

ЗАРАЖЕНІСТЬ ҐРУНТУ ЯЙЦЯМИ західного кукурудзяного жука та терміни відродження личинок у Правобережному Лісостепу України

Мета. Визначення зараженості ґрунту яйцями західного кукурудзяного жука (ЗКЖ) залежно від тривалості вирощування кукурудзи на одній площі, а також вивчення термінів проходження стадій розвитку личинок з урахуванням суми ефективних температур (СЕТ) у Правобережному Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили у 2021—2023 рр. на полях Хмельницького р-ну, Вінницької обл. Методологія включала відбір проб ґрунту для аналізу кількості яєць у пробах розміром 10 × 10 см і глибиною 15 см. Проби досліджували методом промивання та флотації з використанням розчинів сульфату магнію, після чого кількість яєць визначали під мікроскопом. Для ідентифікації яєць використовували морфологічну оцінку поверхні хоріону. Додатково здійснювали фенологічні спостереження за проходженням стадій розвитку личинок та накопиченням СЕТ. **Результати.** Чисельність яєць ЗКЖ варіювала від 11,3 до 47,6 шт. на пробу (1130—4760 шт./м²). Найнижчі показники спостерігали на полях із дворічним вирощуванням кукурудзи, а максимальні значення зафіксовано на полях із чотирирічним вирощуванням культури. Залежність чисельності яєць від погодних умов також виявилася значною: найбільш посушливий 2022 р. характеризувався зниженим рівнем зараженості ґрунту порівняно з іншими роками. Середні терміни відродження личинок першого віку фіксували у другій декаді червня при СЕТ 150—160°C, другого віку — у межах 6—9 діб після появи личинок першого віку, третього віку — у третій декаді червня. Залляльковування відбувалося наприкінці червня — на початку липня. **Висновки.** Отримані дані свідчать, що інтенсивність зараження ґрунту залежить від тривалості вирощування кукурудзи на одному полі та погодних умов. Використання методу СЕТ виявилось ефективним для прогнозування стадій розвитку шкідника. Результати можуть бути використані для вдосконалення

В.О. САЛІЄНКО

С.О. РЕМЕНЮК,

кандидат сільськогосподарських наук
Інститут біоенергетичних культур
і цукрових буряків НААН,
вул. Клінічна, 25, м. Київ,
03141, Україна

системи моніторингу та оптимізації строків застосування захисних заходів.

СЕТ; *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte; кукурудза; інсектициди; Coleoptera; Insecta

Західний кукурудзяний жук (ЗКЖ) — відносно новий шкідник кукурудзи в Україні, який нині стрімко поширюється в різних регіонах нашої держави. Посівам кукурудзи шкодять різні стадії розвитку комахи. Імаго шкідника пошкоджують на рослинах кукурудзи пиляки на волоті, нитки приймочок маточок качанів, зерно у фазі молочної стиглості на верхівках качана і під обгорткою та іноді вигризають паренхіму між жилками листків. Самиці ЗКЖ відкладають яйця в ґрунт [1—3], де після зимової діапаузи, за настання сприятливих умов (температур, які дозволяють прогрітись ґрунту вище біологічного мінімуму, достатньої вологості) з них відроджуються личинки, які розвиваються в 3-х віках, живлячись коренями кукурудзи [4, 5]. Зазвичай вони пошкоджують корінці молодих рослин, зовні перегризаючи їх, а згодом вгризаються в паренхіму основного кореня, іноді й в підземну частину стебел, утворюючи в них ходи. Пошкоджені корені відмирають, рослини в'януть, вилягають, вигинаючись у вигляді

«гусячої шиї», не формують качанів, а частина з них гине [6, 7].

Відомо, що вилягання і відмирання рослин спостерігається за пошкодження понад 50% кореневої системи. Визначено, що заселення личинками ЗКЖ в кількості 1,08 осіб на рослину призводить до пошкодження останньої на рівні 0,75 бала за шкалою «non-injury scale» 0—3 (що відповідає обгризанню одного ярусу коренів на 75%) і зниження урожайності зерна кукурудзи на 10,9% [8]. Повне знищення одного ярусу коренів (1 бал за шкалою «non-injury scale» 0—3) зумовлює зниження урожайності на 15—17%. Також, пошкоджене коріння — це ворота для проникнення збудників корневих гнилей родів *Pythium*, *Fusarium* і *Rhizoctonia*.

