

ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНСЕКТИЦИДІВ ПРОТИ

імаго західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, 1868)

Мета. Оцінити технічну ефективність інсектицидів для контролю чисельності імаго західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, 1868) при застосуванні в інтегрованих системах захисту кукурудзи. **Методи.** Польовий. Дослідження проводили впродовж 2021—2022 рр. на базі фермерських господарств у населених пунктах Білий Рукав Калинівського р-ну, Вінницької обл. та Іванівка Білоцерківського р-ну, Київської обл. на посівах кукурудзи чотирирічного використання. Облік чисельності шкідника проводили на клейових пастках, безпосередньо на рослинах, а комах, що загинули від дії інсектицидів, — на ловильних марлевих пастках, встановлених у міжряддях кукурудзи на поверхні ґрунту (методика затверджена Середземноморською організацією із захисту рослин (EPPO)). **Результати.** Найбільш ефективними через 1—3 доби після застосування були інсектициди Авант, к.е. (індоксакарб, 150 г/л) в нормах 0,17 л/га та 0,25 л/га за зниження чисельності імаго діабротики порівняно до контролю на 65,7% та 62,8% відповідно, Карате Зеон, м.к.с. (лямбда-цигалотрин, 50 г/л), 0,3 л/га з ефективністю 54,3% та Енжіо, к.с. (тіаметоксам, 141 г/л, лямбда-цигалотрин, 106 г/л), 0,18 л/га із ефективністю 48,5% жуків діабротики, що загинули. Через 12—14 діб після застосування інсектицидів найбільший відсоток зниження чисельності кукурудзяного жука був за обприскування препаратом Авант, к.е. (0,17 л/га) та Енжіо, к.с., ефективність відповідно 57,1% та 47,6%. За порівняння чисельності шкідників, що потрапили в клейові пастки блакитного та жовтого кольорів, в останніх, цілком очікувано (аналог пастки Мьоріке), їх кількість значно переважала. **Висновки.** Найвищу технічну ефективність дії показали інсектициди Авант, к.е. та Енжіо, к.с. — 65,7% і 54,3%, яка спостерігалася на 1—3-тю добу після застосування, що зумовлено безпосереднім контактом шкідників з препаратом. Через 12—14 діб після обприскування більшість препаратів показали незнач-

¹В.О. САЛІЄНКО,
аспірант

²В.П. ФЕДОРЕНКО,
доктор біологічних наук, професор,
академік НААН
Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ,
3022, Україна
e-mail: ¹salienkovolodymyr@gmail.com,
²tana57-2009@ukr.net

не зниження чисельності шкідників, крім інсектицидів Авант, к.е. та Енжіо, к.с. з ефективністю 57,1% і 47,6% відповідно.

західний кукурудзяний жук; *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, 1868; кукурудза; інсектициди; Coleoptera; Insecta; пастки; обприскування

Західний кукурудзяний жук належить до роду *Diabrotica*, підродина Galerucinae, родини Chrysomelidae, ряду Coleoptera.

Вперше він був описаний як *Diabrotica virgifera* (LeConte, 1868), але раніше цей вид у літературі згадувався також під іншими назвами: *D. filicornis* (Horn, 1893), *D. virgifera* var. *filicornis* (Gillette, 1910), *D. virgifera virgifera* (Krysan et al, 1980).

Жук походить з Центральної та Південної Америки. У Північну Америку види роду *Diabrotica* проникли різними шляхами, але тільки шість із них виявилися здатними перезимувати й успішно пристосуватись до місцевих кліматичних умов.

Один з них поділений на два підвиди *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, 1868 (Western corn rootworm (WCR) — «західний кукурудзяний кореневий черв'як») та *D. virgifera zea* Krysan & Smith, 1980 (Mexican corn rootworm

(MCR) — «мексиканський кукурудзяний кореневий черв'як»).

Таким чином, у Північній Америці для кукурудзи стали небезпечними шкідники: *D. virgifera virgifera*; *D. barberi* Smith & Lawrence, 1967 (Northern corn rootworm (NCR) — «північний кукурудзяний кореневий черв'як»); *D. undecimpunctata howardi* Barber, 1947 (Southern corn rootworm (SCR) — «південний кукурудзяний кореневий черв'як»). Необхідно зазначити, що *D. barberi* та *D. v. virgifera* морфологічно дуже схожі і різняться тільки кольором надкрил. У *D. barberi* вони палево-зелені або жовті і не мають смуг; у *D. v. virgifera* — жовтувато-червоні з трьома чорними смугами, що інколи набувають вигляду пунктирів з чорних крапок; у деяких особин, частіше у самців, зливаються в суцільний чорний фон. *D. v. virgifera* описаний 1868 р., але першу його економічну шкоду зафіксовано в Колорадо 1909 р. Вважається, що *D. v. virgifera* та *D. v. zea* проникли з Центральної Америки в США одночасно, але їх ареал різниться. *D. v. zea* розповсюдився від Центральної Америки до Оклахоми та є в Центральній Мексиці. *D. v. virgifera* шкодить на півночі і досягає південних провінцій Канади. *D. undecimpunctata howardi* розповсюджений на Середньому Заході США. Більш північніших регіонів досягає *D. barberi*. *D. v. virgifera* — єдиний вид, який розповсюджується за межі північноамериканського континенту.

1909 року жука *D. v. virgifera* вперше було зафіксовано як шкідника цукрової кукурудзи. Масове поширення його почалося з 1955 р. Пізніше він став одним з найголовніших шкідників кукурудзи в Канаді. Зрештою

цей шкідник розповсюдився по всій території її вирощування в Північній Америці.

Швидкому поширенню шкідника сприяла монокультура кукурудзи. За даними Весслера (Wesseler), Юстуса (Justus) і Фолла (Fall), Ель Хаджі (El Hadji) щорічні втрати урожаю через західного кукурудзяного жука (ЗКЖ) в США оцінюються орієнтовно в суму 1 млрд доларів (саме тому діабротика нарекли міліардерним жуком) [1].

