatomidae) species in peaches. *Agricultural and Forest Entomology*, 19(3), 332–340.
245. Alteper F., Varshney A., Aderhalden O., Douchkov D., Sautter C., Kumlehn J., Dudler R., Schweizer P. (2005). Stable Expression of a Defense-Related Gene in Wheat Epidermis under Transcriptional Control Pathogen Resistance. *Plant. Mol. Biol.*, 57, 271–283.
246. Ambus, P., Jensen, E. S., & Robertson, G. P. (2001). Nitrous oxide and N-leaching losses from agricultural soil: Influence of crop residue particle size, quality and placement. *Phyton - Annales Rei Botanicae*, 41(3), 7–15.
247. Andersson, A. A. M., Dimberg, L., Åman, P., & Landberg, R. (2014). Recent findings on certain bioactive components in whole grain wheat and rye. *Journal of Cereal Science*, 59(3), 294–311.
248. Arasu, M. V., Esmail, G. A., Al-Dhabi, N. A., & Ponmurugan, K. (2016). Managing pests and diseases of grain legumes with secondary metabolites from actinomycetes. *Plant growth promoting actinobacteria: A new avenue for enhancing the productivity and soil fertility of grain legumes*, 83–98.
249. Arthur, F. H. (2016). Efficacy of methoprene for multi-year protection of stored wheat, brown rice, rough rice and corn. *Journal of Stored Products Research*, 68, 85–92.

250. Baklawa, M., Niere, B., & Massoud, S. (2017). Influence of temperature and storage conditions on the hatching behavior of cereal cyst nematodes (*Heterodera avenae* Wollenweber) from Egypt. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 124(3), 213–225.

251. Banik, P., Pramanik, P., Sarkar, R. R., Bhattacharya, S., & Chattopadhyay, J. (2007). A mathematical model on the effect of *M. denticulata* weed on different winter crops. *BioSystems*, 90(3), 818–829.

252. Bankina, B., Gaile, Z., Balodis, O., Bimšteine, G., Katamadze, M., Kreita, D., Priekule, I. (2014). Harmful winter wheat diseases and possibilities for their integrated control in Latvia. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 64(7), 615–622.

253. Barbottin A., Lecomte C., Bouchard C., Jeuffroy M. H. (2005). Nitrogen Remobilization during Grain Filling in Wheat. Genotypic and Environmental Effects. *Crop. Sci.*, 45, 1141–1150.

254. Bedini, S., Bougherra, H. H., Flamini, G., Cosci, F., Belhamel, K., Ascrizzi, R., & Conti, B. (2016). Repellency of anethole- and estragole-type fennel essential oils against stored grain pests: The different twins. *Bulletin of Insectology*, 69(1), 149–157.

255. Bennudex L., Hawkins C. A., Taylor A. M., & Beadle D. J. (1991). Actions of insecticides on the insect GABA receptors complex. *J. Recept. Res.*, 11, 221–232.

256. Bilgin M., Dedeolu D., Omirulleh S., Peres A., Engler G., Inze D., & Dudits D. (1999). Cell Division and S-phase-Dependent Activity of Wheat Histone H4 Promoter in Transgenic Maize Plants. *Plant Sci*, 143, 35–44.

257. Blackshaw, R. E., & Molnar, L. J. (2008). Integration of conservation tillage and herbicides for sustainable dry bean production. *Weed Technology*, 22(1),

258. Blackshaw, R.E., Hao, X., Harker, K. N., O'Donovan, J. T., Johnson, E. N., & Vera, C. L. (2011). Barley productivity response to polymer-coated urea in a no-till production system. *Agron. J.*, 103, 1100–1105. doi:10.2134/agronj2010.0494.

259. Blacque're, T., Smagghe, G., van Gestel, C. A. M., & Mommaerts, V. (2012). Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicol*, 21, 973–992.

260. Blanco-Canqui, H., Stephenson, R. J., Nelson, N. O., & Presley, D. R. (2009). Wheat and sorghum residue removal for expanded uses increases sediment and nutrient loss in runoff. *Journal of Environmental Quality*, 38(6), 2365–2372.
261. Blažková, V., & Bartoš, P. (2002). Virulence pattern of european bunt samples (*tilletia tritici* and *T. laevis*) and sources of resistance. *Cereal Research Communications*, 30(3-4), 335–342.
262. Bøsem Baillod, A., Tscharrntke, T., Clough, Y., & Batáry, P. (2017). Landscape-scale interactions of spatial and temporal cropland heterogeneity drive biological control of cereal aphids. *Journal of Applied Ecology*, 54(6), 1804-1813.
263. Botrel D. G. (1977). Cotton insect pests management. *Ann. Rev. Entomol.*, 22, 451–481.
264. Brar, G. S., Dhariwal, R., & Randhawa, H. S. (2018). Resistance evaluation of differentials and commercial wheat cultivars to stripe rust (*puccinia striiformis*) infection in hot spot regions of canada. *European Journal of Plant Pathology*, 152(1), 269.
265. Brueck, H., & Lammel, J. (2016). Impact of fertilizer N application on the grey water footprint of winter wheat in a NW-european temperate climate. *Water (Switzerland)*, 8, 356. doi: 10.3390/w8080356.
266. Bürger, J., & Gerowitt, B. (2009). Pesticide use patterns in winter wheat and oil seed rape in north east germany. *Gesunde Pflanzen*, 61(1), 11-17.
267. Cahill, S., Osmond, D., Weisz, R. & Heiniger, R. (2010). Evaluation of alternative nitrogen fertilizers for corn and winter wheat production. *Agron. J.*, 102, 1226–1236; doi:10.2134/agronj2010.0095.
268. Cambria, D., Vázquez-Rowe, I., González-García, S., Moreira, M. T., Feijoo, G., & Pierangeli, D. (2016). Comparative life cycle assessment study of three winter wheat production systems in the european union. *Environmental Engineering and Management Journal*, 15(8), 1755–1766.
269. Carberry, P. S., Meinke, H., Poulton, P. L., Hargreaves, J. N. G., Snell, A. J., & Sudmeyer, R. A. (2002). Modelling crop growth and yield under the environmental changes induced by windbreaks. 2. Simulation of potential benefits at selected sites in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42(6), 887–900.

270. Chavalle, S., Censier, F., San Martin y Gomez, G., & De Proft, M. (2015). Protection of winter wheat against orange wheat blossom midge, *sitodiplosis mosellana* (g hin) (diptera: Cecidomyiidae): Efficacy of insecticides and cultivar resistance. *Pest Management Science*, 71(5), 783–790.

271. Chebotar, S. V., & Sivolap, I. M. (2001). Differentiation, identification and development of database of *T. aestivum* L. varieties of ukrainian selection on the basis of sequence-tagged analysis of microsatellite repeats. [Differentiatsiia, identifikatsiia i sozdanie bazy dannykh sortov *T. aestivum* L. ukrainskoi selektsii na osnove STMS-analiza]. *Tsitologiya i Genetika*, 35(6), 18–27.

272. Clayson, P. J., Michaud, J. P., & van Emden, H. F. (2014). Antibiosis in wheat interacts with crowding stress to affect *metopolophium dirhodum* development and susceptibility to malathion. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 153(2), 106–113.

273. Cociu, A. I. (2010). Tillage system effects on input efficiency of winter wheat, maize and soybean in rotation. *Romanian Agricultural Research*, (27), 81–87.

274. Cociu, A. I., Zaharia, G. V., & Constantin, N. (2010). Tillage system effects on water use and grain yield of winter wheat, maize and soybean in rotation. *Romanian Agricultural Research*, (27), 69–80.

275. Colin, M. E., Bonmatin, J. M., Moineau, I., Gaimon, C., Brun, S., & Vermandere J. P. (2004). A method to quantify and analyze the foraging activity of honey bees: relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides. *Arch. Environ. Contam. Toxicol*, 47, 387–395.

276. Cook, R. T., Bailey, S. E. R., & McCrohan, C. R. (1997). The potential for common weeds to reduce slug damage to winter wheat: Laboratory and field studies. *Journal of Applied Ecology*, 34(1), 79–87.

277. Cracknell, R. L., & Williams, R. M. (2015). Wheat: Grading and segregation. *Encyclopedia of food grains: Second edition*, 1–8.

278. Crane, J. M., & Bergstrom, G. C. (2014). Spatial distribution and antifungal interactions of a bacillus biological control agent on wheat surfaces. *Biological Control*, 78, 23–32.

279. Croft B. (1982). Arthropod resistance to insecticides: A key to pest control failures and successes in North American apple orchards. *Entomol. exper. appl.*, 31(2). 88–110.

280. Czaban, J., Księżniak, A., Wróblewska, B., & Paszkowski, W. L. (2004). An attempt to protect winter wheat against *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* by the use of rhizobacteria *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus mycoides*. *Polish Journal of Microbiology*, 53(2), 101–110.

281. Dai, X., Wang, Y., Dong, X., Qian, T., Yin, L., Dong, S., . . . He, M. (2017). Delayed sowing can increase lodging resistance while maintaining grain yield and nitrogen use efficiency in winter wheat. *Crop Journal*, 5(6), 541–552.

282. Dagli F. & Tun. I. (2008). Insecticide resistance in *Frankliniella occidentalis*: Corroboration of laboratory assays with field data and cross-resistance in a cypermethrin-resistant strain. *Phytoparasitica*, 36(4), 352–359.

283. Decourtye, A., & Devillers, J. (2010). Ecotoxicity of neonicotinoid insecticides to bees. *Insect nicotinic acetylcholine receptors, 1st edn. Ed. Thany S.H. N.Y.: Springer*, 85–95.

284. Delin, S., Nyberg, A., Lindén, B., Ferm, M., Torstensson, G., Lerenius, C., & Gruvaeus, I. (2008). Impact of crop protection on nitrogen utilisation and losses in winter wheat production. *European Journal of Agronomy*, 28(3). 361–370.

285. Denef, K., Six, J., Paustian, K., & Merckx, R. (2001). Importance of macroaggregate dynamics in controlling soil carbon stabilization: Short-term effects of physical disturbance induced by dry-wet cycles. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(15). 2145–2153..

286. Dent D. Insect pest management. Redwood. Wiltshire. UK. 1991.

287. DeVuyst, E. A., Edwards, J., Hunger, B. & Weaver, L. (2014). Insecticide and fungicide wheat seed treatment improves wheat grain yields in the US southern plains. *Crop Management*. T. 13, №. 1. doi:10.2134/CM-2013-0039-RS

288. Dissemmond, A. (2000). Plant protection in cereals and winter oil seed rape: What has to be considered? *Gesunde Pflanzen*, 52(2-3), 71–74.