Мета роботи — визначення зараженості ґрунту яйцями ЗКЖ, залежно від тривалості вирощування кукурудзи на певній площі, та дослідження термінів проходження стадій розвитку личинок, залежно від сум ефективних температур (СЕТ), у Правобережному Лісостепу України для планування захисних заходів.

Матеріали та методи досліджень. Припущення про зараження ґрунту яйцями ЗКЖ можна зробити за зібраними зразками ґрунту з посівів, де спостерігалися імаго ЗКЖ, інкубованими в теплому приміщенні [9]. Кількість і розмір проб потрібен для розрахунку кількості яєць на одиницю площі. Методика екстрагування яєць ЗКЖ зі зразків ґрунту вперше описана у США [10]. Згідно з нею зразки ґрунту промивають від мінеральних решток, після чого яйця відділяють від органічного осаду методом флотації розчинами сульфату

магнію або інших речовин. Використання флотації, як метод, не є новим. Раніше застосовували розчин $MgSO_4$ для флотації ґрунтових членистоногих. Відтоді різні дослідники використовували кілька типів апаратури та розчинів, більшість з яких передбачає складне поєднання сит і лійок. Зазвичай ці методи розроблені для обстежень, де життєздатність зразків після вилучення не має значення. Для флотації найчастіше застосовують сольові розчини з вмістом сульфату магнію, хлориду натрію або броміду калію.

Також описано систему, що складається з апарату для промивання ґрунту та методів диференційної флотації для вилучення личинок роду *Diabrotica* другого та третього віків з ґрунтових зразків. Тести показали, що ця система має загальну ефективність вилучення 93,4%, до того ж двоє осіб можуть обробляти приблизно 100 ґрунтових зразків об'ємом 1,4 л на день [11].

Апарат для промивання ґрунту сконструйований і протестований науковцями з Австрії та Румунії [12]. Він базується на подібному апараті, що використовується в США, але даний агрегат може обробляти велику кількість зразків. Апарат транспортабельний і придатний для швидкого аналізування великої кількості зразків. Екстракція зразків відбувається промиванням ґрунту через сито спершу з діаметром чарунок 550 мкм, потім з розміром 250 мкм. Яйця екстрагуються перенесенням осаду на сита, заповнені розчином магнію $MgSO_4$ (2 моль/л), де вони осідають. Обрахунок яєць робили під мікроскопом. Яйця інших жуків або комах, які не були відділені через промивання тому що вони мають той самий розмір і форму як і яйця ЗКЖ, були ідентифіковані за перевірки поверхні хоріону. Цей метод був протестований в полях. Імаго ЗКЖ були зібрані на полях Австрії, Румунії навесні і влітку 2011 р. Дуже невелика кількість яєць була на кутах поля, отже там не було хороших умов для яйцекладки.

Спостереження проводили в 2021—2023 рр. в Правобережному Лісостепу України, на посівах кукурудзи, яку вирощували на тому ж полі два, три і чотири роки поспіль в Хмельницькому р-ні, Вінницької обл. Кількість яєць шкідника в ґрунті визначали за допомогою проб ґрунту, відібраних на полі, де попередником була кукурудза, саме навесні, при досягненні ґрунтом фізичної стиглості, оскільки більша частина яєць не перезимовує. Відбирали проби ґрунту пробовідбірником розміром 10×10 см із глибини 15 см (саме на цій глибині зосереджена основна кількість яєць). Такий розмір пробовідбірника дає можливість легко перерахувати кількість яєць на пробу на одиницю площі. Проби на полі відбирали за П-подібним маршрутом (1 проба на 5 га), пакували в мішечки з тканини і маркували за номером поля та датою (рис. 1). У подальшому з них формували середні проби для кожного поля. Використовували лабораторні сита з діаметрами чарунок 3,500, 1,000 та 0,315 мм. Потім яйця екстрагували з осаду методом флотації та ідентифіковували під мікроскопом (рис. 2—4).

Яйця ЗКЖ розміром 0,4—0,5 та 0,5—0,6 мм не пройшли через останнє сито, звідки їх було екстраговано методом флотації. На стінки сита прикріплювали фільтрувальний папір, сито наполовину занурювали в ємність з



Рис. 1. Відбір проб ґрунту для визначення наявності яєць ЗКЖ у ґрунті. Вінницька обл., квітень 2021 р. (фото автора)



Рис. 2. Вміст сита (розмір чарунок 0,315 мм) після промивання проб ґрунту, 2021 р. (фото автора)



Рис. 3. Промивання відібраних проб ґрунту, 2021 р. (фото автора)



Рис. 4. Органічний фільтрат на фільтрувальному папері, 2023 р. (фото автора)

водним розчином цукру. Вся органічна частина фільтрату піднімалася на поверхню та при додаванні крапель мильного розчину прикріплювалась до фільтрувального паперу.