У Європі вперше зафіксовано ушкодження посівів кукурудзи цим шкідником у 1992 р. на полях в околицях м. Белграда (біля летовища Сурчин). Ймовірно, що до Югославії цей жук проник ще на початку 80-х років, а його шкідливість спочатку писували на дротяника. Але швидкість просування жука вражала, оскільки за рік він долав до 80 км.

У 1995 р. жука зареєстровано в Угорщині та Хорватії, 1996 р. — в Румунії, Боснії і Герцеговині. У Сербії 1997 року зайнята ним територія охоплювала вже 53000 км². У 1998 р. його виявлено в Італії (Мілан), а також у Болгарії. 2000-го року *D. v. virgifera* з'явився у Словаччині та Швейцарії (Лугано). 2001 року виявлено поодинокі імаго самців жука у феромонних пастках поблизу західних кордонів України.

Нині шкідник поширений в багатьох країнах центральної Європи. В Україні його вперше зафіксовано в 2001 р. у Закарпатській області. За даними румунських дослідників І. Грозеа (Ioana Grozea) та ін. імаго ЗКЖ можуть здійснювати поодинокі польоти на відстань понад 10 км [2]. Крім того, на динаміку льоту шкідника впливають температура повітря, опади та висота над рівнем моря [3], зі збільшенням якої щільність популяції знижується. Також встановлено, що домінують вирощування кукурудзи сприяє поширенню цього жука [4].

Серед вітчизняних ентомологів значний доробок у дослідження ЗКЖ внесли А.Й. Сікура, О.А. Сікура, О.О. Сікура,

М.М. Бабидорич, О.С. Адамчук, А.М. Садляк.

В.І. Якобчук, А.Й. Сікура, Б. Паї, Й. Кішш досліджували поширення ЗКЖ з моменту першого виявлення у 2001 р. в гірських долинах Закарпаття [5]. Вони дослідили зони поширення ЗКЖ вздовж долин річок і в 2005 р. шкідників виявили на висоті 300–770 м над рівнем моря на перевалі Верецький. Було зроблено висновок, що комаха здатна шляхом перельотів, тобто природним розселенням, подолати масив Карпат через перевали. У подальшому шкідник активно почав поширюватись і в інших регіонах України.

В.П. Федоренко, О.М. Лапа, В.П. Омелюта зі співавторами описали поточне поширення ЗКЖ, його шкідливість, методи контролю чисельності [6].

О.А. Сікура, Н.І. Андрєянова, О.Я. Бокшан, А.М. Садляк дослідили територію поширення ЗКЖ і встановили шляхи розповсюдження: природний — активна міграція імаго та перенесення їх вітром; пов'язаний з людською діяльністю — перенесення шкідників з різними видами транспорту, ґрунтом, зеленою масою та молодими качанами кукурудзи [7]. Також було впроваджено заходи з локалізації ЗКЖ, складено фенограми появи стадій і відповідних до них СЕТ та орієнтовні дати.

О.О. Сікура, В.П. Федоренко дослідили вплив строку сівби на чисельність і шкідливість личинок та встановили, що найбільша чисельність личинок була на посівах раннього та середнього термінів сівби — 5,8 та 4,5 екз./рослину з середніми балами пошкодження 3,9 та 3,4 відповідно [8].

Лабораторними та польовими дослідженнями біологічних препаратів ентомоцидної дії *Bacillus thuringiensis* (штам 32/2), *Beauveria bassiana* та біопрепарату Бітоксисабацилін проти ЗКЖ встановлено здатність викликати значну смертність личинок та імаго шкідника [9]. Досліджували й ефективність хімічних препаратів Моспілан, ВП (ацетаміприд, 200 г/кг), Децис Профі, ВГ (дельтаметрин, 250 г/кг), Нурел Д, КЕ

(циперметрин, 50 г/л + хлорпірифос, 500 г/л), Бі-58 новий, к.е. (диметоат, 400 г/л), Карате Зеон 050 CS, мк. с. (лямбда-цигалотрин, 50 г/л) проти імаго ЗКЖ. Всі препарати мали високий рівень технічної ефективності, серед усіх найвищий рівень забезпечили: Нурел Д, КЕ — 97,7% та Децис Профі, ВГ — 97,8%.

О.А. Сікура та О.О. Сікура зі співавторами дійшли висновків, що для моніторингу імаго ЗКЖ, визначення сезонної динаміки льоту, чисельності та визначення оптимального часу хімічних обробок достатньо однієї феромонної пастки на 5 га та достатньо 6 феромонних пасток для місць масового розвитку ЗКЖ для встановлення шкідливого порогу їхньої чисельності. Досліджено строки появи постембріональних стадій ЗКЖ у вертикально-поясних зонах Закарпаття [10].

Імаго шкідника для живлення віддає перевагу кукурудзі, пошкоджує пиляки на волоті, нитки приймочок маточок качанів, зерно у фазі молочної стиглості на верхівках качана і під обгорткою, та іноді вигризає паренхіму між жилками листків. Крім кукурудзи жуки здатні жити на пиляках та листках інших злакових (тонконогових) рослин, вигризати вміст квітки і паренхіму листків гарбузових (огірки, гарбузи, кабачки, патисони тощо). Дж. Мосер (J. Moeser) та С. Відал (S. Vidal) виявили здатність личинок розвиватися і жити на коріннях інших видів рослин родини злакових: пшениці м'якої, мишію зеленого [11]. Дослідженнями встановлено, що такі хімічні продукти, як хлорпірифос, тефлутрин, циперметрин, а також ентомопатогенні нематоди (*Heterorhabditis bacteriophora*) здатні зменшити щільність популяції личинок діабротики в ґрунті [12]. Дослідження стійкості кукурудзяного жука до білка *Bacillus thuringiensis* Cry3Bb1 не дало позитивних результатів [13].