- 289.Dorn, B., Stadler, M., Van Der Heijden, M., & Streit, B. (2013). Regulation of cover crops and weeds using a roll-chopper for herbicide reduction in no-tillage winter wheat. *Soil and Tillage Research*, 134, 121–132.
- 290.Eitzinger, J., Žalud, Z., Alexandrov, V., Van Diepen, C. A., Trnka, M., Dubrovský, M., & Oberforster, M. (2001). A local simulation study on the impact of climate change on winter wheat production in north-eastern austria. *Bodenkultur*, 52(4), 199–212.
- 291.EL Jarroudi, M., Kouadio, L., Beyer, M., Junk, J., Hoffmann, L., Tychon, B., & Delfosse, P. (2015). Economics of a decision-support system for managing the main fungal diseases of winter wheat in the grand-duchy of luxembourg. *Field Crops Research*, 172, 32–41.
- 292.El-Wakeil, N. E., Abdel-Moniem, A. S. H., Gaafar, N., & Volkmar, C. (2013). Effectiveness of some insecticides on wheat blossom midges in winter wheat. *Gesunde Pflanzen*, 65(1), 7–13.
- 293.El-Wakeil, N., & Volkmar, C. (2013). Monitoring of wheat insects and their natural enemies using sticky traps in wheat. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 46(13), 1523–1532.
- 294.El-Wakeil, N., & Volkmar, C. (2013). Efficacy of entomopathogenic nematodes against the frit fly *oscineella frit* (L.) (diptera: Chloropidae) on spring wheat. *Journal Fur Kulturpflanzen*, 65(1), 9–18.
- 295.Feng, L., Wu, W., Chen, X., Tian, L., Cai, X., & Su, G. (2010). Diseases and insect pests area monitoring for winter wheat based on HJ-CCD imagery. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 26(7), 213–219.
- 296.Fresko L. O. (1995). From protecting crops to protecting agriculture production systems. *Europ. J. of Plant Pathology*. XIII Int. Plant Protect Congress. The Hague, the Netherlands. *Abstracts*, 33–34.
- 297.Galvez, L., Douds Jr., D. D., & Wagoner, P. (2001). Tillage and farming system affect AM fungus populations, mycorrhizal formation, and nutrient uptake by winter wheat in a high-P soil. *American Journal of Alternative Agriculture*, 16(4), 152–160.
- 298.Gao, W., Zheng, Y., Slusser, J., & Grant, R. (2004). Effect of enhanced UV-B radiation combined with other climate stressors on winter wheat. Paper presented at

the Proceedings of SPIE - the International Society for Optical Engineering, 5545, 111–116.

299. Garbrecht, J. D., Nearing, M. A., Steiner, J. L., Zhang, X. J., & Nichols, M. H. (2015). Can conservation trump impacts of climate change on soil erosion? an assessment from winter wheat cropland in the southern great plains of the united states. *Weather and Climate Extremes*, 10, 32–39.

300. Georgiou, P. (2009). Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. *Journal of Economic Entomology*, № 3. 319–322.

301. Girvin, J., Whitworth, R. J., Rojas, L. M. A., & Smith, C. M. (2017). Resistance of select winter wheat (*triticum aestivum*) cultivars to *rhopalosiphum padi* (hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 110(4), 1886–1889.

302. Gonzalez-Sanchez, E. J., Ordonez-Fernandez, R., Carbonell-Bojollo, R., VerozGonzalez, O., & Gil-Ribes, J. A. (2012). Meta-analysis on atmospheric carbon capture in Spain through the use of conservation agriculture. *Soil Tillage Res.* 122, 52–60.

303. Győri, Z. (2017). Evaluation of the mineral content of winter wheat in light of/as a result of the new studies. *Elelmiszervizsgalati Kozlemenyek*, 63(2), 1519–1534.

304. Hamer, W. B., Verreet, J., & Duttman, R. (2016). Spatial prediction of the infestation risks of winter wheat by the pathogen *blumeria graminis* F. sp. *tritici* (powdery mildew) in schleswig-holstein using semi-empirical and machine learning techniques. *Gis.Science - Die Zeitschrift Fur Geoinformatik*, 4, 140–148.

305. Hossen, D. C., Corrêa Júnior, E. S., Guimarães, S., Nunes, U. R., & Galon, L. (2014). Chemical treatment of wheat seeds. [Tratamento químico de sementes de trigo] *Pesquisa Agropecuaria Tropical*, 44(1), 104–109.

306. Jaffuel, G., Blanco-Pérez, R., Büchi, L., Mäder, P., Fließbach, A., Charles, R., Campos-Herrera, R. (2017). Effects of cover crops on the overwintering success of entomopathogenic nematodes and their antagonists. *Applied Soil Ecology*, 114, 62-73.

307. Janczak, C., Pruszyński, S. & Bubniewicz, P. (2018). Winter wheat protection against diseases and pests in conventional programme of crop protection and in integrated pest management. *Plant protection science*, 38, 221–226/

308.Javůrek, M., & Šimon, J. (2001). The influence of stand establishment and site conditions on grain yield of winter wheat. *Rostlinna Vyroba*, 47(11), 513–519.

309.Jiang, M., Liu, T., Huang, N., Shen, X., Shen, M., & Dai, Q. (2018). Effect of long-term fertilisation on the weed community of a winter wheat field. *Scientific Reports*, 8(1). 1–7. doi: 10.1038/s41598-018-22389-4.

310.Juroszek, P., & Von Tiedemann, A. (2015). Linking plant disease models to climate change scenarios to project future risks of crop diseases: A review. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 122(1), 3–15.

311. Kenmore R. (1991). Indonesia's Integrated Pest Management – a Model for Asia. Intercountry Programme for Integrated Pest control in Rice in South and South-East Asia. *FAO*, 56.

312.Kertész, A., Madarász, B., Csepinszky, B., & Benke, S. (2010). The role of conservation agriculture in landscape protection. *Hungarian Geographical Bulletin*, 59(2), 167–180.

313.Klimetzek, D. (1976). Insektenvermehrungen und Sonnen flecken. *Forst. Wissensch. Cenbriff*. 226–238.

314. Kovalchik N., Li M., Witter F., Reid N., Singh R., Shirley N., &Ismagul A. (2010). Defensin Promoters as Potential Tools for Engineering Disease Resistance in Cereal Grains. *Plant Biotechnol J.*,8, 47–64.

315.Kovalchuk N., Smith J., Pallota M., Singh R., Ismagul A., Eliby S., Bazanova N., Milligan A.S., Hrmova M., Langridge P., & Lopato S. (2009). Characterization of wheat endosperm transfer cell-specific protein TaPR60. *Plant. Mol. Biol*, 71, 81–98.

316.Knutson, A. E., Giles, K. L., Royer, T. A., Elliott, N. C., & Bradford, N. (2017). Application of pheromone traps for managing hessian fly (diptera: Cecidomyiidae) in the southern great plains. *Journal of Economic Entomology*, 110(3), 1052–1061.

317.Kulaglic, A., & Berk Ustundag, B. (2016). Neural network with wavelet preprocessing for wheat growth stage estimation. Paper presented at the 2016 5th International Conference on Agro-Geoinformatics. 2016. doi: 10.1109/Agro-Geoinformatics.2016.7577618..

- 318.Landis, D., Gardiner, M., & Tompkins, J. (2012). Using native plant species to diversify agriculture. *Biodiversity and insect pests, key issues for sustainable management*, 276–292.
- 319.Langridge P., Brettschneider R., Lazzeri P., & Lorz H. (2002). Transformation of cereals *via* *Agrobacterium* and the pollen pathway: a critical assessment. *Plant J.*, 2, 631–638.
- 320.Li, N., Sun, Y., Wan, L., & Ren, L. (2017). Estimating soil hydraulic parameters by inverse modeling with PEST. *Vadose Zone Journal*, 16(11). 51. doi: 10.2136/vzj2017.02.0042.
- 321.Li, Z., Li, S., Wu, W., Shao, M., & Zhang, X. (2006). Grain-filling characters of different genotype winter wheat under nitrogen fertilization in semi-humid area of south loess plateau. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 17(1), 75–79.
- 322.Lonsdale D., Lindup S., Moisan L., & Harvey A. (1998). Using firefly luciferase to identify the transition from transient to stable expression in bombarded wheat scutellar tissue. *Physiologia Plantarum*, 102, 447–453.
- 323.Luo, M., Kong, X., Huo, N., Zhou, R., & Jia, J. (2002). Gene expression profiling related to powdery mildew resistance in wheat with the method of suppression subtractive hybridization. *Chinese Science Bulletin*, 47(23), 1990–1994.
- 324.Macholdt, J., & Honermeier, B. (2017). Yield stability in winter wheat production: A survey on german farmers' and advisors' views. *Agronomy*, 7(3). 45. doi: 10.3390/agronomy7030045
- 325.Malschi, D., Ivaş, A. D., & Ignea, M. (2012). Wheat pests control strategy according to agro-ecological changes in transylvania. *Romanian Agricultural Research*, 29, 367–377.
- 326.Malschi, D., Tăraş, A. D., Kadar, R., Tritean, N., & Cheţan, C. (2015). Climate warming in relation to wheat pest dynamics and their integrated control in transylvanian crop management systems with no tillage and with agroforestry belts. *Romanian Agricultural Research*, 32, 1–11.
- 327.Maxwell R. C. (1960). Increased production of pea aphids on broad beans treated with 2,4-D. *Harwood I Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 53, 199–205.

328. Mohamed Baka, Z. A. (2014). Plant extract control of the fungi associated with different egyptian wheat cultivars grains. *Journal of Plant Protection Research*, 54(3), 231–237.
329. Mojahed, S., Razmjou, J., & Golizadeh, A. (2013). Resistance and susceptibility of some wheat cultivars and lines to greenbug, schizaphis graminum rondani (homoptera: Aphididae). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(4), 714–720.
330. Moore N. W. (1971). Pesticides and wildlife. Council of Europe. *Publ. Resolution* 24, 12–25.
331. Mouron, P., Calabrese, C., Breitenmoser, S., Spycher, S., & Baur, R. (2016). Sustainability assessment of plant protection strategies in swiss winter wheat and potato production. *Agriculture* , 6(3). doi: 10.3390/agriculture6010003.
332. Motavalli, P. P., Nelson, K. A., & Bardhan, S. (2012). Development of a variable-source N fertilizer management strategy using enhanced-efficiency N fertilizers. *Soil Sci.*, 177, 708–718; doi:10.1097/SS.0b013e31827dddc1.
333. Ogawa T., Kawahigashi H., Toki S., & Handa H. (2008). Efficient transformation of wheat by using a mutated rice acetoacetate synthase as a selectable marker. *Plant Cell Reports*, 27, 1325–1331.
334. Oszvald M., Kang T., Tomoskozi S., & Yang M. (2008). Expression of cholera toxin B subunit in transgenic rice endosperm. *Mol. Biotechnol*, 40, 261–268.
335. Ouellet F., Vazquez-Tello A., & Sarhan F. (1998). The wheat *Wes120* promoters is cold-inducible in both monocotyledonous and dicotyledonous species. *FEBS Lett.*, 423, 324–328.
336. Patnaik D., & Khurana P. (2003). Genetic transformation of Indian bread (*T. estivum*) and pasta (*T. durum*) wheat by particle bombardment of mature embryo-derived calli. *BMC Plant Biology*, 3, 5.
337. Pérez-Ruiz, M., Gonzalez-de-Santos, P., Ribeiro, A., Fernandez-Quintanilla, C., Peruzzi, A., Vieri, M. & Agüera, J. (2015). Highlights and preliminary results for autonomous crop protection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 110, 150–161.