Органічні частинки, що приклеїлись до паперу, оглядали під бінокуляром. Схожі на яйця за розміром та формою частинки поміщали в спиртовий розчин та в подальшому ідентифіковували під мікроскопом, залежно від поверхні хоріону, згідно з описаними методами (рис. 5, 6). Їхню кількість підраховували, і, знаючи кількість проб, визначали кількість яєць діабротики на 1 м². Слід зазначити, що такий метод не є досконалим, тому що точно виокремити яйця лише ЗКЖ неможливо із великої кількості органічних частинок, що містяться у ґрунті.

Результати та обговорення.

Згідно з отриманими результатами, за роки досліджень чисельність яєць діабротики становила 11,3–47,6 шт. яєць/пробу, що в перерахунку становить 1130–4760 шт. яєць/м² (рис. 7). Чисельність варіювала залежно від року спостережень та тривалості

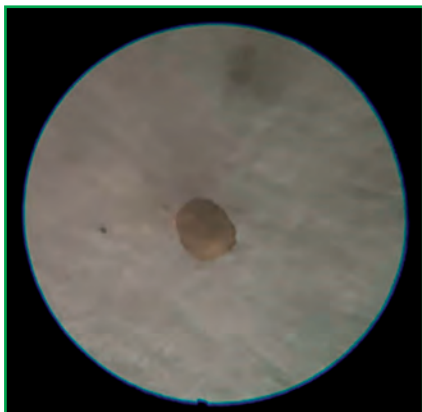


Рис. 5. Частинки, подібні на яйця ЗКЖ, під бінокуляром, 2021 р. (фото автора)

виращування кукурудзи на тій же площі. 2021 та 2023 роки були більш сприятливими як для посівів кукурудзи, так і для ЗКЖ. 2021 року на другому році виращування кукурудзи чисельність яєць становила 30, на 3-му — 36,1, на 4-му році виращування — 39,4 шт./пробу. 2023 рік — 32,5 шт. яєць на пробу на другому році, 44,1 — на третьому, 47,6 — на четвертому році виращування кукурудзи. 2022 року — 11,3 на другому році виращування, 21,8 — на третьому та 23,5 шт. яєць/пробу — на четвертому році виращування культури на тому ж полі.

Також, після висіву кукурудзи проводили фенологічні спостереження за розвитком діабротики

на полях господарства. Для цього після сівби, за накопичення СЕТ понад 100°C, здійснювали ґрунтові розкопки молодих рослин кукурудзи для визначення початку відродження личинок та проходження їхніх стадій. Паралельно підраховували СЕТ для визначення фактичних середньорічних строків появи шкідника та середніх дат. Через те що генерація однорічна, та середньодобові температури відповідали середнім багаторічним, поправочних коефіцієнтів не застосовували. Результати наведено в таблиці.

Личинки 1-го віку відроджувались у другій декаді червня за СЕТ 150–160°C, найпізніше — 18 червня прохолодного 2021 р., за виключенням 2023 р., коли відродження відбулося дещо раніше. Личинки 2-го віку з'явилися в другій декаді червня через 6–9

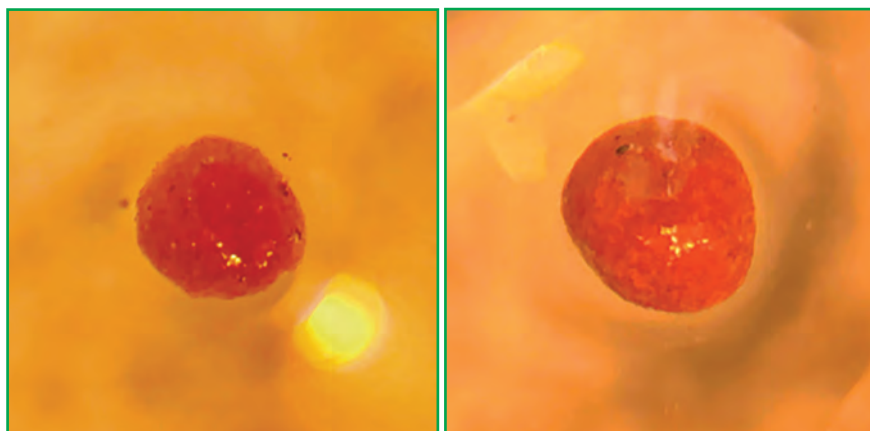


Рис. 6. Яйце ЗКЖ під бінокуляром, 2021 р. (фото автора)

