

Фітосанітарна безпека. 2024. Вип. 70.

УДК: 632.7: 633.853.494:504.38

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.20-36>

О.І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук
В.М. ЧАЙКА, доктор сільськогосподарських наук
Л.І. БУБЛИК, доктор сільськогосподарських наук
О.О. БАХМУТ, кандидат сільськогосподарських наук
О.В. ШЕВЧУК, кандидат сільськогосподарських наук
І.В. КРУК, кандидат сільськогосподарських наук
А.В. ФЕДОРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук
Л.Л. ГАВРИЛЮК, кандидат сільськогосподарських наук
О.Г. ВЛАСОВА, кандидат сільськогосподарських наук
Ю.В. МАКОВЕЦЬКИЙ

Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська,
33, м. Київ, 03022, Україна

ФІТОСАНІТАРНА БЕЗПЕКА АГРОЦЕНОЗІВ РІПАКУ ОЗИМОГО В УКРАЇНІ ЗА УМОВ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Мета. Аналіз багаторічної динаміки чисельності популяцій основних шкідників посівів ріпаку озимого (*Brassica napus* L.) у різних природно-кліматичних зонах України задля визначення впливу змін клімату на фітосанітарний стан агроценозів у 2012—2022 рр. **Методи.** В дослідженнях було використано аналітично-синтетичний метод та комп'ютерне моделювання. Як вихідні дані використали результати моніторингу розвитку та розповсюдження шкідників в агроценозах ріпаку озимого та прогноз їхнього фітосанітарного стану впродовж 2012—2022 рр. Для аналізу природного потепління використали багаторічну базу даних Гідрометцентру України. Обраховували суми ефективних температур (СЕТ) для розвитку комах для кожної природно-кліматичної зони України. **Результати.** Проведено еколого-статистичний аналіз баз багаторічних даних популяцій шкідників ріпаку озимого, динаміки агрометеорологічних показників. Встановлено, що впродовж 2012—2022 рр. СЕТ постійно перевищувала кліматичні норми в усіх природно-кліматичних зонах України. Відбулося погіршення тепло- та вологозабезпечення вегетаційного періоду. Внаслідок кліматичних змін відбуваються трансформації комплексу шкідників культури. **Висновки.** Як наслідок кліматичних змін, зменшується зона, сприятлива для вирощування озимих польових культур, зокрема ріпаку озимого. Знижується здатність території до самоочищення. Багаторічна динаміка популяцій

шкідливого ентомокомплексу ріпаку озимого демонструє стабільно високу чисельність хрестоцвітих блішок, ріпакового квіткоїда, ріпакового стеблового прихованохоботника та тенденцію до підвищення чисельності останнього. Найбільш уразлива до фітофагів культура у фазі сходів та бутонізації-цвітіння, що необхідно враховувати при розробці систем захисту культури.

агроценоз; ріпак озимий; потепління клімату; шкідники; динаміка популяцій; сума ефективних температур

Польовий агроценоз — це складна система, що заново створюється щороку, функціонування якої залежить від багатьох факторів. Одним з них, який має чи не найбільш істотний вплив та не піддається регулюванню з боку людини, є природно-кліматичні умови.

Відомо, що клімат України змінюється як і глобальний клімат, однак, потепління на нашій території відбувається навіть швидше, ніж в інших регіонах Північної півкулі. За даними Укргідрометцентру, потепління в Україні триває з 1989 р. [1].

Проблема не тільки в тому, що змінюється клімат, але і в тому, що змінилися сівозміни, відбувається їх порушення, збільшилися площі посівів ріпаку, який стали вирощувати, незважаючи на те, що ґрунтово-кліматичні умови не завжди є сприятливими.

Зміни клімату можуть вплинути на шкідливих комах кількома способами. Вони можуть призвести до розширення їхнього географічного поширення, підвищення виживання під час зимівлі, збільшення кількості поколінь, зміни синхронності фенології між рослинами і шкідниками, зміни міжвидової взаємодії, збільшення ризику інвазії шкідниками, що мігрують, збільшення частоти хвороб рослин, що переносяться комахами і зниження ефективності регуляції чисельності за допомогою природних ворогів. Внаслідок цього виникає серйозний ризик економічних втрат урожаю, а також загрози продовольчої безпеки. Оскільки зміни температури є одним з основних факторів динаміки популяцій шкідливих організмів, потрібні дослідження тенденцій фітосанітарного стану агроценозів, щоб мати можливість контролювати статус шкідників [2—4]. Добре відомо, що комахи чутливі до температури, але як на них вплине глобальне потепління, що триває, залишається невизначеним, оскільки ці реакції багатогранні і екологічно складні [5]. Для визначення тенденцій стану популяцій комах в умовах змін клімату особливо цінність представляють результати багаторічних спостережень за чисельністю видів [6].

