

ЗАХИСТ РОСЛИН

УДК 632.7:632.93:633.1

КОМПЛЕКСНІ ПОРОГИ ШКОДОЧИННОСТІ ҐРУНТОВИХ ФІТОФАГІВ І ОСОБЛИВОСТІ ЗАХИСТУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. В. САХНЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Д. В. САХНЕНКО, аспірант*

*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

E-mail: Sakhnenko@gmail.com

Анотація. *Висвітлено особливості розмноження основних шкідливих організмів на посівах зернових культур і встановлені комплексні пороги шкодочинності ґрунтових фітофагів. Проведено аналіз шкодочинності сучасного ентомокомплексу пшениці озимої, кукурудзи, жита, тритикале в Лісостепу України. За показниками сезонної і багаторічної динаміки чисельності шкідників визначені втрати врожаю зерна.*

Обґрунтованим є розуміння розподілу ентомологічних об'єктів в агроценозах, яке часто має контагіозну форму, відбивається в показнику «площа максимальної шкодочинності», наприклад для ґрунтових фітофагів з урахуванням радіуса їх добового переміщення. Для сучасних умов ведення рослинництва актуальним є визначення сумарної потреби шкідників в харчуванні (ПЖР) за фактичною сукупністю особин виду на різних етапах онтогенезу зернових культур, на конкретній площі, в певний період формування агроценозу з урахуванням частки рослинного харчування шкідника, яке змінюється в часі.

У сучасних умовах розвитку сільського господарства особливого значення набуває високоефективне застосування новітніх технологій і прогресивних систем захисту зернових культур від комплексу шкідливих організмів, негативно впливають на формування і розвиток рослин і врожай зерна пшениці, жита, кукурудзи, тритикале. Застосування у виробництві моделей розрахунку комплексних порогів шкодочинності фітофагів на посівах зернових культур по теоретичних даних динаміки чисельності личинок комах за різними періодами розвитку достовірно (до 92 %) дозволяє визначити кількісні зміни ентомокомплексу в часі і просторі. При цьому особливого значення набуває розробка і впровадження у виробництво мікро і макropорогов шкідливості ґрунтових фітофагів, і дозволить визначити очікувані від шкідників втрати зернових культурах в Лісостепу України.

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор М. М. Доля

© В. В. САХНЕНКО, Д. В. САХНЕНКО, 2018

Ключові слова: зернові культури, прогноз, агробіоценози, ґрунтові шкідники, комплексні пороги шкодочинності, заходи захисту зернових культур

Актуальність дослідження. Актуальним є вивчення якісних показників і механізмів формувань ентомокомплексу різних таксономічних угруповань, а також розробка захисних заходів від комплексу шкідників. Зокрема граничних показників шкідливості основних видів фітофагів з оцінкою компенсаторною реакції зернових культур на різних етапах органогенезу рослин.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Експериментальні дані вітчизняних та зарубіжних досліджень, а також виробничий досвід свідчить про те, що використання засобів захисту від комплексу шкідників та розробка захисних заходів проти них за допомогою формування порогів шкодочинності ґрунтових фітофагів є високоефективним ресурсоощадним агрозаходом. Це сприяє врожайності зернових культур на 25 % і більше, а також зростанню продуктивності праці, зниженню витрат палива, зменшенню ущільнення ґрунту (за рахунок скорочення проходів агрегатів по полю), зниженню невикористаних витрат поживних речовин.

Мета досліджень – обґрунтувати комплексну систему застосування комплексних порогів шкодочинності ґрунтових фітофагів та визначення особливостей захисту зернових культур проти шкідників в сучасних технологіях вирощування зернових культур України.

Матеріали та методи досліджень. У дослідженнях використовували загальноприйняті польові та лабораторні методи досліджень, а також розрахунково-порівняльний і математично-статистичний аналізи експериментальних даних.

Експерименти виконували за загальноприйнятими методиками (Левін Н. А., 1969; Поляков І. Я., 1975; Григоренко В. П., 1981; Доспехов Б. О., 1985; Омелюта В. П., 1986; Шапіро І. Д., 1986; Федоренко В. П. 1997; Трибель С. О. та ін., 2001; Андрійчук В. Г., 2002 моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: підручник / [Довгань С. В., Доля М. М., Мороз М. С. Борзих О. І., Ющенко Л. П.]. – К.: Агроосвіта, 2014. – 279 с.).