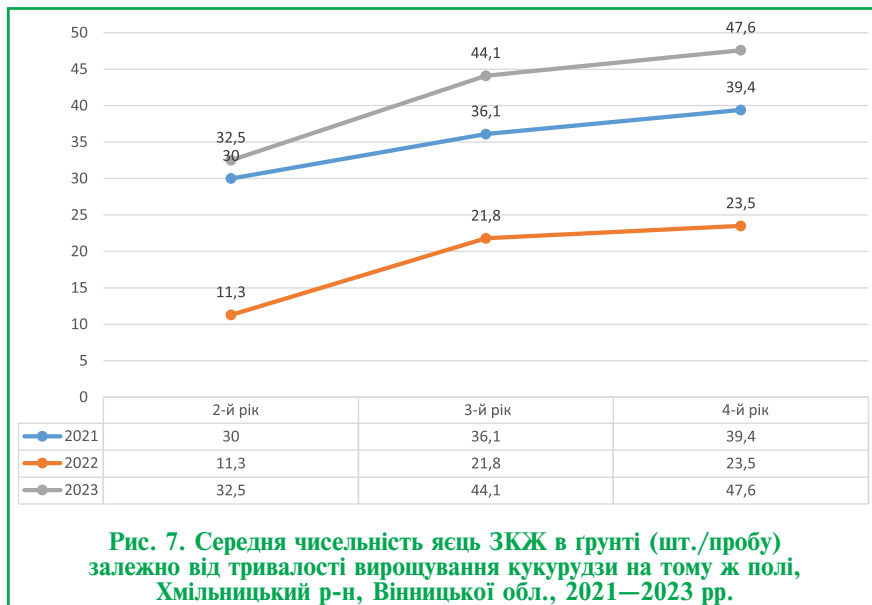


Рис. 7. Середня чисельність яєць ЗКЖ в ґрунті (шт./пробу) залежно від тривалості виращування кукурудзи на тому ж полі, Хмельницький р-н, Вінницької обл., 2021–2023 рр.

**Терміни виявлення ґрунтових стадій ЗКЖ
на посівах у роки досліджень**

Рік	2021		2022		2023	
	Дата виявлення	СЕТ понад 12,7°C	Дата виявлення	СЕТ понад 12,7°C	Дата виявлення	СЕТ понад 12,7°C
Личинка 1-го віку	18.06	163,5	14.06	154,5	10.06	160,7
Личинка 2-го віку	24.06	223,8	23.06	202,3	18.06	217,3
Личинка 3-го віку	27.06	256,6	29.06	257,9	22.06	254,3
Лялечка	05.07	326,5	04.07	310,5	07.01	328,2

діб після появи 1-го віку. Личинки 3-го віку переважно з'являлися у третій декаді червня. Залялькування відбувалося наприкінці червня — початок липня.

ВИСНОВКИ

На основі використаної методики можна робити припущення про присутність у ґрунті личинок ЗКЖ. Чисельність становила 11,3—47,6 шт. яєць на пробу (1130—4760 шт. яєць/м²), залежно від тривалості вирощування кукурудзи на тому ж полі та року. Найменша чисельність спостерігалась на полях другого року вирощування кукурудзи, найбільша — на полях четвертого року вирощування кукурудзи. 2022 р. був більш посушливим, тому кількість яєць у ґрунті, а в подальшому й личинок та імаго, була найменшою за роки досліджень.

Середні строки відродження личинок ЗКЖ варіюють в межах 5—7 діб залежно від року. Метод СЕТ можна використовувати для прогнозування проходження стадій.

Фінансування: дослідження виконані в межах робочої програми аспіранта лабораторії ентомології та стійкості сільськогосподарських культур проти шкідників ІЗР НААН.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

- Bergman M.K., Tollefson J.J., Hinz P.N. Spatial dispersion of corn rootworm larvae (Coleoptera: Chrysomelidae) in Iowa cornfields. *Environmental Entomology*. 1983. №12. P. 1443-1446.
- Park Y., Tollefson J.J. Spatial distributions

of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs and larvae: Implications for sampling. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 2006. №79. P. 129-135.