У США середня чисельність цього шкідника фіксується на рівні 0,75–1,00 імаго на рослину в період із середини липня до початку серпня. Саме така щіль-

ність популяції імаго жука на одну рослину кукурудзи в США прийнята за економічний поріг шкідливості (ЕПШ), за якого необхідно проводити захисні заходи на кукурудзі проти *D. v. virgifera* в наступному році згідно ротації культури [14].

Чисельність 5—10 імаго діабротики на 1 рослину кукурудзи дає підстави проводити захисні заходи вже в поточному році. Разом з тим, спостереження показують, що заселення навіть одного качана солодкої (цукрової) кукурудзи вісьма імаго діабротики не знижують урожайність [14]. Якщо на одну жовту липку пастку в середньому за добу вилловлюється більше шести дорослих особин при висіві кукурудзи, то наступного року слід очікувати економічних втрат [15]. Велике значення має вибір гібриду, строк сівби, погодні умови, адже імаго ЗКЖ віддають перевагу в живленні молодим пилковим ниткам на кукурудзі і здатні мігрувати на інші посіви в пошуках більш соковитого корму [16].

Методи збору та обліку імаго ЗКЖ описав Дж. Толлефсон (Jon James Tollefson) [17]. Серед них метод «обліку на 10 рослинах», «збирання шкідників на 10 рослинах», «збирання з 10 верхівок качана», «клейові пастки», «липкі верхівки качана». За даними Д. Кісса (Jozsef Kiss) зі співавторами [18] та О.С. Адамчука [19], для моніторингу імаго ЗКЖ в посівах кукурудзи можна використовувати феромонні пастки різних виробників та жовті клейові пастки. Як стандарт для моніторингу імаго ЗКЖ в Європейському Союзі рекомендовано використовувати пастки PAL з феромоном виробництва Csalomon. Це затверджено висновками дослідницького проекту ЄС «Diabrotica» (QLK-СТ-1999-01110) [20]. За даними А. Егартнера (Alois Egarter) [21] для покращення ефективності оцінки інсектицидів проти імаго також можна використовувати ємності квадратної форми, заповнені ватою, підвішені між чотирма рослинами кукурудзи після обробки інсектицидами.

Це дозволить відслідковувати кількість загинувших шкідників, що осипаються з рослин. Д. Лемік (D. Lemic) зі співавторами [16] порівнювали також ефективність різних типів пасток — феромонних Multigard® та клейових жовтого кольору Phegocop AM®.

Мета досліджень. З часу виявлення жука діабротики (*D. v. virgifera*) в Україні, у Закарпатті (2001 р.) сплило 22 роки. За цей період посівні площі під кукурудзою зросли з 1,6 млн до майже 5 млн га, що значно розширило кормову базу для шкідника. І поки ентомологи гадали, чи здолає діабротика Карпатські гори, цей непомітний «американець», станом на 2023 р., завдяки своїй широкій екологічній валентності, неймовірній пластичності, особливостям етології, вражаючій трофічній забезпеченості (втраченою сівозмін) та адаптувавшись до клімату України, практично «окупував» кукурудзяний пояс всієї території України.

Перед кукурудзярами постала проблема відсутності дієвих захисних заходів проти кукурудзяного жука. На сьогодні біологічний метод контролю чисельності діабротики не розроблено, стійкі сорти і гібриди основної кормової рослини відсутні, агротехнічні заходи захисту у зв'язку з порушенням існуючих сівозмін і війною з фашистською росією можуть бути апробовані в далекій перспективі. За умов, що склалися, необхідно негайно провести випробування існуючих інсектицидів і найбільш ефективні з них рекомендувати виробництву. Тому надзвичайно актуальним на сьогодні є добір та встановлення технічної ефективності інсектицидів на основі випробування інсектицидних високоефективних препаратів проти імаго ЗКЖ.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження проводили впродовж 2021—2022 рр. на базі фермерських господарств у населених пунктах Білий Рукав Калинівського р-ну Вінницької обл. та Іванівка Білоцерківського р-ну Київської обл. на домінуючих посівах кукурудзи чотирирічного використання.

Метод оцінювання ефективності фітосанітарних заходів та хімічних засобів захисту кукурудзи проти ЗКЖ подано у стандарті PP1-274-1 (*Diabrotica virgifera* adults) [22]. Оскільки в європейській науковій спільноті використовується комплекс методик ЕРРО (Середземноморська агенція із захисту рослин), він і використовувався нами при оцінюванні ефективності інсектицидів. У стандарті виділені такі методи оцінювання:

А). Підрахунок за допомогою жовтих липких пасток (без феромону та аттрактанту).

Для цього три жовті липкі пастки розміщували на посівну ділянку за 5 м одна від одної на висоті одного метра за 5 діб до обприскування. Ці пастки замінювали на нові кожного разу безпосередньо перед застосуванням інсектицидів. Дорослих особин шкідників у кожній пастці підраховували, як передбачено методикою, аналогічно середньодобовому обліку у жовтих пастках Мьоріке.

Б). Прямий підрахунок на рослинах.

Облік проводили на кожній ділянці в 3-х місцях. Підраховували кількість дорослих особин на 10-ти рослинах кукурудзи в рядку (всього 30 рослин).

В). Підрахунок жуків, що загинули.

Жуків, що загинули на ділянці після застосування інсектицидів, збирали з трьох облікових майданчиків (по 0,5 м² кожний), розташованих між 2-ма рядками кукурудзи. Щоб запобігти хижацтву, від турунів, мишей, птахів, членистоногих тощо, зони збору комах захищали обрізками білої лляної тканини розміром 50 × 100 см.

Час та періодичність оцінювання для методів (А—В):

- Перше оцінювання безпосередньо перед застосуванням інсектицидів;
- Друге через 1—3 доби після обприскування;
- Третє через 6—8 діб після обприскування;
- Четверте оцінювання через 12—16 діб після обприскування.

Подальші обліки здійснювали для оцінювання тривалості дії інсектициду.