Результати дослідження та їх обговорення. Узагальнені сучасні теорії інтегрованого управління чисельністю шкідників, які визначають концепції економічних рівнів шкідливості фітофагів, а саме залежність зв'язку "пошкодження-школа" з новітнім моніторингом шкідників на основних етапах формування врожаю зернових культур.

Виділено окремі закономірності і механізми формувань ґрунтових шкідників та ефективність використання профілактичних заходів регулювання чисельності комплексу шкідників при різних рівнях економічної шкідливості [5, 9]. Уточнені зв'язку ентомокомплекс за низьких рівнів ЕПШ [3, 4, 12], які мають місце за сучасних умов розвитку ґрунтових шкідників, а також їх харчування з показниками енергетичного принципу визначення рівнів і порогів шкодочинності. Це є основою розробки і застосування (макро-) і (мікро-) порогів шкодочинності.

При цьому визначення комплексного порогу шкодочинності (КПВ) для кукурудзи по личинок хрущів і західного кукурудзяного жука, на основі потреби в харчуванні оцінені на стадії личинок різного віку (за 3 % рівні втрат) – для гібридів Сплендіс F1 ФАО 240, Кадр 217 МВ і Тосс 231 МВ в фазу 2⁻³ листків - +0,00000004987, +0,00000003304 і +0,00000001697 екз./м², 5 листя - +0,000000010092, +0,00000004455 і +0,00000002414 екз./м² відповідно. Так, чисельність порядку 10⁻⁵ свідчить лише про наявність шкідників в агроценозах і на позначеному рівні впливає на економічно значущі втрати врожаю зерна. Але з огляду на потреби в харчуванні фітофагів і біомасу кореневої системи рослин обґрунтованим є необхідність застосування засобів регулювання чисельності цих видів шкідників і головним чином в присутності в агроценозах тільки карантинних видів фітофагів [3, 10].

Пояснюється це невідповідність: компенсаторною реакцією рослин на збільшення площі живлення в результаті випадання пошкоджених рослин і стійкістю їх до пошкодження шкідником. Важливо значення чисельності «10⁻⁵», яке виявилось мінімальним для 3 % рівня втрат, а загальноприйняті пороги шкодочинності з максимальними показниками компенсації рослинами, і залежністю втрат врожаю від чисельності фітофагів буде ступінчастий характер.

Заслуговує на увагу те, що в межах 3 % рівня втрат існують макро-мікро пороги коливання, відстань між якими обирається компенсаторною реакцією зернових культур або стійкістю їх пошкоджень комплексом шкідливих видів комах.

В основу алгоритму покладено визначення потреби чисельності в харчуванні (ПЖ), яка розраховується відповідно значень маси шкідника (його шкідливої стадії і її віку) [1]:

$$ПЖ = \sum 16,54 W i 0,75 A B C K - 1 \text{ мг/м}^2 \text{ добу, за } 20, \quad (1)$$

де 16,54 W і 0,75 – пасивний енергообмін особини на певній стадії розвитку за маси її в грамах; A = 2,5; B = 2 і C = 2 – поправки на активний обмін, засвоєння і споживання відповідно;

K – калорійність корму 0,45 ккал / мг сирової маси рослин або 1,2 ккал / мг - тварин;

Σ - сума за безліччю n особин (1, ..., n).

Використання зазначеного нового методу базується на прийнятті оптимальної температури повітря 20 °С, як такої, за якої енерговитрати комахи рівні добовим енерговитратам при змінній температурі [4, 5].

Для сучасних умов ведення рослинництва актуальним є визначення сумарної потреби шкідників в харчуванні (ПЖР) за фактичною сукупністю особин виду на різних етапах онтогенезу зернових культур, на конкретній площі, в певний період формування агроценозу з урахуванням частки рослинного харчування шкідника, яке змінюється в часі (Крч) [2, 4]:

$$ПЖР = (Rim + RL + Rnim) Kрч (t), \text{ мг / м}^2 \text{ за } 20^\circ \text{ C}, \quad (2)$$

де R – пасивний енергообмін імаго (*im* - капустянка), личинок (*L* - пластинчатовусих, дротяники і несправжнього дротяники), німф, за маси їх в грамах;

$Kpч(t)$ – коефіцієнт рослинної частки в харчуванні в момент часу t .