3. Pierce C.M.F., Gray M.E. Western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae), oviposition: A variant's response to maize phenology. *Environmental Entomology*. 2006. №35. C. 423-434.

4. Baca F. Novi clan štetne entomofaune u Jugoslaviji *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera, Chrysomelidae). *Zaštita bilja*. 1994. T. 45, №2. P. 125-131.

5. Kos T., Bažok R., Varga B., Igrc Barčić J. Estimation of western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) egg abundance based on the previous year adult capture. *Journal of Central European Agriculture*. 2013. T. 14, №4. DOI: 10.5513/JCEA01/14.4.1384.

6. Ferracini C., Blandino M., Rigamonti I.E. et al. Chemical-based strategies to control the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. *Crop Protection*. 2021. №139. Article ID: 105306. DOI: 10.1016/j.cropro.2020.105306

7. Sammons A.E., Edwards C.R., Bledsoe L.W. et al. Behavioral and feeding assays reveal a western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) variant that is attracted to soybean. *Environmental Entomology*. 1997. T. 26, №6. P. 1336-1342. DOI: 10.1093/ee/26.6.1336

8. Neal J.J. *Strategies for monitoring and managing corn rootworm*. Purdue University, 1999.

9. Matterson J.W. Flotation technique for extracting eggs of *Diabrotica* spp. and other organisms from soil. *Journal of Economic Entomology*. 1966. T. 59, №1. P. 223-224.

10. Fisher J.R. System for Extracting Corn Rootworm Larvae from Soil Samples. *Journal of Economic Entomology*. 1981. T. 74, №1. P. 103-105. DOI: 10.1093/jee/74.1.103

11. Szalai M., Komaromi J.P., Bazok R. et al. Generational growth rate estimates of *Diabrotica virgifera virgifera* populations (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Pest Science*. 2011. T. 84. P. 133-142. DOI: 10.1007/s10340-010-0336-z

12. Imrei Z., Tóth M. A review of different trapping methods and purposes for *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. *Proceedings of the International Conference on the German Diabrotica Research Program*. November 14-16. 2012. Berlin. Germany. DOI: 10.5073/jka.2014.444.008

Saliienko V.
ORCID: 0000-0002-9065-343X
Remeniuk S.
ORCID: 0000-0002-4407-4293

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 25, Klinichna str., Kyiv, 03110, Ukraine

Soil Infestation with Western Corn Rootworm Eggs and Larval Emergence Timing in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Goal. To determine the soil infestation with western corn rootworm (WCR) eggs depending on the duration of corn cultivation in one area, as well as to study the timing of larval development stages taking into account the sum of effective temperatures (SET) in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The study was conducted in 2021—2023 in the fields of Khmilnyk district, Vinnytsia region. The methodology included soil sampling to analyze the number of eggs in samples measuring 10 × 10 cm and 15 cm deep. The samples were examined by washing and flotation using magnesium sulfate solutions, after which the number of eggs was determined under a microscope. Morphological assessment of the chorion surface was used to identify eggs. Additionally, phenological observations of the larval developmental stages based on the accumulation of SET were performed. **Results.** The number of eggs of the WCR varied from 11.3 to 47.6 per sample (1130—4760 pcs./m²). The lowest values were observed in the fields with two years of corn cultivation, and the maximum values were recorded in the fields with four years of crop cultivation. The dependence of the number of eggs on weather conditions was also significant: the driest year, 2022, was characterized by a reduced level of soil infestation compared to other years. The average time of hatching of the first instar larvae was recorded in the second decade of June at 150—160°C, the second instar — within 6—9 days after the emergence of the first instar larvae, and the third instar — in the third decade of June. Pupation occurred in late June — early July. **Conclusions.** The data obtained indicate that the intensity of soil infestation depends on the duration of corn cultivation in one field and weather conditions. The use of the SET method proved to be effective in predicting the stages of pest development. Results can be used to improve the monitoring system and optimize the timing of protective measures.

SET; *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte; corn; insecticides; Coleoptera; Insecta

Надійшла до редакції: 18.09.2024
Прийнята до друку: 21.11.2024
Надруковано й опубліковано онлайн:
грудень 2024