Вносили препарати 11.08.2021 р. та 14.08.2022 р. (рис. 1) у фазу ранньої воскової стиглості кукурудзи, що відповідає міжнародній шкалі росту та розвитку зернових культур 83 ВВСН. Для внесення засобів захисту рослин (ЗЗР) використовували портативний селекційний обприскувач Pulverexper.

Довжина ділянок — 5 м, ширина — 3 м (4 рядки). Повторення — 4-разове.

Норма вилуви робочого розчину — з розрахунку 200 л/га. Статистичний аналіз одержаних результатів проводили за методикою надбудови ANOVA «Статистичний аналіз однофакторного дослідження» в програмі MS Excel [23].

На момент обприскування кукурудзи проти жука діабротики 11.08.2021 р. та 14.08.2022 р. сума ефективних температур (СЕТ вище 12,7°C) в зоні закладання дослідження становила 712°C (рис. 2), що за даними О.А. Сікури та ін. збігається з масовим льотом імаго ЗКЖ [24].

Для обліків використовували жовті та блакитні клейові пастки виробництва Russel IPM, 3 шт. на ділянку. На кожній ділянці між двома рядками розміщува-

ли марлеві облікові майданчики розміром 70 × 70 см, закріплені на дерев'яних опорах для уникнення їх контакту з ґрунтом з метою відслідковування смертності комах (рис. 3—5). Також проводили візуальні обліки шкідників на 10-ти рослинах. Як додатковий метод, оцінювали рівень пошкодження рослин за 5-бальною шкалою, де 1 — рослини не ушкоджені, 2 — поодинокі скелетування листя та обгризання волотей і пилкових ниток, 3 — часткове скелетування листя та волотей, 4 — значне скелетування всіх листків та волотей, часткове обгризання верхівок качанів, 5 — повністю обгризені волоти, верхівки качанів.

Досліди закладали в 4-разовий повторності, рендомізовано за схемою:

1. Контроль;
2. Карате Зеон 050 CS, мк.с. (лямбда-цигалотрин, 50 г/л), 0,3 л/га;
3. Енжіо 247 SC, КС (тіаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л), 0,18 л/га;
4. Данадим стабільний, КЕ (диметоат, 400 г/л) 1,0 л/га;
5. Вантекс, Мк.с. (гамма-цигалотрин, 60 г/л) 0,15 л/га ;
6. Кораген, КС (хлорантраніліпрол, 200 г/л), 0,15 л/га;

7. Авант, к.е. (індоксакарб, 150 г/л), 0,25 л/га;

8. Авант, к.е. (індоксакарб, 150 г/л), 0,17 л/га.

Результати досліджень та обговорення. Оскільки ЗКЖ відносно недавно з'явився на теренах України і його особливості біології, етології вивчені недостатньо, а методики досліджень постійно удосконалюються, виникла нагальна необхідність перед закладанням дослідів провести апробацію існуючих методик встановлення ефективності дії інсектицидів.

Результати обліків комах за допомогою марлевих облікових майданчиків показали, що вони статистично недостатньо вірні. У жодному з обліків чисельність шкідників не мала достовірної істотної різниці між варіантами.

Не мала істотної достовірної різниці і чисельність жуків при обліках за допомогою клейових пасток блакитного кольору. Така закономірність вперше була встановлена відомим американським ентомологом А.С. Паккардом ще в 1908 р., коли він описав привабливість певних кольорів для комах [25]. Аналогічні закономірності простежуються і в наших дослідженнях. За порівняння чисельності імаго діабротики в клейових пастках блакитного



Рис. 1. Обприскування інсектицидами дослідних ділянок портативним обприскувачем Pulverexper (14.08.2022 р.)

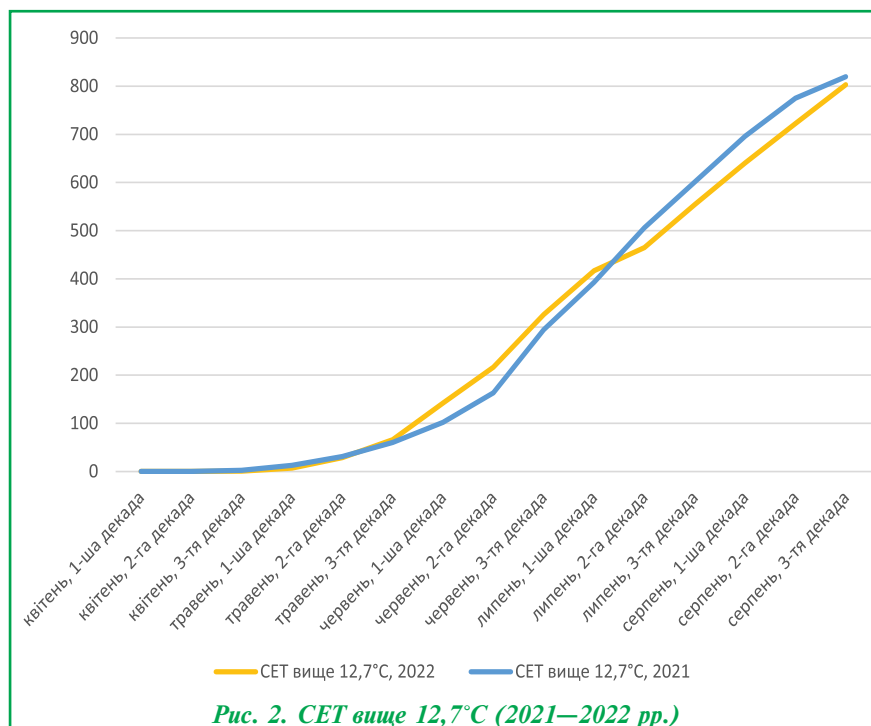


Рис. 2. СЕТ вище 12,7°C (2021—2022 рр.)