Це дозволить оцінити вплив ґрунтового виду шкідника на урожай культури за визначенням залишкового врожаю ($У$), тобто врожаю, який ще можна отримати від пошкоджених фітофагами рослин. Водночас важливими показниками є біомаса підземної частини рослини на різних фазах її розвитку і кількість її на 1 м^2 при загальноприйнятих технологіях вирощування, а також планований урожай при ресурсозберігаючих системах землеробства [4, 6].

$$B = | (B(t) - ПЖР T) 100 / B(t) |, \% \quad (3)$$

де $B(t)$ – біомаса підземної частини рослини, $\text{гр} / \text{м}^2$;

T – коефіцієнт, що враховує факт загибелі розсади у разі харчування шкідника її підземною частиною.

Отримані значення фактичного і розрахункового врожаю необхідно порівняти із середнім залишковим урожаєм і оцінити таким чином шкоду, заподіяну шкідником на момент обліку. Для визначення втрат у відсотках досить значення B відняти від 100% рівня шкідливості. Втрати врожаю класифікують за наступними градаціями: до 10% – слабкі, $11-20$ – помірні, $21-30$ – середні, $31-50$ – сильні і більше 50% – загрозливі. Поріг шкодочинності визначається 10% рівнем втрат врожаю зерна на кожному окремому посіві сільськогосподарських культур.

Доцільно зазначити, що ці втрати зовсім необов'язково поширюються на всю посівну площу культури, оскільки для різних стадій кожного ґрунтового шкідника існують певні максимальні значення добового переміщення. Тобто, втрати врожаю стосуються тільки площі максимальної шкодочинності (S_w), яка розраховується за формулою [7, 12].

$$S_w = \pi r^2, \text{ м}^2, \quad (4)$$

де $\pi = 3,14$ (const)

r - радіус добового переміщення шкідника., м.

Площа культури, на якій будуть мати місце втрати врожаю (площа втрат S_e), розраховується за формулою.

$$S_e = R_\phi S_w, \text{ м}^2, \quad (5)$$

де R_ϕ – чисельність певної стадії шкідника, екз / м^2 .

У вигляді блок-схеми описаний алгоритм можна представити в такий спосіб (рис. 1).

Так, на основі фізіології і показників енергетики комах, розраховуються очікувані максимальні втрати врожаю кожної зернової культури з варіацією

даних на заселених фітофагами площах культури, оскільки найчастіше ґрунтові фітофаги займають в агроценозах локальні осередки.