338. Pesaro, M., & Widmer, F. (2006). Identification and specific detection of a novel pseudomonadaceae cluster associated with soils from winter wheat plots of a long-term agricultural field experiment. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(1), 37-43.
339. Piston F., Marin S., Hernando, A., & Barro, F. (2009). Analysis of the activity of a gamma-gliadin promoter in transgenic wheat and characterization of gliadin synthesis in wheat by MALDI-TOF during grain development. *Mol. Breed*, 23, 655–667.
340. Plapp, F. W., & Wang, T. C. (2016). Genetic origins of insecticide resistance. Pest resistance to pesticides. *Proc. US. Japan Coop. Sci. Progr. Seminar. California*, 31–35.
341. Potrykus, I. (1991). Gene transfer to plants: assessment of published approaches and results. *Annual Rev. of Plant Physiol. and Plant Mol. Biol.*, 42, 205–225.
342. Protic, R., Todorovic, G., & Protic, N. (2011). Effects of winter wheat seed protection against *tilletia tritici* on the grain yield. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(5), 628–632.
343. Przetakiewicz A., Karas A., Orczyk W. & Nadolska-Orczyk A. (2004). Agrobacterium-mediated transformation of polyploidy cereals: The efficiency of selection and transgene expression in wheat. *Cell and Mol. Biol. Lett.*, 9, 903–917.
344. Qu, B., Meng, F., Qi, M. Guan, G., Kuang, X., & Chen, J. (2007). Growth and carbon sequestration of winter wheat at its tillering stage in high yield farm ecosystem of north china. *Chinese Journal of Ecology*, 26(1), 25–30.
345. Raja N., Bano A., Rashid H., Chaudhry Z. & Ilyas N. (2010). Improving Agrobacterium-mediated transformation protocol for integration of Xa21 gene in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan J. of Bot.*, 42(5), 3613–3631.
346. Rasco-Gaunt S., Riley A., Cannel M., Barcelo P. & Lazzeri P. (2001). Procedures allowing the transformation of a range of European elite wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties via particle bombardment. *J. of Exp. Bot*, 52, 865–874.
347. Rashid H., Afzal A., Khan M., Chaudhry Z. & Malik S. A. (2010). Effect of bacterial culture density and acetosyringone concentration on Agrobacterium mediated transformation in wheat. *Pakistan J. of Bot*, 42, 4183–4189.

348. Rashid U., Ali S., Ali G., Ayub N. & Masood M. (2009). Establishment of an efficient callus induction and plant regeneration system in Pakistani wheat (*Triticum aestivum*) cultivars. *Electronic J. of Biotechnol*, 12, 4–5.
349. Razzaq A., Hafiz I., Mahmood I. & Hussain A. (2011). Development of in planta transformation protocol for wheat. *African J. of Biotechnol*, 10(5), 740–750.
350. Renkema, J. M., Difonzo, C. D., Smith, J. L., & Schaafsma, A. W. (2015). Effect of european chafer larvae (coleoptera: Scarabaeidae) on winter wheat and role of neonicotinoid seed treatments in their management. *Journal of Economic Entomology*, 108(2), 566–575.
351. Rezaei, E. E., Siebert, S., Hüging, H., & Ewert, F. (2012). Climate change effect on wheat phenology depends on cultivar change. *Scientific Reports*, 8 (1). doi: 10.1038/s41598-018-23101-2.
352. Rivers, A., Mullen, C., Wallace, J., & Barbercheck, M. (2017). Cover crop-based reduced tillage system influences carabidae (coleoptera) activity, diversity and trophic group during transition to organic production. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 32(6), 538–551.
353. Rosen, D. (1990). World crop pests: armored scale insects – their biology, natural enemies and control. *Elsevier Scientific Publishers.*, 2, 800.
354. Ryan, P., Raman, H., Gupta, S., Sasaki, T., Yamamoto, Y. & Delhaize, E. (2010). The multiple origins of aluminium resistance in hexaploid wheat include *Aegilops tauschii* and more recent cis mutations to TaALMT1. *Plant J.*, 64, 446–455.
355. Sadaf, J., Shah, G. A., Shahzad, K., Ali, N., Shahid, M., Ali, S., Rashid, M. I. (2017). Improvements in wheat productivity and soil quality can accomplish by co-application of biochars and chemical fertilizers. *Science of the Total Environment*, 607-608, 715-724.
356. Sarker R. & Biswas A. (2002). In vitro plantlet regeneration and Agrobacterium-mediated genetic transformation of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Tissue Culture*, 12(2), 155–165.
357. Sawahel, W. & Hassan, A. (2002). Generation of transgenic wheat plants producing high levels of the osmoprotectant proline. *Biotechnol. Lett.*, 24(9). 721–725.

358. Segerer, A., & Rosenkranz, E. (2018). Das grosse Insektensterben. Was es bedeutet und was wir jetzt tun müssen. *Oecom-Verlag.*, 208.
359. Sehgal, B., Subramanyam, B., Arthur, F. H., & Gill, B. S. (2013). Variation in susceptibility of field strains of three stored grain insect species to spinosad and chlorpyrifos-methyl plus deltamethrin on hard red winter wheat. *Journal of Economic Entomology*, 106(4), 1911–1919.
360. Shaw, D., & Gray, J. (2011). Visualisation of stomules in transgenic wheat expressing a plastid-targeted yellow fluorescent protein. *Planta*, 233, 961–970.
361. Shi, Y., Huang, W., Luo, J., Huang, L., & Zhou, X. (2017). Detection and discrimination of pests and diseases in winter wheat based on spectral indices and kernel discriminant analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 141, 171–180.
362. Smith, H. S. (1954). Insect control and the balance of nature. *Sci. Amer.*, 190(6), 38–92.
363. Sønderskov, M., Fritzsche, R., de Mol, F., Gerowitt, B., Goltermann, S., Kierzek, R. & Rydahl, P. (2015). DSSHerbicide: Weed control in winter wheat with a decision support system in three south baltic regions - field experimental results. *Crop Protection*, 76, 15–23.
364. Song, Y., & Zhao, Y. (2012). Effects of drought on winter wheat yield in north china during 2012-2100. *Acta Meteorologica Sinica*, 26(4), 516–528.
365. Stern V. N. (1959). The integration of chemical control of the spotted alfalfa aphid. The integration control concept. *Hilgardia*, 29, 81–101.
366. Stoger E., Parker M., Christou P. & Casey R. (2001). Pea legumin overexpressed in wheat endosperm assembles into an ordered paracrystalline matrix. *Plant Physiol*, 125, 1732–1742.
367. Stoykova P. & Stoeva-Popova P. (2011). PMI (manA) as a non antibiotic selectable marker gene in plant Biotechnology. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 105, 141–148.
368. Stigter, K., Dawei, Z., Jing, L., Chunqian, L., Dominguez-Hurtado, I. M., Mohammed, A. E. & Kinama, J. M. (2015). Meeting farmers' needs for

agrometeorological services: A review with case studies part IV: Historical case studies. *Italian Journal of Agrometeorology*, 20(1), 59–66.

369. Sturny, W. G., Chervet, A., Maurer-Troxler, C., Ramseier, L., Muller, M., Schafflutz, R., Richner, W., Streit, B., Weisskopf, P., & Zihlmann, U. (2007). Direktsaat und Pflug im Systemvergleich—eine Synthese. *AGRARForschung* (now *Agrarforschung Schweiz*) 14, 350–357.

370. Suchail, S. V., Guez, D., & Belzunces, L. P. (2001). Discrepancy between acute and chronic toxicity induced by imidacloprid and its metabolites in *Apis mellifera*. *Environ. Toxicol. Chem*, 20(11), 2482–2486.

371. Supartana P., Shimizu T., Nogawa M., Shioiri H., Nakajima T., Haramoto N., Nozue M. & Kojima M. (2006). Development of simple and efficient in planta transformation method for wheat (*Triticum aestivum* L.) using *Agrobacterium tumefaciens*. *J. of Bioscience and Bioengineering*, 102, 162–170.

372. Szucs, P., Veisz, O., Vida, G., & Bedo, Z. (2004). Overwintering and winter hardiness dynamics of durum wheats in different years. *Novenytermeles*, 53(4), 307–315.

373. Takumi S., Koike A., Nakata M., Kume S., Ohno R. & Nakamura C. (2003). Cold-specific and light-stimulated expression of a wheat (*Triticum aestivum* L.) core gene Wcor15 encoding a chloroplast-targeted protein. *J. Exp. Bot*, 54, 2265–2274.

374. Tao L., Du L., Xu H. & Ye X. (2011). Improvement of plant regeneration from immature embryos of wheat infected by *Agrobacterium tumefaciens*. *Agricult. Sci. in China*, 10, 317–326.

375. Tao, F., Yokozawa, M., Zhang, Z., Hayashi, Y., Grassl, H., & Fu, C. (2004). Variability in climatology and agricultural production in China in association with the East Asian summer monsoon and El Niño Southern Oscillation. *Climate Research*, 28(1), 23–30.

376. Tomizawa, M., & Casida, J. E. (2005). Neonicotinoid insecticide toxicology: Mechanisms of selective action. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol*, 45, 247–268.

377. Tóth, Z., & Kismányoky, T. (2001). Study of the grain yield of maize (*Zea mays* L.) and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in different crop rotations and in continuous maize cropping. *Novenytermeles*, 50(1), 124–134.

378. Trick H. & Finer J. (1997). SAAT: sonication-assisted *Agrobacterium*-mediated transformation. *Transgenic Res.*, 6, 329–336.

379. Trnka, M., Eitzinger, J., Kapler, P., Dubrovský, M., Semerádová, D., Žalud, Z., & Formayer, H. (2007). Effect of estimated daily global solar radiation data on the results of crop growth models. *Sensors*, 7(10), 2330–2362.

380. Uze M., Potrykus I. & Sautter C. (2000). Factors influencing T-DNA transfer from *Agrobacterium* to precultured immature wheat embryos (*Triticum aestivum*L.). *Cereal Res. Commun*, 28, 17–23.

381. Van Toor, R. F., Viljanen-Rollinson, S. L. H., Rahman, A., & Teulon, D. A. J. (2013). Agrichemical use on wheat and barley crops in new zealand in 2008-09. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 41(1), 9–22.

382. Vasil I. (2007). Molecular genetic improvement of cereals: transgenic wheat (*Triticum aestivum*L.). *Plant Cell Reports*, 26, 1133–1154.

383. Vasileiadis, V. P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Kudsk, P., Colnenne-David, C., Leprince, F., Holb, I. J. & Sattin, M. (2017). Sustainability of european winter wheat- and maize-based cropping systems: Economic, environmental and social ex-post assessment of conventional and IPM-based systems. *Crop Protection*, 97, 60–69.

384. Vishnudasana D., Tripathi M. Rao U. & Khurana P. (2005). Assessment of nematode resistance in wheat transgenic plants expressing potato proteinase inhibitor (PIN2) gene. *Transgenic Res*, 14, 665–675.

385. Wachowska, U., Konopka, I., Tańska, M., & Korzeniewska, E. (2017). Biochemical features of winter wheat grain affected by biological and chemical control treatments. *Journal of Elementology*, 22(4), 1453–1461.

386. Walsh, M. J., & Powles, S. B. (2014). Management of herbicide resistance in wheat cropping systems: Learning from the australian experience. *Pest Management Science*, 70(9), 1324–1328.

387. Wang C. & Wei Z. (2004). Embryogenesis and regeneration of green plantlets from wheat (*Triticum aestivum*) leaf base. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 77, 149–156.

388. Wang Y., Xiao X. & Zhang A. (2002). Factors affecting *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Genetica Sinica*, 29(3), 260–265.

389. Wang Y., Xu M., Yin G., Tao, L., Wang D. & Ye X. (2009). Transgenic wheat plants derived from *Agrobacterium*-mediated transformation of mature embryo tissues. *Cereal Res. Commun*, 37, 1–12.

390. Wang, S., Zhang, X., & Pei, D. (2006). Impacts of different water supplied conditions on root distribution, yield and water utilization efficiency of winter wheat. *Nongye Gongcheng Xuebao / Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 22(2), 27–32.

391. Weeks J., Koshiyama K., Maier-Greiner U., Schaeffner T. & Anderson O. D. (2000). Wheat transformation using cyanamide as a new selective agent. *Crop Sci*, 40, 1749–1754.

392. Weir A., Gu X., Wang M., Upadhyaya N., Elliott A. & Brettle R. (2001). *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of wheat using suspension cells as a model system and green fluorescent protein as a visual marker. *Functional Plant Biol*, 28, 807–818.