Рис. 3. Облік жуків діабротики з використанням марлевих облікових майданчиків, клейових пасток



Рис. 4. Імаго ЗКЖ на обліковому майданчику



Рис. 5. Імаго ЗКЖ на клейовій пастці

і жовтого кольорів в останніх чисельність комах була істотно більшою (табл.). Критерій Фішера фактичний становив 25,21 проти теоретичного значення 4,6, що свідчить про значний вплив саме кольору пасток, а не варіантів із хімічними інсектицидами при використанні пасток різного кольору.

Одержані результати підтверджують давно відомий факт, що жовтий колір приваблює комах. Зокрема у афідології для приваблення попелиць використовують пастки Мьоріке жовтого кольору [26].

Тому в подальшому для моніторингу та прогнозу появи ЗКЖ доцільно використовувати лише клейові пастки жовтого кольору, що і було застосовано при подальшому випробовуванні ефективності інсектицидних препаратів.

Чисельність імаго комах в клейових пастках різного кольору

Варіанти дослідю	Кількість жуків на одній клейовій пастці, екз.	
	Блакитна пастка	Жовта пастка
1. Контроль	2	7
2. Карате Зеон 050 CS, мк.с., 0,3 л/га	2	18
3. Енжіо 247 SC, КС, 0,18 л/га	1	24
4. Данадим стабільний, КЕ, 1,0 л/га	2	26
5. Вантекс, Мк.с., 0,15 л/га	4	30
6. Корарген, КС, 0,15 л/га	2	24
7. Авант, к.е., 0,25 л/га	1	16
8. Авант, к.е., 0,17 л/га	3	4
В середньому	1,9	18,6

Високу достовірність одержаних результатів (за критерієм коефіцієнта Фішера, а саме $F_{\text{факт}} = 2,61$ більший від $F_{\text{теор}} = 2,42$, що свідчить про істотну різницю між варіантами) показали обліки чисельності імаго кукурудзяного жука на 10-ти

рослинах після застосування інсектицидів.

2022 року, на момент закладання дослідю (14.08.2022), СЕТ вище 12,7°C в зоні закладання дослідю становила 685°C, чисельність шкідників на момент обробки — 2,5 особин на липку

пастку, 0,5—1 особина на рослину (рівень ЕПШ).

Обліки на 10-ти рослинах та на облікових майданчиках були статистично недостовірними, критерій $F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$, але через 2 доби спостерігалися особини на майданчиках на більшості варіантів окрім контрольного, в т.ч. на варіанті із застосуванням інсектициду Кораген, к.с.

Для визначення технічної ефективності враховували показники чисельності шкідників на клейових пастках, критерій Фішера по яких був вищим за табличне значення (2-га доба $F_{\text{факт}}$ 2,5 проти $F_{\text{теор}}$ 2,39 та на 12-ту добу після застосування інсектицидів $F_{\text{факт}}$ 2,4 проти $F_{\text{теор}}$ 2,39, а отже різниця між варіантами визнається істотною). Облік на 8-му добу є статистично недостовірним, що можна пояснити закінченням захисного періоду деяких препаратів й активним рухом шкідника по ділянках. Результати відображені на рис. 6.

Варто зазначити, що під час обліків самиці в пастках були зі збільшеними черевцями (рис. 7), частина через неможливість руху

відклала яйця на липкі пастки, що свідчить про проходження парування і яйцекладки в період обліків (16—26.08.2022 р.) за СЕТ 703—803°С.

Для порівняння ефективності хімічних інсектицидів за 2 роки використовували статистично достовірні показники (2021 р. — кількість шкідників на 10 рослин, 2022 р. — кількість шкідників у клейових пастках) на кожному обліку (рис. 8).

Через 1—3 доби найефективнішими були препарати: Авант, к.е. в нормах 0,17 л/га та 0,25 л/га зі зниженням чисельності до контролю 65,69% та 62,84% відповідно; Карате Зеон, мк.с., 0,3 л/га — 54,26%; Енжіо, КС — 48,54%. На 1—3-тю добу найменшу ефективність проявили препарати Вантекс, Мк.с. (34,25%), Данадим Стабільний, КЕ (37,11%) та Кораген, КС (11,38%).

Через 6—8 діб після застосування препарати показали відсоток зменшення чисельності до контролю в межах 50—75%.

Через 12—14 діб після застосування найвищий відсоток

зниження чисельності показав інсектицид Авант, к.е. в нормі 0,17 л/га — 57,14% та Енжіо, КС — 47,62%. Інші препарати показали зниження чисельності шкідників від 19 до 33% в порівнянні до контрольного варіанту. Під час останнього обліку чисельність шкідників на варіантах із застосуванням Кораген, КС (0,15 л/га) дорівнювала чисельності на контрольних ділянках, що свідчить про відсутність контролю в цей час — 19—33% зменшення чисельності до контрольного варіанту.

ВИСНОВКИ

Використання жовтих клейових пасток замість пасток блакитного кольору дозволяє отримати статистично достовірні результати, про що свідчить значно більша кількість імаго діабротики на жовтих у порівнянні з блакитними. Тому рекомендовано, окрім пасток стандарту PAL, використовувати клейові пастки саме жовтого кольору для моніторингу щільності популяції ЗКЖ при плануванні захисних заходів та для визначення ареалу.