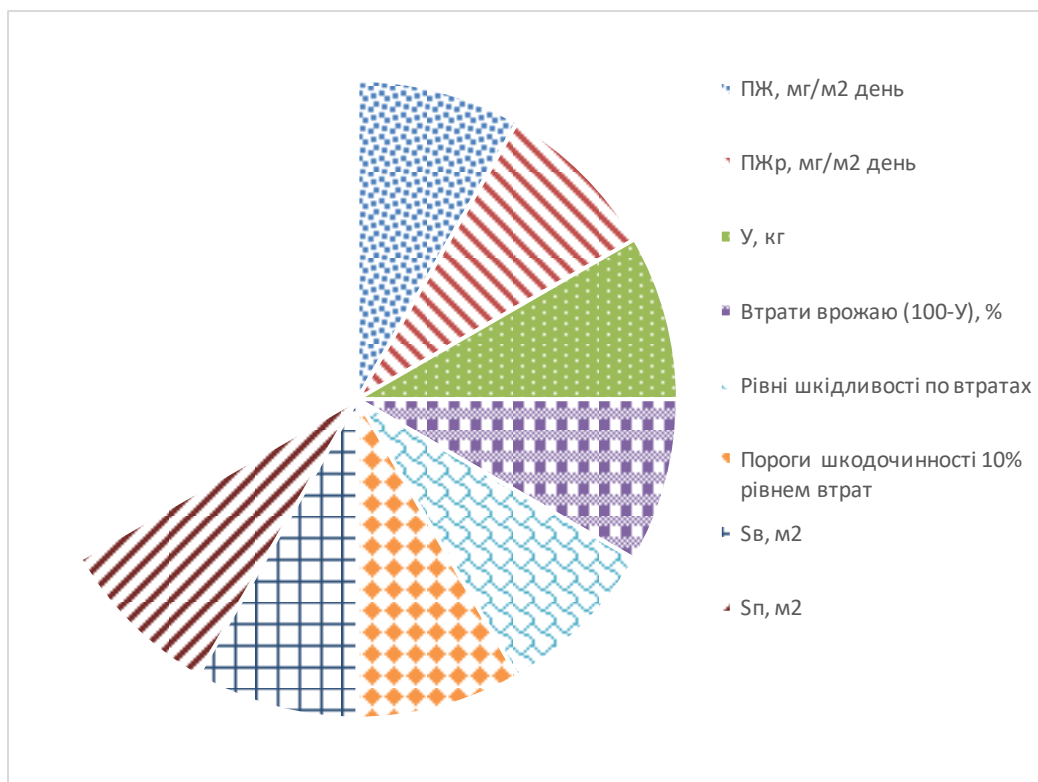


Рис.1. Схема алгоритму структурованої системи мікропорогів

Для різних стадій шкідників існують певні максимальні значення добового переміщення (табл. 1), а отже, втрати врожаю є головним чином на площі максимальної шкідливості і визначаються за формулою, наведеною вище. Визначення площі під культурою, на якій будуть спостерігатися розрахункові втрати врожаю зерна – площі втрат (S_v).

Доцільно розрахувати за наведеною вище формулою. Для кожної стадії визначаються свої значення S_v , які потім додаються і визначаються економічними показниками і страховими механізмами оптимізації фітосанітарного стану агроценозів.

У 2010-2017 роках східний (*Melolontha hippocastan* F.) і західний (*Melolontha melolontha* L.) хрущі масово заселяли агробіоценози і впливали як на ріст і розвиток культурних рослин, так і на міжвидові показники конкуренції фітофагів в регіоні спостережень.

При цьому першими навесні вилітали самці за температури на глибині ґрунту 10 см в межах 9,6-11,5 °C, для вильоту самок на цій глибині потрібна температура не менше 13 °C. Західний травневий хрущ більш теплолюбний і його льот починався зазвичай на 10-14 днів пізніше літа східного хруща.

Таким чином, генерація хруща частіше 4-річна, але може бути і 3- і 5-річна. Закінчення генерації хрущів характеризується масовим виходом імаго, так звані "літні" роки, які необхідно відрізняти від років підвищеної

чисельності шкідників з масовим пошкодженням листя багаторічних насаджень, що відзначено в 2012, 2016 роках.

1. Добове переміщення ґрунтових фітофагів в ґрунті

Стадія онтогенезу	Радіус добового переміщення $-r$, м	Площа максимальної шкідливості, м ²
Совка озима		
L ₃	1,32	5,47
L ₄	9,37	275,68
L ₅	7,59	180,89
Nim	7,44	173,81
Im	10,91	373,75
Майські жуки		
L ₁ (личинки першого року життя)	0,19	0,11
L ₂ (личинки другого року життя)	0,42	0,55
L ₃ (личинки третього року життя)	0,9	2,54
Західний кукурудзяний жук		
L ₁	0,35	0,39
L ₂	0,35	0,39
L ₃	0,35	0,39

Висновки і перспективи. У сучасних системах захисту зернових культур від комплексу шкідливих видів комах доцільно враховувати механізми саморегуляції та фактори, що впливають на показники просторових міграцій фітофагів, а також закономірності локальних проявів їх шкідливості на різних етапах онтогенезу рослин.

Застосування у виробництві моделей розрахунку комплексних порогів шкодочинності фітофагів на посівах зернових культур за теоретичними даними динаміки чисельності личинок комах з різними періодами розвитку достовірно (до 92 %) дозволяє визначити кількісні зміни ентомокомплексу в часі і просторі.

Для всіх форм господарств з дотриманням нових польових сівозмін і оптимізації фітосанітарного стану необхідно впроваджувати дистанційну структурно-технологічну схему комбінованої автоматичної системи оцінки сезонного і багаторічного коливання чисельності шкідників з енергетичних трофічними ланцюгами.