393. Wilbert van Rooij. (2010). Biodiversity modeling as a policy tool. Geneva, 32 p.

394. Wiley P., Tosi P., Evrard A., Lovegrove A., Jones H. D. & Shewry P. R. (2007). Promoter analysis and immunolocalization show that puroindolien genes are exclusively expressed in starchy endosperm cells of wheat grain. *Plant. Biol*, 64, 125–136.

395. Willocquet, L., Aubertot, J. N., Lebard, S., Robert, C., Lannou, C., & Savary, S. (2008). Simulating multiple pest damage in varying winter wheat production situations. *Field Crops Research*, 107(1), 12–28.

396. Woglum R. S. J. (1925). Observation in insect developing immunity to insecticides. *J. Econ Entomol.*, 18(4), 593–597.

397. Yao, X., Feng, W., Zhu, Y., Tian, Y. C., & Cao, W. X. (2007). A non-destructive and real-time method of monitoring leaf nitrogen status in wheat. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 50(5), 935–942.

398. Young, F. L., Alldredge, J. R., Pan, W. L., & Hennings, C. (2015). Comparisons of annual no-till spring cereal cropping systems in the pacific northwest. *Crop, Forage and Turfgrass Management*, 1(1), 1–7.
399. Yu, J., Cang, J., Li, Y., Huang, R., Lu, Q., Wang, X., Zhang, K. (2016). Salicylic acid-induced antioxidant protection against low temperature in cold-hardy winter wheat. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38(11)10.1007/s11738-016-2272-x.
400. Zhang, J., Wang, N., Yuan, L., Chen, F., & Wu, K. (2017). Discrimination of winter wheat disease and insect stresses using continuous wavelet features extracted from foliar spectral measurements. *Biosystems Engineering*, 162, 20–29.
401. Zhang, P., Zhang, X., Zhao, Y., Wei, Y., Mu, W., & Liu, F. (2016). Effects of imidacloprid and clothianidin seed treatments on wheat aphids and their natural enemies on winter wheat. *Pest Management Science*, 72(6), 1141–1149.

ДОДАТКИ

Додаток А

Список опублікованих праць за темою дисертації

Монографії:

1. **Сахненко В. В.** Моніторинг і системи захисту зернових культур від шкідливих організмів: [монографія]. Київ, 2012. 162 с.
2. **Сахненко В. В.** Моніторинг і контроль основних ґрунтових шкідливих організмів у польових сівоzmінах: [монографія]. Київ. 2012. 146 с.
3. **Сахненко В. В.** Фітотоксичність пестицидів, моніторингі контроль в системах землеробства: [монографія]. Київ. 2012. 170 с.
4. **Сахненко В. В.** Агроекологічне обґрунтування технологій захисту рослин: [монографія]. Київ, 2013. 216 с.
5. **Сахненко В. В.** Екологічні аспекти захисту насіння і сходів сільськогосподарських культур від шкідливих організмів: [монографія]. Київ. 2013. 196 с.
6. **Сахненко В. В.,** Варченко Т. П., Мамчур Р. М. Технології ТОВ «Компанія «Укравіт» для захисту сільськогосподарський культур із моніторингом шкідливих організмів: [монографія]. Київ. 2016. 317 с.

Статті в наукових фахових виданнях України:

7. **Сахненко В. В.,** Сахненко Д. В. Ефективність ресурсощадних прийомів щодо контролю комплексу фітофагів на пшениці озимій у Лісостепу України за новітніх систем землеробства. Миронівський вісник. 2017. № 5. С. 205–216 *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження з встановлення ефективності захисних препаратів від комплексу фітофагів на пшениці озимій).*
8. **Сахненко В. В.** Вплив сонячного світла на розмноження шкідників пшениці озимої за No-till технології в Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2017. №269. С. 272–277.

9. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості розмноження шкідників пшениці озимої при ресурсощадних системах застосування добрив у Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. Рослинництво. 2018. № 3. С. 45–49 (*Здобувачем проведено польові дослідження щодо впливу карбамідно-аміачних добрив на розвиток шкідників на пшениці озимій*).

10. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Системний показник механізму управління та моніторингу шкідників пшениці озимої в Лісостепу України. Зрошувальне землеробство. 2018. № 70. С. 34–37 (*Здобувачем взято участь у плануванні та проведенні експериментальних та лабораторних досліджень, підготовлено статтю до друку*).

11. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Динаміка чисельності основних шкідливих видів комах на посівах зернових культурах в сучасних агроценозах. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2018. № 1. С. 146–152 (*Здобувачем проведено лабораторні дослідження чисельності та заселеності шкідників на рослинах пшениці озимої та підготовлено статтю до друку*).

12. **Сахненко В. В.** Особливості формувань популяцій і динаміки чисельності основних шкідливих видів комах на зернових культурах. Таврійський науковий вісник. 2018. № 100. Т. 1. С. 64–70.

13. **Сахненко В. В.** Фітосанітарне значення ріпаку у сівоzmінах. Сільський господар. 2008. № 9-10. С. 9–11.

14. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Обґрунтування заходів захисту пшениці озимої від шкідників сходів за прогресивних систем землеробства в Лісостепу України. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2018. № 100. Т. 2. С. 50–58 (*Здобувачем проведено польові дослідження щодо ресурсощадних захисних заходів на пшениці озимій від шкідливого ентомокомплексу*).

15. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Complex thresholds of harmfulness of soil phytophages and features of protection of grain crops in the Forest-steppe of Ukraine. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2018. № 286. С. 338–346 (*Здобувачем опрацьовані*

іноземні літературні джерела, проведені польові дослідження щодо визначення шкідливості фітофагів на польові культури в Лісостепу України).

16. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Обґрунтування моніторингу шкідників пшениці озимої в Лісостепу України. Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія. 2018. № 22 (2). С. 107–111 *(Здобувачем особисто експериментально вдоконалено й узагальнено систему моніторингу шкідливих видів комах пшениці озимої, підготовлено статтю до друку).*

17. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Агроекологічне обґрунтування захисту зернових культур від шкідників при новітніх системах землеробства у Лісостепу України. Подільський вісник: Сільське господарство, техніка, економіка. 2018. №28. С. 112–119 *(Здобувачем особисто підібрано оптимальні строки сівби пшениці озимої та запропоновано вдосконалення існуючої системи землеробства, підготовлено статтю до друку).*

18. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості розмноження та виживання шкідників зернових культур за застосування сучасних добрив у Лісостепу України. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2018. № 102. С. 73–77 *(Здобувачем проведено польові та експериментальні дослідження щодо динаміки розмноження внутрішньостеблових шкідників на пшениці озимій, а також впливу сучасних добрив на їх розвиток).*

19. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Добрива й засоби захисту рослин у вирощуванні пшениці озимої в Лісостепу України. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2018. № 103. С. 123–128 *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо ефективності інноваційних засобів захисту пшениці озимої, зроблено висновки).*

20. **Сахненко В. В.** Технологічні рішення щодо оптимізації захисту пшениці озимої від коваликів (Elateridae) в Лісостепу України. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2018. № 104. С. 93–97.

21. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Теоретичні аспекти впливу систем землеробства на формування ентомокомплексів агробіоценозів Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування*

України. Серія «Агрономія». 2018. № 294. С. 219–226 (Здобувачем опрацьовані іноземні літературні джерела, здійснено оцінку впливу пріоритетних систем землеробства на формування ентомокомплексів на зернових культурах в Лісостепу України).

22. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Оптимізація сучасних заходів захисту пшениці озимої від шкідників в Лісостепу України. *Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2018. Т. 20. № 89. С. 17–21 (Здобувачем опрацьовані вітчизняні та іноземні джерела, узагальнено інформацію, підготовлено статтю до друку).

23. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Формування та прогноз динаміки популяцій клопа шкідливої черепашки на пшениці озимій на нових систем землеробства. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. № 3(99). С. 79–83 (Здобувачем проведено польові дослідження щодо визначення прогнозу розвитку клопа шкідливої черепашки на полях пшениці озимої за вдосконалених систем землеробства).

24. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Моделювання структур ентомокомплексів зернових культур у Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2018. № 2. С. 92–100 (Здобувачем проведено дослідження щодо впливу факторів зовнішнього середовища на динаміку чисельності основних шкідників пшениці озимої, оцінено залежність площі максимальної шкідливості совки озимої від радіуса добового переміщення).

25. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості виживання та розвитку злакових (Chloropidae) та квіткових мух (Anthomyidae) на пшениці озимій у Лісостепі України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 105. С. 141–146 (Здобувачем особисто проведено польові дослідження щодо визначення шкідливості та виживання злакових мух на пшениці озимій, підготовлено статтю до друку).

26. Доля М. М., **Сахненко В. В.**, Мороз С. Ю. Біологічні особливості формування популяції основних ґрунтових шкідників соняшнику в Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 33–42 (Здобувачем проведено дослідження фенології, екології та біології совки озимої на полях сівозміни пшениці

озимої та соняшнику, визначено вплив агроекологічних факторів на особливості поширення совки озимої на пшениці озимій в Лісостепу України).

27. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Багаторічний аналіз динаміки розвитку та розмноження шкідників на пшениці озимій. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 159–164 (Здобувачем особисто експериментально вдосконалено й узагальнено систему моніторингу шкідливих видів комах пшениці озимої).

28. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Вплив ресурсощадних технологій обробітку ґрунту на заселення і пошкодження пшениці озимої шкідливими видами комах-фітофагів у Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 86–91 (Здобувачем особисто проведено польові дослідження щодо розвитку шкідливих видів комах та шляхи вдосконалення заходів захисту пшениці озимої).

29. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Виживання та розвиток хлібного жука-кузьки (*Anisoplia Austriaca* H.) на пшениці озимій за ресурсощадних технологій у Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Т.1. № 109. С. 115–120 (Здобувачем досліджено типологічні особливості шкідливості хлібного-жука кузьки на посівах пшениці озимої, запропоновано вдосконалення існуючої системи захисту проти шкідника).

30. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Контроль та управління ентомокомплексом шкідливих комах-фітофагів, їх розвиток та розмноження на посівах пшениці озимої в Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Т.1. № 110. С. 137–141 (Здобувачем досліджено питання контролю та управління ентомокомплексом шкідливих комах-фітофагів, їх розвиток та розмноження на посівах пшениці озимої та перспективи подальшого розвитку заходів захисту).

31. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості виживання та розвитку хлібного жука-кузьки (*ANISOPLIA AUSTRIACA* H.) на пшениці озимій в Лісостепу України. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2019. Т. 10. № 3. С. 63–69 (Здобувачем особисто проведено польові дослідження щодо визначення шкідливості та виживання хлібного жука-кузьки у періоди органогенезу на пшениці озимій).

32. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Обґрунтування біологічних і хімічних заходів щодо контролю комплексу фітофагів на пшениці озимій у лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 131–136 (*Здобувачем особисто проведено польові дослідження щодо розвитку шкідливих видів комах та шляхи вдосконалення заходів захисту пшениці озимої*).

33. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Динаміка розвитку і розмноження комах-фітофагів у посівах пшениці озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 112. С. 144–149 (*Здобувачем особисто проведено польові дослідження щодо визначення шкідливості та виживання комах-фітофагів у посівах пшениці озимої, узагальнено інформацію, підготовлено статтю до друку*).

**Статті у наукових фахових виданнях України,
включених до міжнародних наукометричних баз даних:**

34. **Сахненко В. В.** Агроекономічний моніторинг в сучасних системах землеробства України. Сборник научных трудов SWorld. Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте. Сельское хозяйство. 2013. Т. 51. С. 57–64.

35. **Сахненко В. В.** Агроекологічне обґрунтування оптимізації польових сівозмін. Сборник научных трудов SWorld. Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте. Сельское хозяйство. 2013. Т. 46. С. 77–84.