Досліджено вплив потепління клімату на 31 глобально значимий вид шкідливих комах з метою виявлення загальних тенденцій їх реакції на потепління. В цю оцінку було включено чотири категорії відповідей (розширення ареалу, життєвий цикл, динаміка популяції

та трофічна взаємодія). За вибраними наслідками 41% доліджених видів комах демонстрували реакції, які, як очікується, спричиняють збільшення збитку від шкідників. Примітно, що більшість досліджених видів (55%) продемонстрували неоднозначну реакцію. Це означає, що шкідливість даного виду може як збільшуватися, так і зменшуватися внаслідок тривалого потепління клімату. Аналіз показав, що передбачити вплив потепління клімату на комах-фітофагів далеко не просто [5].

Вплив змін клімату на чисельність комах агроландшафтів в Україні досліджено недостатньо. Наприклад, аналіз багаторічної динаміки популяцій шкідливого ентомокомплексу пшениці озимої свідчить, що шкідники по-різному реагують на потепління залежно від біології виду і можливе поступове зменшення чисельності окремих груп видів в умовах зміни температурного режиму [7].

Мета роботи — дослідити багаторічну динаміку чисельності основних шкідників та визначити ризики фітосанітарного стану агроценозів ріпаку озимого в різних природно-кліматичних зонах України в умовах змін клімату в 2012—2022 рр.

Методика досліджень. Матеріалом дослідження слугували результати фітосанітарного ентомологічного моніторингу, який проводять спеціалісти обласних управлінь Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. Моніторинг здійснюють в базових господарствах, які розташовані в різних регіонах України (всього 161 господарство), за допомогою методологічно стандартизованих щорічних обліків основних шкідливих організмів агроценозів в різних областях України [8]. Видову приналежність шкідників фахівці державної служби визначали за допомогою довідкової літератури [9].

Методичні основи фітосанітарного моніторингу відповідають критеріям об'єктивності аналізу стану популяцій основних шкідників на сільськогосподарських територіях України. У дослідженнях ми використали матеріали моніторингу за 2012—2022 рр.

Результати аналізу обробляли за використання програмного пакету на базі MS Excel. Проводили статистичний аналіз показників багаторічної динаміки чисельності деяких головних шкідників ріпаку озимого в різних природно-кліматичних зонах України. Для аналізу багаторічних усереднених даних показників чисельності шкідників за областями України використовували також діаграму Тьюкі (Box Plot).

За відмінностями рельєфу та ґрунтово-кліматичних умов на рівнинній частині України виділяють три природно-кліматичні зони: Полісся, Лісостеп та Степ [10].

Природно-кліматичні зони України характеризуються специфічними показниками суми ефективних температур (СЕТ). Температурні

норми регіонів розраховували фахівці Гідрометеоцентру України. За період аналізу норми для природно-кліматичних зон становили: Полісся — 969°, Лісостеп — 1124°, Степ — 1400° [1].

Для аналізу змін клімату використовували матеріали показників погоди, які додаються до щорічних регіональних звітів з фітосанітарного моніторингу. Обраховували СЕТ вище 10°C за період вегетації для кожної природно-кліматичної зони. Нижній температурний поріг розвитку комах-шкідників прийнято за +10°C [11].

Результати досліджень та обговорення. Визначальні кліматичні показники, що зумовлюють продуктивність рослинництва, це — зволоження, теплозабезпечення, термічні умови холодного періоду, континентальність. Зміни клімату зумовлюють зміну цих показників. За гумідного (вологого) потепління в середньостроковій перспективі можна очікувати зростання врожайності практично всіх сільськогосподарських культур. За аридного (сухого) потепління до середини XXI сторіччя збільшення посушливих територій стане головним негативним проявом зміни клімату в найбільш родючих районах країни. Врожайність буде швидко зменшуватися у лісостеповій і степовій зонах [1].

Результати досліджень добре ілюструють процес потепління в Україні. Аналіз кліматичних даних засвідчив, що в 2012—2022 рр. в Україні СЕТ постійно перевищувала кліматичні норми природо-кліматичних зон, але показники потепління були різними. Наприклад, в Поліссі перевищення відносно норми становило максимально +331° у 2012 р. В середньому за роки аналізу СЕТ збільшилась на 234°.

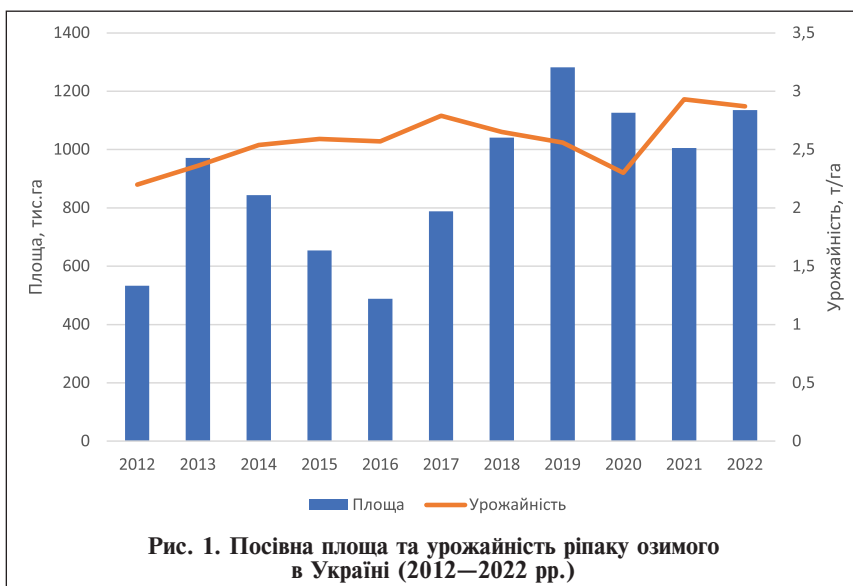
В Лісостепу максимальне перевищення СЕТ зареєстровано у 2012 р. (становило +726°). В середньому по зоні відносно кліматичної норми сума температур у 2012—2022 рр. збільшилась на 210°.