Список використаних джерел

1. Орлов В. Н. Вредители зерновых колосовых культур. М.: Печатный город, 2006. 104 с.
2. Санін С. С. Болєзни зернових колосових культур. М.: ФГНУ «Росинформагро тех», 2010. 140 с.
3. Фокін А. В., Адамчук А. С. Прогностичні моделі поширення діабротика з транспортом. *Захист і карантин рослин*. 2004. №12. С. 38–39.

4. Фокін А. В. Розрахунок порогів шкодочинності ґрунтових шкідників. *Захист і карантин рослин*. 2005. №3. С. 70–71.
5. Фокін А. В. Ґрунтові фітофаги: енергетична концепція визначення рівнів та порогів шкідливості. К.: Видво «Колобіг», 2008. 152 с.
6. Фокін А. В. Рівні шкодочинності західного кукурудзяного жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte. *Вісник захисту рослин*. 2006. №1. С. 61–62.
7. Шарипова О. Агроекологические и экономические пороги вредоносности. – URL: <http://go/mail.ru/search> (дата звернення: 15.02.2018).
8. Donatelli M., Bregaglio, Willocquet L., Whish JPM, Savary S., Modelling the impacts of pests and diseases on agricultural systems. *AGRICULTURAL SYSTEMS*. 2017. 155. 10.1016/2017.01.019. P. 213-224.
9. Dominati E., Patterson M. and Mackay A. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics*. 2010. No. 69. P. 1858 - 1868.
10. Ingram J., Fry P. and Mathieu A. Revealing different understandings of soil held by scientists and farmers in the context of soil protection and management. *Land Use Policy*. 2010. No. 27. P. 51 - 60.
11. Lopes A. A. C., Sousa D. M. G., Chaer G. M., Junior F. B. R., Goedert W. J. and Mendes I. C. Interpretation of microbial soil indicators as a function of crop yield and organic carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2013. No. 77. P. 461–472.
12. Milosavljevic I., Esser, Aaron D. Effects of environmental and agronomic factors on soil-dwelling pest communities in cereal crops. *AGRICULTURE ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT*. 2016. 225. 10.1016/2016.04.006. P. 192 - 198.

References

1. Orlov, V. N. (2006). Vrediteli zernovykh kolosovykh kul'tur [Pests of cereal crops]. The City of Printing, 104.
2. Sanin, S. S. (2010). Bolezni zernovykh kolosovykh kul'tur [Diseases of grain crops]. Moscow: FGNU "Rosinformagrotekh", 140.
3. Fokin, A. V., Adamchuk, A. S. (2004). Prognostychni modeli poshyrennya diabrotyka z transportom [Prognostic models of distribution of diabrotics with transport]. *Protection and quarantine of plants*, 12, 38-39.
4. Fokin, A. V. (2005). Rozrakhunok porohiv shkodochynnosti hruntovykh shkidnykiv [Calculation of thresholds for damage to soil pests protection and quarantine of plants]. *Protection and quarantine of plants*, 3, 70-71.
5. Fokin, A. V. (2008). Hruntovi fitofahy: enerhetychna kontseptsiya vyznachennya rivniv ta porohiv shkidlyvosti [Ground phytophages: the energy concept of determining the levels and thresholds of damage]. Vidvo "Kolobig", 152.
6. Fokin, A. V. (2006). Rivni shkodochynnosti zakhidnoho kukurudzyanoho zhuka *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte. [Levels of damage to the western corn beetle *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte]. *Bulletin of Plant Protection*, 1, 61-62.
7. Agroecological and economic thresholds of maliciousness. Available at: <http://go/mail.ru/search>.
8. Donatelli, M., Magarey, RD., Bregaglio, Willocquet, L., Whish, JPM., Savary, S. (2017). Modelling the impacts of pests and diseases on agricultural systems. *AGRICULTURAL SYSTEMS*, 155, 213-224, doi: 10.1016/j.agsys.2017.01.019.

9. Dominati, E., Patterson, M. and Mackay, A. (2010). A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics* 69, 1858 - 1868.

10. Ingram, J., Fry, P. and Mathieu, A. (2010). Revealing different understandings of soil held by scientists and farmers in the context of soil protection and management. *Land Use Policy* 27, 51 - 60.