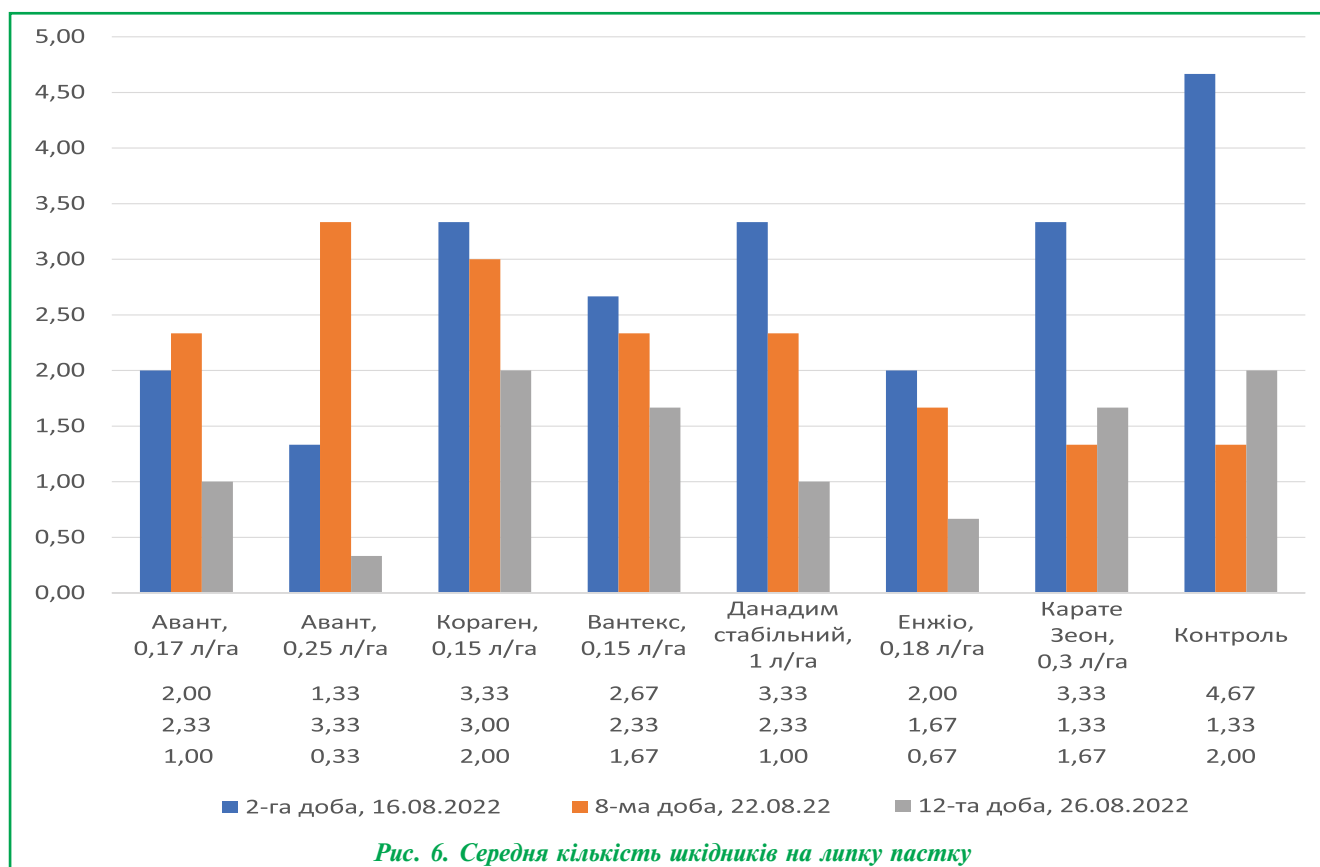


Рис. 6. Середня кількість шкідників на липку пастку



Рис. 7. Самиця ЗКЖ з яйцекладом на клейовій пастці 16.08.2022 р., Київська область

У 2021 р. облік на 10-ти рослинах був достовірним з чисельністю 0—4,75 екз./10-ти рослинах, на відміну від досліду, закладеного в 2022 р., коли чисельність шкідників на 10-ти рослинах була значно нижчою (0—2 екз.), що в порівнянні з іншими даними інших видів обліків (кількість шкідників на облікових майданчиках із тканини, липких пастках) свідчить про меншу щільність популяції на момент проведення обліків. Облік кількості шкідників

на 10-ти рослинах може показати достовірні результати в умовах значної чисельності імаго ЗКЖ на посівах.

Найвищу ефективність показали інсектициди Авант, к.е. та Енжіо, КС — відповідно 65,69% та 54,26%, найнижчу — Кораген, КС, 11,38%. Найвищу ефективність можна спостерігати на 1—3-тю добу після застосування, що зумовлено безпосереднім контактом шкідників з препаратом. Через 6—8 діб застосування ін-

сектицидів чисельність шкідників у варіантах на 50—75% нижча за кількість у контрольних ділянках, що свідчить про продовження захисного періоду інсектицидів у цей час. Через 12—14 діб після застосування більшість препаратів показали незначне зниження чисельності шкідників, окрім препаратів Авант, к.е. та Енжіо, КС — 57,14 та 47,62% відповідно.

З огляду на значне поширення та шкідливість ЗКЖ, згідно з інформацією Держпродспоживслужби, карантинний режим у 2022 р. запроваджувався в 16-ти областях України на площі 139000 га. Виробництву пропонується впровадження інсектицидів, що були найефективнішими у дослідженні, в технологію вирощування кукурудзи в регіонах поширення діабротики.

Фінансування. Дослідження виконані в межах робочої програми аспіранта лабораторії ентомології та стійкості с.-г. культур проти шкідників ІЗР НААН.