36. **Сахненко В. В.** Еколого-фізіологічні аспекти в технологіях захисту зернових колосових культур від шкідників в Лісостепу України. Сборник научных трудов SWorld. Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте. Сельское хозяйство. 2014. Т. 33. С. 79–84.

37. **Сахненко В. В.**, Іванова К. О. Вплив абіотичних факторів на розмноження і виживання основних фітофагів у сучасних польових сівозмінах Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. № 54 (*Здобувачем особисто обґрунтовано вплив абіотичних факторів на розмноження і виживання фітофагів на пшениці озимій*).

38. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В., Варченко Т. П. Теоретичні аспекти механізмів стійкості зернових культур до комплексу шкідників листя, стебел та кореневої системи в Лісостепу України. Международное периодическое научное издание. Науковий погляд у майбутнє. Science Journal. 2018. Т. 3. № 11 С. 93–102 (*Здобувачем обгрунтовано пропозиції щодо удосконалення механізмів захисту зернових культур від шкідливих видів комах*).

39. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В., Варченко Т. П. Сучасні системи ресурсощадних заходів захисту пшениці озимої та кукурудзи від шкідників в Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 4(74). Режим доступу до статті: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/issue/view/dopovidi2018.04.011> (*Здобувачем здійснено оцінку існуючих систем заходів захисту пшениці озимої від шкідників, підготовлено статтю до друку*).

40. **Сахненко В. В.**, Фокін А. В., Сахненко Д. В. Моделювання екотону відповідно за мозаїчними характеристиками утворень сучасних ентомокомплексів на пшениці озимій. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 5(75). Режим доступу до статті: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.05.017> (*Здобувачем проаналізовано утворення екотонів та шкідливих видів комах у них, визначено вплив ентомокомплексів на пшеницю озиму*).

41. **Сахненко В. В.** Оптимізація захисту пшениці озимої від злакових мух (Chloropidae) в Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 6(76). Режим доступу до статті: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.06.019>

42. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості виживання та розвитку шкідливої черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) та елії гостроголової (*Aelia acuminata* L.) на пшениці озимій в Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2019. № 2(78). Режим доступу до статті:

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2019.02.004>

(Здобувачем опрацьовані іноземні джерела, розкрито особливості виживання та розвитку елії гостроголової на пшениці озимій).

43. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості контролю комплексу шкідників зернових колосових культур в сучасних погодно-кліматичних умовах в Лісостепу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2018. № 94(1). С. 191–200 *(Здобувачем обгрунтовано напрями вдосконалення контролю шкідників пшениці озимої за погодно-кліматичних змін, зроблено висновки).*

44. **Сахненко В. В.**, Доля М. М., Мороз С. В., Мамчур Р. М. Особливості формувань популяції совки озимої *Agrotis segetum* Schiff. у польових сівоzmінах Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2019. № 3 (79). Режим доступу до статті: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2019.03.007>

45. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Особливості виживання та розвитку твердокрилих та управління ними на посівах пшениці озимої в Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2019. № 6 (82). Режим доступу до статті: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2019.06.008>
(Здобувачем обгрунтовано напрями вдосконалення контролю твердокрилих на пшениці озимій за погодно-кліматичних змін)

Науково-методичні рекомендації

46. Довгань С. В., **Сахненко В. В.**, Мамчур Р. М., Доля М. М., Сикало О. О., Бондарєва Л. М., Чернега Т. О., Кордулян Р. О., Дащенко А. В., Ковальська А. Т., Сидоренко О. С. Ресурсоощадні технології захисту польових культур від комплексу шкідливих організмів: [науково-методичні рекомендації]. К. 2014. 18 с *(Здобувачем особисто отримані дані щодо впливу ресурсоощадних технологій на комплекс шкідливих організмів).*

47. **Сахненко В. В.**, Ретьман М. С., Мамчур Р. М., Дрозд П. Ю. Захист озимих сільськогосподарських культур від комплексу шкідливих організмів в осінній період вегетації при вологозберігаючих і ресурсоощадних технологіях землеробства: [науково-методичні рекомендації]. К. 2015. 23 с. (*Здобувачем оцінено та обгрунтовано вплив ресурсоощадних та вологозберігаючих технологій на комплекс шкідливих видів комах на пшениці озимій*).

Патент України на корисну модель

48. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Патент 129431 UA, МПК A01G 13/00 (2018.01) A01H 25/00 (2018.01) Спосіб контролю чисельності та зменшення шкідливості гессенської мухи *Mayetiola Destructor S.* на посівах пшениці озимої в Лісостепу України; власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № 129431; заявлено 22.05.2018; опубліковано 25.10.2018; Бюл. № 20 (*Здобувачем досліджено типологічні особливості шкідливості гессенської мухи на посівах пшениці озимої, запропоновано вдосконалення існуючої системи захисту проти шкідника*).

49. **Сахненко В. В.**, Сахненко Д. В. Патент 129432 UA, МПК A01G 7/06 (2018.01) A01H 25/00 (2018.01) Спосіб контролю чисельності та зменшення шкідливості вівсяної шведської мухи *Oscinella Frit L.* на посівах пшениці озимої в Лісостепу України; власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № 129432; заявлено 22.05.2018; опубліковано 25.10.2018; Бюл. № 20 (*Здобувачем оцінено спосіб контролю шведської мухи на пшениці озимій, запропоновано вдосконалення існуючої системи захисту проти шкідника*).

Статті в інших наукових виданнях України:

50. Доля М. М., **Сахненко В. В.** Сучасний стан і перспективи оптимізації прийомів знезараження імпортно-експортної продукції. Хранение и переработка зерна. 2005. № 2 (68). С. 16–19 (*Здобувачем охарактеризовано основні напрями покращення стану імпортно-експортної продукції*).

51. **Сахненко В. В.**, Дубіна Н. В. Фітовіруси. Практичний посібник аграрія Agroexpert. Серія: Рослинництво. 2008. № 5. С. 14–16 (*Здобувачем проведено визначення особливостей фітовірусів та їх вплив на зернобобові культури*).

52. **Сахненко В. В.**, Мамчур Р. М., Бортницький О. П., Гуменюк Л. І. Що є загрозою для збіжжя в коморі? Практичний посібник аграрія Agroexpert. Серія: Рослинництво. 2008. № 5. С. 17–19 (*Здобувачем здійснено постановку проблеми та аналітичний огляд літератури, узагальнено одержані результати*).

53. **Сахненко В. В.**, Бондарева Л. М., Мамчур Р. М., Бортницький О. П., Гуменюк Л. І. Захищаємо врожай від комірних шкідників. Практичний посібник аграрія Agroexpert. Серія: Рослинництво. 2009. № 1(6). С. 11–13 (*Здобувачем узагальнено експериментальні дослідження, щодо захисту врожаю зернобобових культур від комірних шкідників*).

54. **Сахненко В. В.**, Бондарева Л. М., Мамчур Р. М., Омельченко О. П., Чернега Т. В. Ресурсозберігаючі технології вирощування зернових культур в Україні. Практичний посібник аграрія Agroexpert. Серія: Рослинництво. 2009. № 2 (7). С. 16–18 (*Здобувачем представлено вдосконалення системи технології вирощування зернових культур*).

55. **Сахненко В. В.** Как спасти семена и всходы. Журнал Зерно. Земледелие. Большая культура. 2012. № 4. С. 88–91.

56. **Сахненко В. В.** Наблюдать и защищать. Журнал Зерно. Растения и вещества. 2012. № 11. С. 74–76.

57. **Сахненко В. В.** Контроль основных вредоносных почвенных фитофагов. Журнал Зерно. Земледелие. 2012. № 10 (79). С. 58–61.

58. **Сахненко В. В.** Анализируем севообороты, экономим азот. Журнал Зерно. Технологии. 2013. № 1 (82). С. 90–94.

59. **Сахненко В. В.**, Доля М. М., Бондарева Л. М. Агроекологічне обґрунтування сучасних технологій протруєння насіння озимих колосових культур в Лісостепу і на Поліссі України. *Чернігівщина аграрна*. 2013. № 23. С. 24–25 (*Здобувачем особисто обґрунтовано існуючі технології протруєння насіння пшениці озимої в Лісостепу України*).

60. **Сахненко В. В.**, Доля М. М., Мамчур Р. М. Особливості захисту посівів озимої пшениці. *Чернігівщина аграрна*. 2015. № 27. С. 14–17 (*Здобувачем проведено польові та експериментальні дослідження щодо динаміки розмноження комплексу шкідників на пшениці озимій, а також впливу сучасних систем захисту на їх розвиток*).

61. **Сахненко В. В.**, Доля М. М., Мамчур Р. М., Дрозд П. Ю., Ющенко Л. П., Трохименко А. О. Спостереження та облік шкідливих організмів у ресурсоощадних технологіях вирощування озимих зернових культур в Лісостепу і на Поліссі України. *Чернігівщина аграрна*. 2016. № 30. С. 11–14 (*Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження щодо моніторингу шкідливих організмів при вирощуванні озимих зернових культур за ресурсоощадних технологій в Лісостепу України*).

Авторські свідоцтва на наукові твори:

62. Доля М. М., Бондарева Л. М., **Сахненко В. В.** Прогноз розмноження мишовидних гризунів в степу України. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. 2010. № 32145 (*Здобувачем проаналізовано динаміку розмноження мишовидних гризунів, запропоновано вдосконалення захисту зернових культур*).

63. Доля М. М., Бондарева Л. М., **Сахненко В. В.** Інтегрована система захисту сільськогосподарських культур від мишоподібних гризунів. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. 2010. № 32146 (*Здобувачем обґрунтовано систему захисту зернобобових культур проти мишоподібних гризунів*).

64. **Сахненко В. В.** Обґрунтування прогнозу розмноження шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. 2012. № 45034.

65. **Сахненко В. В.** Система управління популяціями шкідливих організмів у зерно-ріпаковому ланцюгу сівозміни. Свідотство про реєстрацію авторського права на твір. 2012. № 45035.

66. **Сахненко В. В.** Сучасна технологія контролю основних ґрунтових шкідливих організмів у польовій сівозміні. Свідотство про реєстрацію авторського права на твір. 2012. № 45036.

Тези наукових доповідей:

67. **Сахненко В. В.** Контроль фітотоксичної дії засобів захисту рослин в сучасних системах землеробства України. Захист рослин: Наука, Освіта, Інновації в умовах глобалізації. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 50-річчю заснування факультету захисту рослин, м. Київ, 15–18 жовтня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 45–46.

68. **Сахненко В. В.,** Стороженко Н. М. Продуктивність озимого поля в ресурсозберігаючих технологіях вирощування пшениці. Захист рослин: Наука, Освіта, Інновації в умовах глобалізації. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 50-річчю заснування факультету захисту рослин, м. Київ, 15–18 жовтня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 47–48 (*Здобувачем оцінено існуючі ресурсозберігаючі технології захисту пшениці озимої від комплексу шкідників, запропоновано шляхи удосконалення продуктивності*).

69. **Сахненко В. В.** Моніторинг ґрунтових фітофагів в сучасних сівозмінах польових сільськогосподарських культур. Захист рослин: Наука, Освіта, Інновації в умовах глобалізації. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 50-річчю заснування факультету захисту рослин, м. Київ, 15–18 жовтня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 96–97.

70. **Сахненко В. В.** Особливості оптимізації технологій захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів. Матеріали науково-практичної конференції сучасне овочівництво: освіта, наука та інновації, присвяченої 80-річчю від дня народження видатного вченого-овочівника заслуженого працівника вищої школи України, доктора сільськогосподарських наук,

професора, академіка НААН та АН ВШ України Барабаша Ореста Юліановича, м. Київ, 13–14 грудня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 246–248.