11. Lopes, A. A. C., Sousa, D. M. G., Chaer, G. M., Junior, F. B. R., Goedert, W. J. and Mendes, I. C. (2013). Interpretation of microbial soil indicators as a function of crop yield and organic carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 77, 461–472.

12. Milosavljevic, Ivan, Esser, Aaron D. (2016). Effects of environmental and agronomic factors on soil-dwelling pest communities in cereal crops. *AGRICULTURE ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT*. - 225, 192-198. doi: 10.1016/j.agee.2016.04.006.

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОРОГИ ВРЕДНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ФИТОФАГОВ И ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

В. В. Сахненко, Д. В. Сахненко

Аннотация. Освещены особенности размножения основных вредных организмов на посевах зерновых культур и установлены комплексные пороги вредности грунтовых фитофагов. Проведен анализ вредности современного энтомокомплекса пшеницы озимой, кукурузы, ржи, тритикале в Лесостепи Украины. По показателям сезонной и многолетней динамики численности вредителей определены потери урожая зерна.

Обоснованным является понимание распределения энтомологических объектов в агроценозах, которое часто имеет контагиозную форму, отражается в показателе «площадь максимальной вредности», например, для грунтовых фитофагов с учетом радиуса их суточного перемещения. Для современных условий ведения растениеводства актуальным является определение суммарной потребности вредителей в питании (ПЖР) по фактической совокупности особей вида на разных этапах онтогенеза зерновых культур, на конкретной площади, в определенный период формирования агроценоза с учетом доли растительного питания вредителя, которое изменяется во времени.

В современных условиях развития сельского хозяйства особое значение приобретает высокоэффективное применение новейших технологий и прогрессивных систем защиты зерновых культур от комплекса вредных организмов, которые отрицательно влияют на формирование и развитие растений и урожай зерна пшеницы, ржи, кукурузы, тритикале. Применение в производстве моделей расчета комплексных порогов вредности фитофагов на посевах зерновых культур по теоретическим данным динамики численности личинок насекомых с учетом разных периодов их развития достоверно (до 92 %)

позволяет определить количественные изменения энтомокомплекса во времени и пространстве. При этом особое значение приобретает разработка и внедрение в производство микро и макропорогов вредности грунтовых фитофагов, что позволит определить ожидаемые от вредителей потери зерновых культурах в Лесостепи Украины.

Ключевые слова: зерновые культуры, прогноз, агробиоценозы, грунтовые вредители, комплексные пороги вредоносности, меры защиты зерновых культур

COMPLEX THRESHOLDS OF HARMFULNESS OF SOIL PHYTOPHAGES AND FEATURES OF PROTECTION OF GRAIN CROPS IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

V. V. Sakhnenko, D. V. Sakhnenko

Abstract. The peculiarities of reproduction of the main pests on crops of cereal crops are highlighted and complex thresholds of harmfulness of soil phytophages are established. The analysis of the harmfulness of the modern plant of winter wheat, maize, rye, triticale in the forest-steppe of Ukraine was carried out. According to the indicators of seasonal and long-term dynamics of pest numbers, certain losses of grain yield.

It is reasonable to understand the distribution of entomological objects in agrocenoses, which often has a contagious form, is reflected in the indicator "area of maximum severity", for example for soil phytophagous species, taking into account the radius of their daily movement. For the current conditions of crop management, it is actual to determine the total need of pests in the diet by the actual population of the species at different stages of ontogenesis of cereals, in a specific area, during a certain period of agrocenosis formation, taking into account the proportion of plant nutrition of the pest that varies with time.

In the current conditions of agricultural development, highly effective use of advanced technologies and progressive systems for protecting crops from a complex of harmful organisms is of particular importance, and the formation and development of plants and the harvest of grain of wheat, rye, maize, triticale are adversely affected. Application in the production of models for calculating the integrated thresholds for the harmfulness of phytophages on crops of cereal crops, based on theoretical data on the dynamics of the number of insect larvae for different developmental periods, reliably (up to 92 %) allows quantitative changes in the entomocomplex in time and space. At the same time, the development and introduction of the harmfulness of soil phytophages into the production of micro and macropores is of particular importance, and it will be possible to determine the expected losses of cereals from pests in the forest-steppe of Ukraine.

Keywords: cereals, prognosis, agrobiocenosis, soil pests, complex thresholds of damage, measures for the protection of cereals