Конфлікт інтересів. Автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

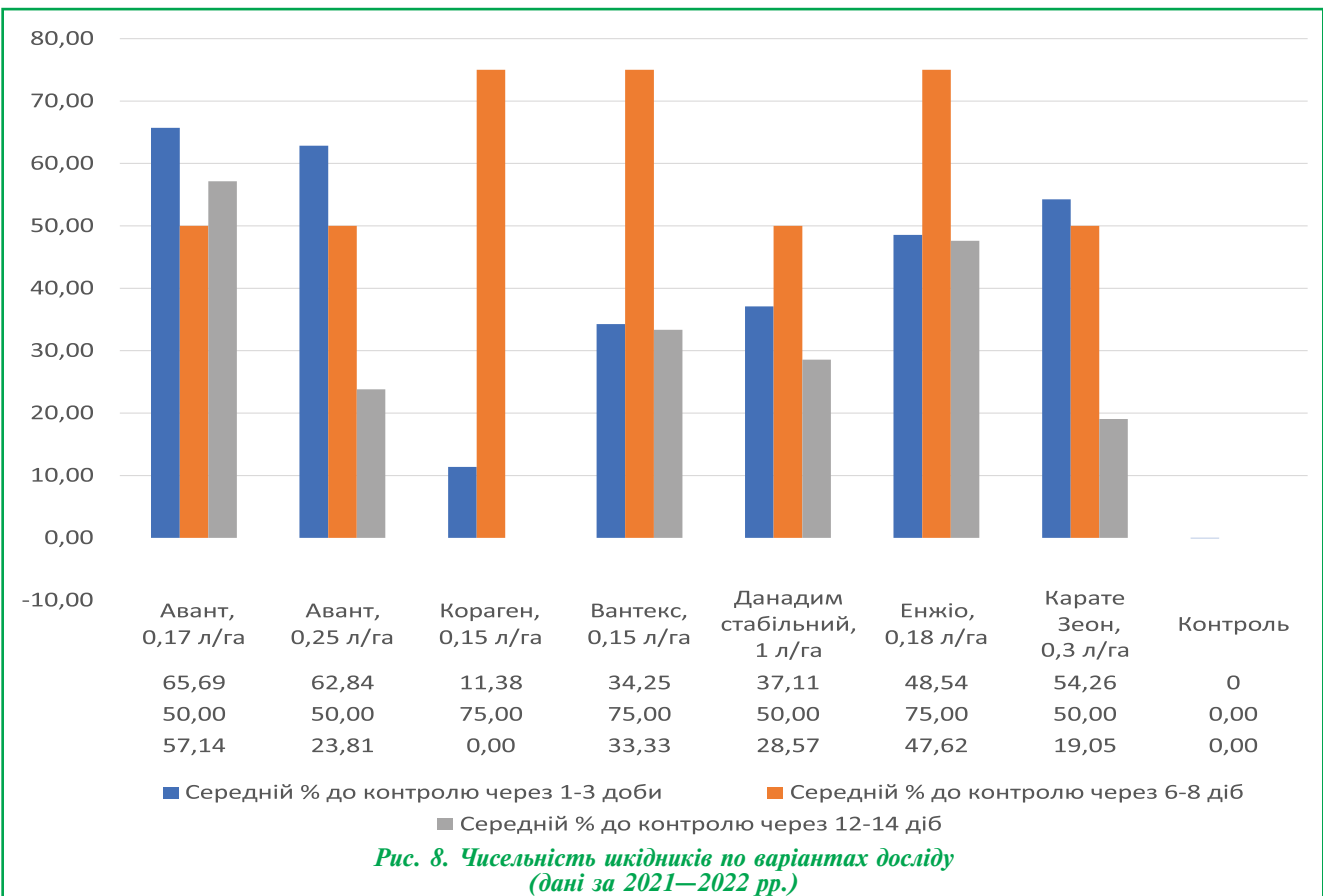


Рис. 8. Чисельність шкідників по варіантах досліду (дані за 2021—2022 рр.)