71. **Сахненко В. В.**, Омелянчук О. О. Екологізація комплексу чинників в системах захисту овочевих культур від шкідливих організмів Лісостепу України. Матеріали науково-практичної конференції сучасне овочівництво: освіта, наука та інновації, присвяченої 80-річчю від дня народження видатного вченого-овочівника заслуженого працівника вищої школи України, доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН та АН ВШ України Барабаша Ореста Юліановича, м. Київ, 13–14 грудня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 248–250 *(Здобувачем запропоновано методику визначення шкідливих організмів та технологій захисних заходів проти них)*.

72. **Сахненко В. В.**, Омелянчук О. О. Агроекологічне обґрунтування систем захисту овочевих культур від комплексу шкідників в Лісостепу України. Матеріали науково-практичної конференції сучасне овочівництво: освіта, наука та інновації, присвяченої 80-річчю від дня народження видатного вченого-овочівника заслуженого працівника вищої школи України, доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН та АН ВШ України Барабаша Ореста Юліановича, м. Київ, 13–14 грудня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 250–252 *(Здобувачем представлено розв'язання задачі стабілізації процесу захисту овочевих культур від комплексу шкідливих видів комах)*.

73. **Сахненко В. В.** Особливості оптимізації технологій захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів. Ентомологічні читання пам'яті професора М. П. Дядечка. Матеріали науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю від дня народження видатного вченого-ентомолога, доктора біологічних наук Дядечка Миколи Платоновича, м. Київ, 21 грудня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 34–35.

74. **Сахненко В. В.**, Омелянчук О. О., Гринько В. Ф., Стороженко Н. М. Сучасний стан і перспективи розвитку фіто санітарного стану посівів в нових польових сівоzmінах. Ентомологічні читання пам'яті професора М. П. Дядечка. Матеріали науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю від дня

народження видатного вченого-ентомолога, доктора біологічних наук Дядечка Миколи Платоновича, м. Київ, 21 грудня 2012 року: тези доповіді. К., 2012. С. 71–73 *(Здобувачем оцінено стан та перспективи розвитку польових сівозмін, захисту та впровадження нових технологій у виробництво якісної продукції)*.

75. **Сахненко В. В.** Екологічне обґрунтування сучасних технологій захисту сільськогосподарських культур від комплексу шкідливих організмів. Всеукраїнська науково-практична конференція «Генетичні ресурси для селекції високопродуктивних сортів картоплі з добрими смаковими якостями. Методологія дегустації вітчизняних і зарубіжних сортів», м. Житомир, 28–29 березня 2013 року: тези доповіді. Ж., 2013. С. 70–71.

76. **Сахненко В. В.** Екологічне обґрунтування систем захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів в Лісостепу України. Гончарівські читання: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 84-річчю з дня народження Гончарова Миколи Дем'яновича, м. Суми, 28 травня 2013 року: тези доповіді. С., 2013. С. 218–220.

77. **Сахненко В. В.,** Стороженко Н. М. Теоретичні аспекти екологічного моніторингу в технологіях захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів Лісостепу України. Гончарівські читання: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 84-річчю з дня народження Гончарова Миколи Дем'яновича, м. Суми, 28 травня 2013 року: тези доповіді. С., 2013. С. 221–223 *(Здобувачем визначено основні етапи моніторингу шкідливих організмів на полях сівозміни, запропоновано вдосконалення існуючих технологій захисту пшениці озимої від шкідливих видів комах)*.

78. **Сахненко В. В.,** Омелянчук О. О., Кордулян Р. О. Особливості біології і фізіології фітофагів при прояві післядії засобів захисту рослин в польових сівозмінах Лісостепу України. VIII з'їзд ГО «Українське ентомологічне товариство», м. Київ, 26–30 серпня 2013 року: тези доповіді. К., 2013. С. 148–149 *(Здобувачем особисто досліджено особливості післядії існуючих засобів захисту проти шкідників пшениці озимої, оцінено фізіологію та біологію фітофагів)*.

79. **Сахненко В. В.**, Довгань С. В., Омелянчук О. О. Прогноз розвитку і розмноження фітофагів на посівах сільсько-господарських культур при сучасних системах землеробства в Лісостепу України. Гончарівські читання: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 84-річчю з дня народження Гончарова Миколи Дем'яновича, м. Суми, 28 травня 2013 року: тези доповіді. Суми, 2013. С. 201–203 (*Здобувачем запропоновано вдосконалення методики моніторингу та прогнозу розвитку і розмноження фітофагів на посівах пшениці озимої за нових систем землеробства*).

80. **Сахненко В. В.** Екологічні аспекти формувань сучасних структур шкідливих організмів в польових сівоzmінах Лісостепу України. Досягнення і перспективи ентомологічних досліджень: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 70-річчю з дня заснування кафедри ентомології ім. проф. М. П. Дядечка, м. Київ, 20–23 травня 2014 року: тези доповіді. К., 2014. С. 98–99.

81. **Сахненко В. В.** Ресурсоощадні технології захисту сільськогосподарських культур в сучасних формах землекористування України. Фітопатологія: сучасне і майбутнє. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю від дня народження Володимира Федоровича Пересипкіна, м. Київ, 16–18 жовтня 2014 року: тези доповіді. К., 2014. С. 100–101.

82. **Сахненко В. В.**, Мамчур Р. М., Ковальська А. Т. Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням фітосанітарного моніторингу в польових сівоzmінах України. Матеріали Міжнародної конференції молодих вчених, м. Одеса, 29 вересня – 1 жовтня 2015 року: тези доповіді. Одеса, 2015. С. 45–46 (*Здобувачем проаналізовано основні недоліки та перспективи ресурсозберігаючих технологій вирощування польових культур, підготовлено тези до друку*).

83. Ретьман М. С., **Сахненко В. В.**, Мамчур Р. М., Дрозд П. Ю., Кубіцька А. О. Обґрунтування новітніх технологій вирощування сільськогосподарських культур в Лісостепу України. Актуальні проблеми наук про життя та природокористування: III Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, м. Київ, 28–31 жовтня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 40–41 (*Здобувачем особисто обґрунтовано*

перспективи існуючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, та шляхи їх вдосконалення).

84. **Сахненко В. В.** Моніторинг комплексу шкідливих організмів при вирощуванні пшениці озимої із застосуванням ресурсоощадних технологій в степу та лісостепу України. Сучасний стан і перспективи ефективного використання земельних ресурсів Житомирської області, м. Житомир, 20–21 січня 2016 року: тези доповіді. Житомир, 2016. С. 204–208.

85. **Сахненко В. В.**, Ющенко Л. П., Дрозд П. Ю. Ефективність ресурсоощадних технологій захисту сільськогосподарських культур від комплексу шкідників в Лісостепу України. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: V Міжнародна конференція, с. Центральне, 21 квітня 2017 року: тези доповіді. Центральне, 2017. С. 116–117 *(Здобувачем особисто проведено експериментальні дослідження ресурсозберігаючих технологій захисту польових культур від комплексу шкідливих видів комах).*

86. **Сахненко В. В.**, Фокін А. В., Сахненко Д. В. Окремі аспекти еволюції хімічного контролю розвитку, розмноження і поширення фітофагів. Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: V Міжнародна науково-практична конференція, м. Чернівці, 19 квітня 2018 року: тези доповіді. Чернівці, 2018. С. 16–18 *(Здобувачем запропоновано заходи щодо покращення хімічного контролю розмноження та розвитку фітофагів на полях сівозміни, узагальнено результати).*

ДОДАТОК Б. 1

Обсяги проведення заходів захисту пшениці озимої від шкідників, 2013

Область	Площа посіву зернових культур		Підлягало до обробки	Оброблено		Клоп шкідлива черепашка			Хлібна жужелиця		Хлібні жуки	П'явиці	Листо крутки
	всього	в т.ч. озима пшениця		всього	в т.ч. озима пшениця	підлягало до обробки	всього	в т.ч. проти личинок	всього	в т.ч. восени			
Вінницька	533.1	352.6	413.3	505.3	422.7	77.7	77.7	37.4	3.2	0.2	53.7	56.5	0
Київська	268.1	162.3	112	119.8	92.5	42.4	42.4	25.6	2	0	34.1	3.2	0
Полтавська	387.7	249	229.5	229.5	192.7	59	59.1	27.4	3.3	1.2	50.6	10.3	0.4
Сумська	270.3	180.3	119.9	119.9	104.5	11.3	11.3	1.2	1.4	1.4	33.6	3.5	0
Тернопільська	195.1	134.7	117.3	118.2	94.5	0	0	0	0	0	8.3	24.4	0
Харківська	680.7	463.9	478.7	478.7	403.2	378.8	378.8	149.2	1.5	1.5	30.4	4.2	0
Хмельницька	376.5	209.5	227.8	227.8	175.2	8	8	0.9	0.9	0.9	13.6	22.9	0
Черкаська	322.9	233.1	300.2	300.2	223.6	54.3	54.3	22.7	10.2	0	52.2	23.7	0

ДОДАТОК Б. 2

Обсяги проведення заходів захисту пшениці озимої від шкідників, 2014

Область	Площа посіву зернових культур		Підлягало до обробки	Оброблено		Клоп шкідлива черепашка			Хлібна жужелиця	
	всього	в т.ч. озима пшениця		всього	в т.ч. озима пшениця	підлягало до обробки	всього	в т.ч. проти личинок	всього	в т.ч. восени
Вінницька	378.9	261.9	334.7	1425.4	313.3	40.9	40.9	26.3	5.3	0
Київська	233.6	151.9	95.4	99.7	85.4	48.8	48.8	22.6	0.2	0
Полтавська	348.7	219	164.3	212.8	141.7	61.6	61.6	15.1	0.5	0.1
Сумська	572.6	155.2	102	102	86.2	16	16	4.4	0	0
Тернопільська	190.8	128.2	124.7	130.3	108	0	0	0	0	0
Харківська	728.5	316.8	402	402	6	289.4	289.4	102.2	3.7	0
Хмельницька	312.8	191.5	231	231	66.1	7.1	7.1	0.9	2	0
Черкаська	335.1	234.1	282.3	282.3	221.1	54.7	54.7	21.9	17.4	0

ДОДАТОК Б. 3

Обсяги проведення заходів захисту пшениці озимої від шкідників, 2015

Область	Площа посіву зернових культур		Підлягало до обробки	Оброблено		Клоп шкідлива черепашка			Хлібна жужелиця		Хлібні жуки	П' явиці	Лускокрилі	Злакові мухи	Попелиці, трипси, цикадки	Хлібні блішки	Озима совка
	всього	в т.ч. озима пшениця		всього	в т.ч. озима пшениця	підлягало до обробки	всього	в т.ч. проти личинок	всього	в т.ч. восени							
Вінницька	402.5	317.1	362.7	428.2	444.7	23.2	23.2	17	5	0	48.2	79.8	0	19.3	192.1	54.3	6.3
Київська	228.3	157.4	110.2	126.9	99.3	54.4	54.4	33.1	3.4	0	18.6	11.2	1.1	5.3	23.2	8.3	1.4
Полтавська	416.9	290.9	206.3	206.3	169	47.5	47.5	18.4	9.1	0	33	10.1	8.4	7	86.2	4.8	0.2
Сумська	310.9	220.2	142.2	1242.2	127.7	20.7	20.7	0	0	0	29.6	1.7	0	4.4	63.8	21.3	0.7
Тернопільська	189.4	132.7	138.1	160.3	127	0	0	0	0	0	43	8	0	0	100.5	8.8	0
Харківська	769.8	463.6	447.6	447.6	388.9	320.3	320.3	119.5	3.8	0	32.2	2.8	0	11.2	49.8	26.3	1.2
Хмельницька	31.2	208.8	254.3	254.3	196.9	3.8	38	0.5	3.3	0	18.6	42.2	0	41.5	118.6	22.2	4.1
Черкаська	332.7	248.9	283.1	283.1	234.4	40.7	407	17.3	11.1	0	37.8	34.3	2	45.2	90.5	19.8	1.7

ДОДАТОК Б. 4

Обсяги проведення заходів захисту пшениці озимої від шкідників, 2016

Область	Площа посіву зернових культур		Підлягало до обробки	Оброблено		Клоп шкідлива черепашка			Хлібна жужелиця		Хлібні жуки	П' явиці	Лускокрилі
	всього	в т.ч. озима пшениця		всього	в т.ч. озима пшениця	підлягало до обробки	всього	в т.ч. проти личинок	всього	в т.ч. восени			
Вінницька	436.7	336.6	386.9	451.6	358.6	68.6	68.6	25.6	3.7	4.2	43.6	38.1	5.1
Київська	225.8	158.8	117	121.8	98.4	41.8	43.8	14.1	0	0	28.5	5.4	0
Полтавська	364.3	249.1	188.5	188.5	170.7	44.9	44.9	16.1	0.3	0	29, 2	11.3	0.4
Сумська	255.5	200	179.1	179.1	152.8	24.6	24.6	0	0	0	18.4	1.7	0
Тернопільська	226.5	143.6	151.9	189.6	146	0	0	0	0	0	43.5	21.2	0.3
Харківська	659.8	368.8	447.2	447.2	358.7	306.1	306.1	135.4	1.5	0	27.6	4.5	0.2
Хмельницька	535.7	236	301.8	301.8	243.4	6.4	6.4	3.1	8.3	1.5	25.5	38.2	4.1
Черкаська	312.6	232.4	271.4	271.4	213.7	36.1	36.1	7.6	6.9	6.9	40.7	38.3	3.6

ДОДАТОК Б. 5

Обсяги проведення заходів захисту пшениці озимої від шкідників, 2017

Область	Площа посіву зернових культур		Підлягало до обробки	Оброблено		Клоп шкідлива черепашка			Хлібна жужелиця		Хлібні жуки	П' явиці	Лускокрилі	Злакові мухи	Попелиці, трипси, цикадки	Хлібні блішки	Озима совка
	всього	в т.ч. озима пшениця		всього	в т.ч. озима пшениця	підлягало до обробки	всього	в т.ч. проти личинок	всього	в т.ч. восени							
Вінницька	354.4	276.7	332.1	415	337.1	69.4	69.4	26.1	4.2	2.3	34	35.9	0	15.9	198.7	54.3	2.6
Київська	220	161.3	144	164.2	134.7	50	50	26.2	0	0	40.8	18.7	0.5	5.9	42.2	6.1	0
Полтавська	340.6	236.4	180.3	180.3	168.7	45.3	45.3	19.3	0	0	26.1	12.3	0	7.5	86	3.1	0
Сумська	221.9	179.3	153.4	153.4	144.2	19.2	19.2	11	0	0	20.3	3.6	2	4.6	91.8	13.7	0
Тернопільська	186.6	125.1	175.2	194.6	139.9	1.3	1.4	1.3	33.5	6	20.8	18.1	0.4	6.9	97.4	13.9	2.3
Харківська	641.1	384.3	375.9	375.9	332.2	265.4	265.4	127.2	1.6	0	39.5	6.3	1, 6	4.2	34.6	21.2	1.6
Хмельницька	344.6	209.1	263.8	263.8	195.4	4.1	4.1	2.3	19.9	0	23.3	40.7	0.3	51.2	85.3	37.3	0.7
Черкаська	227.4	174.6	221.8	221.8	189	25.5	25.5	10.6	3	3	29	33.1	3.4	35.1	72	16.6	4.1

ДОДАТОК Б. 6

Обсяги проведення заходів захисту пшениці озимої від шкідників, 2018

Область	Площа посіву зернових культур		Підлягало до обробки	Оброблено		Клоп шкідлива черепашка			Хлібна жужелиця	
	всього	в т.ч. озима пшениця		всього	в т.ч. озима пшениця	підлягало до обробки	всього	в т.ч. проти личинок	всього	в т.ч. восени
Вінницька	333.5	261.1	297.6	372.8	323.8	60.6	60.6	24.6	6.3	0
Київська	200.6	143.8	144.8	157.1	126.1	63.2	58.4	20.8	0	0
Полтавська	326.3	232.3	177.8	178.8	164	32.7	32.7	19.7	2	0
Сумська	221.5	157.8	172.4	172.4	150.5	30.6	30.6	30.6	1.3	0
Тернопільська	221.7	133.2	281.1	281.1	202.4	0.9	0.9	0.4	24.3	0
Харківська	509.3	430	401.5	401.5	365.3	263.9	263.9	135.2	2	0
Хмельницька	344.6	217.9	303.4	303.4	228.5	0.2	0.2	0	4.5	0
Черкаська	203.8	161.5	203.8	207.2	175.6	32.8	32.8	15.2	6.3	6.3

ДОДАТОК Б. 7

Обсяги проведення заходів захисту пшениці озимої від шкідників, 2019

Область	Площа посіву зернових культур		Підлягало до обробки	Оброблено		Клоп шкідлива черепашка			Хлібна жужелиця	
	всього	в т.ч. озима пшениця		всього	в т.ч. озима пшениця	підлягало до обробки	всього	в т.ч. проти личинок	всього	в т.ч. восени
Вінницька	344.5	271.5	308	367.4	301.1	62.8	62.8	30.5	6.9	4
Київська	206.1	149.8	173.5	196.1	157.9	55	55	33.5	0	0
Полтавська	333.4	224.8	151.6	151.6	135.8	35.6	35.6	21	1.4	0
Сумська	203.8	157.8	186	186	164.4	11.7	11.7	5	0.7	0
Тернопільська	235	148.3	238.6	292.9	209.3	9.9	9.9	8.6	20.6	0.7
Харківська	718.1	441.4	494	494	438	301.3	301.3	140.3	4.7	0
Хмельницька	583.1	445.6	365.5	319.5	240.7	0.5	0.5	0.5	6.1	0
Черкаська	214.7	163.7	205.1	205.1	176.8	27.8	27.8	13	7.1	4.2

ДОДАТОК В. 1

Чисельність личинок шведської мухи на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2002–2019 рр.

Область	Роки, екз./м ²																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	16	22	12	13	19	19	23	4.4	4.3	2.2	1.7	1	5	1.7	1.6	2.3	2	2
Київська	2.7	2	1.9	4	2.4	2.5	3.6	2.7	3.2	8.3	3.3	8	2.8	1.5	1.8	2	1	1
Черкаська	10	13	11	3	16	9	6.2	6.8	5.9	4	1.8	1.1	1.9	0.8	1.4	1.2	0.7	1.6
Полтавська	12	19	17	18	6	7	7	7.9	6	4	5	1.9	2.2	4.4	2	2	1.1	1.7
Харківська	7	1.8	7	2.7	2.1	2.5	1	1.6	0.8	0.4	1.6	0.7	1.3	1.1	1.2	2	1.5	1.9
Сумська	0.8	0.5	1.2	5	2	0.6	0.6	1.3	0.9	1.6	1.9	0	1.7	1.3	1.3	2	1.4	1.4
Хмельницька	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	19	13	3.2	2.1	1	1	1.1	0.9	0.8	0.8	1.1	1.1
Тернопільська	1.7	2.6	1.5	3.7	3.7	3.4	4	2.5	1.9	1.5	1.6	1.8	1.6	1.3	2.3	1.4	1.3	1.5

ДОДАТОК В. 2

Моніторинг шведської мухи на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2002–2019 рр.

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	195	162	127	141	110	60	93	85	91	49	85	5	73	40	37	37.25	34	22.53
Київська	48	63	45	62	54	153	40	56	56	35	47	54	48	32	28	34.5	35	35.1
Черкаська	49	50	45	46	45	39	39	32	40	44	34	28	31	11	27	12.44	9.44	10.9
Полтавська	84	92	96	75	59	43	37	54	60	46	76	36	44	17	19	21	88	14.26
Харківська	141	194	93	137	145	120	121	200	127	103	101	70	84	31	27	17.5	13.4	10.6
Сумська	11	21	32	35	30	29	27	20	32	32	31	33	46	37	32	27.1	27.4	32
Хмельницька	18	17	14	27	18	21	110	12	49	29	28	15	12	10	7,4	5.9	3.6	4.6
Тернопільська	17	15	13	15	18	13	16	17	17	19	17	17	18	16	11,1	10.8	10.1	10.7

ДОДАТОК В. 3

Пошкодження рослин пшениці озимої личинками шведської мухи, у відсотках за 2002–2019 рр.

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Київська	0.8	0.4	0.6	0.9	0.8	0.9	0.9	0.7	0.8	0.5	1.1	2	0.7	0.4	0.4	0.7	0.4	0.4
Черкаська	2	1.7	2	3	7	3	2	2.3	1.5	1.1	0.6	0.3	0.5	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4
Полтавська	1.5	2.6	2.6	3	1	1.5	1.5	1.9	1.4	1.7	1	0.6	0.9	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5
Харківська	2	0.6	1.8	0.7	0.7	1	0.3	0.4	0.2	0.1	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.5
Сумська	0.2	1.5	0.3	1.1	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
Хмельницька	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	5	2.5	0.8	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3
Тернопільська	0.4	0.6	0.3	1	0.9	0.9	1	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4
Вінницька	1,9	2	1,8	2,3	2	2,4	1,8	1,8	1.2	0,7	0.9	0.8	0.7	0.4	0,4	0,3	0.3	0.7

ДОДАТОК В. 4

Заселеність посівів пшениці озимої шведською мухою в Лісостепу України, у відсотках за 2002–2019 рр.

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Київська	40	51	64	76	63	43	75	57	39	49	51	46	56	44	93	39	16	16
Черкаська	40	54	47	43	36	36	31	38	40	54	29	21	35	45	11	17	9	13
Полтавська	11	28	23	24	22	19	14	15	8	13	17	22	29	32	21	20	5	25
Харківська	21	16	18	8	8	5	7	7	2	1	9	10	6	4	4	5	4	4
Сумська	27	71	38	23	57	14	15	55	59	53	39	14	15	16	16	20	19	17
Хмельницька	33	29	43	4	33	33	49	54	73	52	21	33	42	26	27	31	6	54
Тернопільська	35	40	23	73	56	38	44	41	35	32	29	29	39	21	29	19	16	19
Вінницька	30	30	29	25	50	11	40	29	10	9	11	10	8	9	4	4	3	8

ДОДАТОК В. 5

Чисельність личинок пшеничної мухи на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2002–2019 рр.

Область	Роки, екз./м ²																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	10	20	12	15	5	1.8	0	0	0	0	0,7	1	1	0.9	1	1	0	1.3
Київська	1.2	1.5	0	7	3	1.5	2	2	1.3	1	1.6	2.4	1.6	0	0	0	0	0
Черкаська	1.4	1.7	0.5	6	5	2	1.5	1.5	2.4	2	1.8	2	1.9	1.1	0.8	0.9	0.5	0.6
Полтавська	9	12	12	8	12	6	6.3	3.8	4	2	2	0.8	1.6	2	0.4	0.4	0.4	0.4
Харківська	24	15.3	3	15.7	8.5	5.8	9	3.6	4.3	1.9	3.7	2.6	2.8	1.1	5.3	2	2	2
Сумська	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Хмельницька	1	9	1	0	1.1	1.2	5	1.2	0.4	0.3	0.6	0.6	0.7	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2
Тернопільська	0	2.2	1	1	1	6	2.8	2	1	1	1.1	1.2	1.3	1	0.9	1	1	0.8

ДОДАТОК В. 6

Моніторинг пшеничної мухи на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2002–2019 рр.