ЛІТЕРАТУРА

1. Wesseler, Justus and Fall, El Hadji. Potential damage costs of *Diabrotica virgifera virgifera* infestation in Europe — the «no control» Scenario. University. 25. January 2010. URL: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/33231/>.
 2. Grozea I., Chis C., Carabet A., Virteiu A.M., Grozea A., Stef R., Corcionivoschi N. Mathematical model to analyze the population changes of *Diabrotica virgifera* in terms of geographical coordinates and climatic factors. *Romanian Biotechnological Letters*. University of Bucharest. 2016. Vol. 22, No. 3, 2017. P. 12630.
 3. Grozea I. Western Corn Rootworm (WCR), *Diabrotica Virgifera Virgifera* LeConte — Several Years of Research in Western Part of Romania. *Bulletin USAMV Agriculture*, 67(1)/2010. P. 123.
 4. Sławiński J., Gołąbek E. The threat of maize cultivation by the pest *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte on selected communes in the Opole province. *Ecological Engineering*. Vol. 19, Issue 6, December 2018, P. 153-159. <https://doi.org/10.12912/23920629/97372>
 5. Якобчук В.І., Сікура А.Й., Паї Б., Кішш Й. Чи подолає західний кукурудзяний жук перевали Карпат? Розповсюдження комахи в гірських долинах Закарпаття. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*, Випуск 19 (2006). С. 270-274.
 6. Федоренко В.П., Лапа О.М., Омелюта В.П. та ін. Західний кукурудзяний жук — *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (поширення, розвиток, шкідочинність, засоби захисту). Київ: Колодиз, 2005. 40 с.
 7. Сікура О.А., Андреянова Н.І., Бокшан О.Я., Садляк А.М. Система моніторингу, прогнозування появи та розвитку ЗКЖ *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Методичні рекомендації. Ужгород: КП «Ужгородська міська друкарня», 2011.
 8. Сікура О.О., Федоренко В.П. Західний кукурудзяний жук — вплив агротехніки вирощування кукурудзи на його чисельність і шкідливість. *Карантин і захист рослин*, №2. 2013. С. 15-18.
 9. Сікура О.А. Перспектива застосування ентомопатогенів проти ЗКЖ (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 59. С. 238-245.
 10. Сікура О.О. Західний кукурудзяний жук — особливості фенології у вертикально-поясних зонах Закарпаття. *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 59.
 11. Moeres, Vidal S. Do Alternative Host Plants Enhance the Invasion of the Maize Pest *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae, Galerucinae) in Europe? *Environ. Entomol.* 33(5). 2004. P. 1169-1177. Georg-August University Goettingen, Institute for Plant Pathology and Plant Protection, Grisebach str. 6, 37077 Goettingen, Germany. URL: <https://academic.oup.com/ee/article/33/5/1169/354775>
 12. Tóth S., Szalai M., Kiss J. Toepfer S. Missing temporal effects of soil insecticides and entomopathogenic nematodes in reducing the maize pest *Diabrotica virgifera virgifera*. *Journal of Pest Science* 93(4). 2020. doi:10.1007/s10340-019-01185-https://www.researchgate.net/publication/338583145_Missing_temporal_effects_of_soil_insecticides_and_entomopathogenic_nematodes_in_reducing_the_maize_pest_Diabrotica_virgifera_virgifera
 13. Khajuria C., Ivashuta S., Wiggins E. Development and characterization of the first dsRNA-resistant insect population from western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. *PLoS One*. 2018 May 14; 13(5) URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29758046/>. doi: 10.1371/journal.pone.0197059
 14. Gyeraj A., Szalai M., P'alink 'as Z. Effects of adult western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, Coleoptera: Chrysomelidae) silk feeding on yield parameters of sweet maize. *Crop Protection*. 140. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105447>
 15. Turpin F.T., Dumenil L.C., Peters D.C. Edaphic and Agronomic Charactes that Affect Potential for Rootworm Damage to Corn in Iowa. *Journal of Economic Entomology*. 1972. V.65 i.6 P. 1615-1619. doi: 10.1093/jee/65.6.1615
 16. Lemic D., Mikac K., Kozina A., Benitez H., McLean C., Bažoka R. Monitoring techniques of the western corn rootworm are the precursor to effective IPM strategies. *Pest Manag Sci* (2015). doi: 10.1002/ps.4072.
 17. Tollefson J.J., Corn rootworm adult- and egg-sampling techniques as predictors of larval damage. Retrospective Theses and Dissertations. 5638. 1975. P. 14. URL: <https://lib.dr.iastate.edu/rtd>
 18. Kiss J., Edwards R., Berger H. and others. Monitoring of Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte). CAB International 2005. Western corn rootworm: Biology and Management ; eds. Vidal et. al. P. 29-39.
 19. Адамчук О.С. Розповсюдження, розвиток та методи виявлення ЗКЖ (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) в Україні. Київ. 2008.
 20. Imrei Z., Tóth M. A review of different trapping methods and purposes for *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Proceedings International Conference on the German *Diabrotica* Research Program, November 14-16, 2012, Berlin, Germany. P. 32. doi: 10.5073/jka.2014.444.008
 21. Egartner A., Heimbach U., Grabenweger G. A new method for efficacy testing of control measures against adult *Diabrotica* in maize. Proceedings International Conference on the German *Diabrotica* Research Program, November 14-16, 2012, Berlin, Germany. P. 92. doi: 10.5073/jka.2014.444.027
 22. EPPO database on PP1 Standards. PP1/274(1) — *Diabrotica virgifera* — adults. URL: <https://pp1.eppo.int/standards/PP1-274-1>
 23. Завантаження надбудови «Пакет аналізу» в програмі Excel — Підтримка від Microsoft. URL: <https://support.microsoft.com/uk-ua/office>
 24. Сікура О.А., Андреянова Н.І., Бокшан О.Я., Садляк А.М. Система моніторингу, прогнозування появи та розвитку західного кукурудзяного жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte. Методичні рекомендації. Ужгород: КП «Ужгородська міська друкарня», 2011.
 25. Packard A.S. Color-Preference in Insects. *Journal of the New York Entomological Society*, Sep., 1903, Vol. 11, No. 3 (Sep., 1903), pp. 132-137. URL: <https://www.jstor.org/stable/25003044>
 26. Moericke 'V. Uber die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (Aphidina) unter besonderer Berücksichtigung der Verhaltens beim Landen. *Z. angew. Ent.*, 37, 1955, P. 29-91.
- ¹Saliienko V.**,
ORCID: 0000-0002-9065-343X
- ²Fedorenko V.**,
ORCID: 0000-0002-7783-1617
Institute of Plant Protection of NAAS,
33, Vasylykivska str., Kyiv,
03022, Ukraine
e-mail: saliienkovolodymyr@gmail.com,
tana57-2009@ukr.net
- Effectiveness of insecticides against the adult stage of western corn beetle (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, 1868)**
- Goal.** Assessment of chemical insecticides for WCR (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, 1868) adults control for using in integrated corn pest management systems. **Methods.** Fields method. Trials conducted in 2021—2022 in farms in Bilyi Rukav Vinnytsia region and Ivanivka Kyiv region where corn was sown for 4 years. Techniques approved by the EPPO (Mediterranean Plant Protection Organization) are counting using yellow sticky traps, direct counting on plants, counting dead beetles, others. **Results.** 1—3 DAAT, the most effective was Avaunt EC (indoxacarb 150 g/l) at the rates of 0.17 l/ha and 0.25 l/ha with % reduction in population compared to the control 65.69 and 62.84, respectively, Karate Zeon SC (lambda-cyhalotryn 50 g/l) 0.3 l/ha with 54.26% and Engio SC (thiamethoxam 141 g/l, lambda-cyhalotryn 50 g/l) 0.18 l/ha — 48.54%. 12—14 DAAT, Avaunt EC insecticide at the rate of 0.17 l/ha with 57.14% and Engio SC with 47.62% showed the highest percentage of population reduction, respectively. The records conducted during 2021—2022 were not fully statistically reliable. In 2021, the indicators of the calculations carried out using the technique of «direct counting on plants» were statistically reliable, in 2022 — counting using yellow sticky trap. When comparing the number of pests caught in yellow and blue sticky traps, the number in yellow traps was many times greater than in blue. **Conclusions.** Avaunt EC and Engio SC insecticides showed the most effective efficiency — 65.69% and 54.26%, the lower efficiency — Coragen SC with 11.38%. The highest efficiency can be observed 1—3 days after application, which is due to the direct contact of pests with CPP. 12—14 days after application, most of CPP showed a slight decrease in the number of pests, except Avaunt EC and Engio SC with 57.14 and 47.62%, respectively.
- western corn rootworm; *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, 1868; corn; insecticides; Coleoptera; Insecta; traps; spraying**
- Надійшла до редакції: 06.02.2023
Прийнята до друку: 20.04.2023
Надруковано й опубліковано онлайн: червень 2023