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	2	3	3	9	11	10	10	8	8	12	16	22	20	7	7	38.17	28.6	22.38
Київська	48	16	45	42	51	47	37	46	54	35	47	54	47	44	42.4	39.6	27.8	22.5
Черкаська	39	19	41	38	45	49	40.5	45.5	49	40	43	50.5	45	41	39.4	29.7	28.2	21.9
Полтавська	84	92	96	75	59	43	37	54	60	46	59	34	44	17	19	21	88	14.26
Харківська	116	200	131	138	145	144	117	202	132	103	101	70	84	31	27	17.5	13.4	10.6
Сумська	11	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Хмельницька	18	2	14	0	18	21	11	13	49	3	2	2	0.8	3	2	4	5	2
Тернопільська	17	15	13	15	18	13	16	17	17	19	17	17	18	16	11	10.8	10.1	10.7

ДОДАТОК В. 7

Пошкодження рослин пшениці озимої личинками пшеничної мухи, у відсотках за 2002–2019 рр.

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	2	5	3	4	1.2	0.4	0	0	0	0	0.2	0.25	0.25	0.3	0.3	0.3	0	0.3
Київська	0.3	0.4	0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.4	0.8	0.4	0	0	0	0	0
Черкаська	0.6	0.8	0.2	1.2	1.4	1.1	1	1.1	0.9	0.8	0.8	1.2	0.6	0.8	0.8	0.4	0.5	0.6
Полтавська	1.3	1.8	1.6	1.1	1.9	1	1.6	1.2	0.9	0.6	0.6	0.2	0.6	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1
Харківська	8	5.2	0.9	5.5	2.1	2	3	1.7	1	0.6	0.7	0.8	0.8	0.3	1.3	0.5	0.6	0.6
Сумська	5	9	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Хмельницька	0.2	2	0.2	0	0.2	1.5	1.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
Тернопільська	0	0.5	0.2	0.2	0.2	3.2	0.7	0.5	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2

ДОДАТОК В. 8

Заселеність посівів пшениці озимої пшеничною мухою в Лісостепу України, у відсотках за 2002–2019 рр.

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	2	2	1	2	2	1	0	0	0	0	1,3	1	0.3	0.6	0.3	0.3	0	0
Київська	4	0.4	0	0.2	17	7	14	6	6	6.3	8	7	10	0	0	0	0	0
Черкаська	3.5	0.7	0.8	0.5	13	6.4	12.5	7.1	6.3	5.8	6.5	6.5	9	8	8	7	6.5	6.5
Полтавська	5	8	9	7	9	5	3	4	3	7	6	3	2	1.4	1.8	1.6	2	3.6
Харківська	23	28	17	23	23	22	16	25	4	6	5	4	3	1.7	2.2	0.4	0.4	0.8
Сумська	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Хмельницька	2	0.2	2	0	2	2	2	3	0.1	0.3	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4
Тернопільська	0	3	2	3	1	4	3	3	2	2.5	2	3	4	2.8	2.2	1.5	1.3	1.5

ДОДАТОК В. 9

Чисельність личинок гессенської мухи на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2002–2019 рр.

Область	Роки, екз./м ²																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	7	11	6	5	6.6	7.2	16	2.1	2	0.8	0.7	0.2	1.5	1.9	1.5	2	1.8	1.5
Київська	3	1.8	0.7	2.5	1.6	1.6	2.2	2.4	2.2	2.8	3	6	2.1	1.5	1.7	2.6	0	0
Черкаська	4	4	4	1	11	8	2.2	2.8	2.3	2.4	1.9	0.5	3.4	0.6	1.2	0.8	0.6	0.9
Полтавська	11	17	16	14	15	6	9	5	6	4	4	2	2	4	2.4	2	1.2	1
Харківська	4.2	1.7	3.2	2.7	0.4	0.5	1.1	1	0.4	1.2	0.5	4.8	1	1.1	3.2	2	1	1.7
Сумська	1.3	0.3	0.5	1.2	0.5	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	1.3	0	14	1.4	1.7	1.5	1.3	1.3
Хмельницька	1	0.7	0.8	0.8	0	0	6.6	6.5	2	1.6	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	1
Тернопільська	2	1	1.3	1.5	0.5	0.6	5.9	6.7	3	2	1	1.4	1.2	1.6	1.3	1.3	0.8	1.9

ДОДАТОК В. 10

Чисельність личинок хлібних жуків на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2002–2019 рр.

Область	Роки, екз./м ²																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	0.9	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Київська	1.2	1.5	1.7	2.7	1.9	0.9	0.8	0.9	0.7	0.9	1.2	1.2	0.9	1.4	0.9	0.9	0.9	0.8
Черкаська	1.4	0.8	0.8	1.2	1	0.7	0.8	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.9	0.7	1	0.7
Полтавська	1.7	1.8	1.8	1.5	1.6	1.6	1.3	1.4	1.2	1.4	1.5	1.5	1.1	0.8	0.5	0.5	0.5	0.6
Харківська	2	2.4	1.6	1.2	1	0.9	0.7	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	1.1	0.9	1.1	0.8	0.8
Сумська	3	3.3	1.4	1.1	0.9	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	1.1	1	1.3	0.9	0.7	1	0.7	0.9
Хмельницька	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.5	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8
Тернопільська	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3

ДОДАТОК В. 11

Моніторинг хлібних жуків на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2002–2019 рр.

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	158	130	132	141	153	132	133	99	75	62	59	64	46	50	9	7	4.71	2.58
Київська	114	55	59	54	121	132	125	130	125	106	101	95	110	97	93	97	80	88
Черкаська	60	59	66	61	64	69	54	56	55	50	37	47	49	14	30	42	34	31.01
Полтавська	135	122	112	104	98	105	87	65	56	3	6	4	2.5	1.3	97	1.3	0.7	0.5
Харківська	109	148	121	138	142	126	128	134	149	155	142	134	132	56	60	43	41	28.8
Сумська	16	27	300	4	39	32	38	42	54	90	118	119	121	114	119	129	130	121.2
Хмельницька	112	132	110	98	112	110	94	81	60	48	45	51	50	38	35	30	26	27
Тернопільська	79	73	171	58	53	58	59	61	71	71.1	72	74	81	65	60	70	64.1	3.8

ДОДАТОК В. 12

Заселеність посівів пшениці озимої імаго хлібного жука в Лісостепу України, у відсотках за 2002–2019 рр.

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	18	11	14	13	20	17	16	17	15	18	15	2	20	20	67	21	26	26
Київська	38	86	83	80	38	29	30	32	32	33	40	67	28	34	24	23	18	21
Черкаська	53	42	44	39	45	39	44	45	49	38	89	25	26	18	20	17	16	21
Полтавська	50	53	55	54	54	54	52	44	36	100	67	50	56	46	39	54	43	100
Харківська	45	30	48	37	35	23	23	25	27	26	29	25	26	23	22	26	20	28
Сумська	56	52	6	75	44	31	30	28	28	19	23	14	21	25	24	23	23	20
Хмельницька	3	3	5	3	3	3	5	2	4	2	4	16	12	11	11	8	12	8
Тернопільська	8	5	6	10	6	5	9	10	11	12	22	23	25	23	29	27	27	26

ДОДАТОК В. 13

Чисельність личинок хлібної жужелиці на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2002–2019 рр.

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	0.6	0.5	0.6	0.5	0.8	0.6	0.7	1.1	0.8	0.5	0.9	0.6	0.6	1.3	0.6	0.6	0.6	0.6
Київська	1	0.5	0.5	0.4	0.2	0.4	0.5	0.7	0.5	0.5	0.4	0.8	0.6	1	0.7	0.7	0.7	0.5
Черкаська	0.8	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	0,3	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	0.6	0.6	0.6	0.7
Полтавська	1.3	1.1	1.2	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.5	0.6	0.5	1	0.7	0.7	0.5	0.5	0.6
Харківська	0.9	1	1	1.1	0.8	1	0.8	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7	0.8
Сумська	1.9	1.3	1.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0,7	0.7	0.6	0.2	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.7	0.7
Хмельницька	0.7	0.2	0.5	0.5	0.5	1	1.2	1.4	1.4	0.9	1	1	1.3	1.3	1	1	0.8	0.9
Тернопільська	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3

ДОДАТОК В. 14

Чисельність клопа шкідливої черепашки на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2002–2019 рр.

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	0.5	0.7	0.7	0.6	0.4	0.7	0.7	1.1	0.9	1.2	1	0.9	0.3	0.7	0.3	0.4	0.4	0.5
Київська	0.7	0.9	0.5	0.9	0.4	0.4	0.5	0.9	1.2	0.6	0.7	1	0.9	1	0.7	0.6	0.7	0.6
Черкаська	0.3	0.3	0.3	0.6	0.9	0.6	0.8	0.6	0.9	0.8	0.6	0.8	0.4	0.7	0.2	0.3	0.3	0.84
Полтавська	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	1.1	0.7	0.9	0.4	0.4	0.4	0.3
Харківська	6.5	4	4.7	4.4	0.9	0.7	0.8	1.8	1.5	2.1	2.3	1.2	0.9	1.3	0.8	0.7	1	0.8
Сумська	0.3	0.4	0.3	1.3	0.2	0.4	0.3	0.5	0.4	0.7	0.9	1.1	0.8	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7
Хмельницька	0.4	0.2	0.5	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.9	0.9	0.3	0.4	0.8	0.8	0.5	0.6	0.6
Тернопільська	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.3	0.6	0.4	0.2	0.2	0.3	0.5	0.2	0.3

ДОДАТОК В. 15

Моніторинг клопа шкідливої черепашки на посівах пшениці озимої в Лісостепу України, 2002–2019 рр.

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	47	55	36	35	38	42	39	61	66	66	60	60	1	1.1	0.9	1	0.81	0.73
Київська	67	86	86	80	91	88	88	100	75	73	80	58	3	2.2	2	2.15	1.8	2.5
Черкаська	62	60	63	56	44	50	43	50	75	53	50	53	1	1.5	0.9	0.79	0.35	0.46
Полтавська	52	56	64	62	74	72	83	88	82	76	48	60	2.2	3	3.15	3	3.5	0.35
Харківська	67	62	78	66	43	50	59	55	50	59	66	67	1.6	0.5	0.4	0.25	0.2	0.08
Сумська	25	25	33	10	40	33	25	28	27	28	25	31	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
Хмельницька	17	17	20	14	17	18	14	10	4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2
Тернопільська	17	18	17	19	15	15	15	16	17	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2

ДОДАТОК В. 16

**Заселеність посівів пшениці озимої клопами шкідливої черепашки в Лісостепу України,
у відсотках за 2002–2019 рр.**

Область	Роки																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вінницька	200	225	251	85	148	160	154	155	245	220	174	230	189	189	187	156	144	78.6
Київська	9	11	8	4	4	6	8	6	8	11	10	8	74	65	59	64	57.5	42.8
Черкаська	52	39	3	12	31	45	55	36	54	48	93	104	66	34	12	12	19.2	8.1
Полтавська	180	235	250	28	173	196	172	218	245	219	162	182	144	140	97	74	87	64
Харківська	208	257	327	202	276	293	224	257	287	262	163	307	171	112	115	84	79	38
Сумська	47	47	42	26	39	40	43	43	48	57	67	60	59	47	44	58	63.2	40
Хмельницька	6	5	5	5	5	4	6	15	33	30	32	33	32	38	19	17	18	18.2
Тернопільська	10	12	12	14	13	12	11	10	7	8	10	6	5	6	6	7	8	4