У степовій зоні в 2017 р. спостерігалось деяке зменшення СЕТ відносно кліматичної норми (–20°). Максимальне збільшення тепла (+700°) зареєстровано у 2012 р., який визнано самим теплим роком у всіх зонах за період дослідження. В середньому по зоні Степу сума температур збільшилась на 256° [12].

Протягом останніх 10-ти років за вегетаційний період на всій території України значення ГТК та зонального індексу самоочищення ($\bar{I}_{\text{зон}}$) зменшились. Особливо сильно це відчутно в Лісостеповій та на півночі Степової зон [12]. Такі зміни призводять до порушення функціонування агроценозів та зниження толерантності до пестицидного навантаження [12].

Ріпак озимий використовується у багатьох галузях — від харчової промисловості до енергетики та текстилю. За останні 10 років його посівні площі суттєво збільшились. Нині він є однією з найбільш широко вирощуваних культур в Україні. В 2022 р. його площа досягала

1,135 млн га. Середня урожайність ріпаку варіює в межах 2,2—2,8 т/га (рис. 1) [13]. Тобто збільшення зборів досягається головним чином за рахунок розширення площ під культурою.



Однак, необхідно враховувати, що як наслідок кліматичних змін зменшується зона, сприятлива для вирощування озимих польових культур, зокрема ріпаку озимого. Якщо 20 років тому вважалось, що за ґрунтово-кліматичними умовами вирощування цієї культури є можливим практично на всій території України, то результати проведених досліджень свідчать, що зона з оптимальними умовами зазнала обмежень. Значною мірою це пов'язано з погіршенням умов перезимівлі культури (рис. 2). Найбільша частка слабких та зріджених посівів спостерігається в степовій зоні, що підтверджує висновки, зроблені І.В. Круком та співавторами про те, що зони з ГТК менше 1,2 є несприятливими для даної культури [14].

Як показують дані попередніх досліджень, зона достатнього зволоження ґрунту зменшується, її межа піднімається вище на північ, відповідно змінюється умовна межа лісостепової та степової зон [12].

Важливим чинником, що впливає на врожай, є шкідники. Одним з наслідків зростання посівних площ є зміни у структурі комплексу шкідливих видів.

В Україні на посівах ріпаку живляться близько 50 видів фітофагів, втрати врожаю насіння від яких можуть сягати 30—40% і

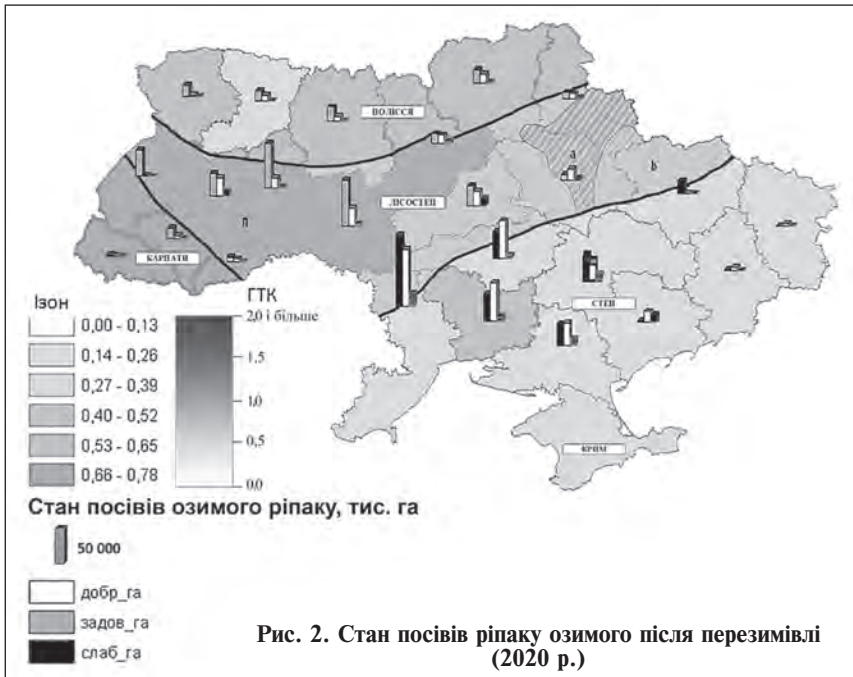


Рис. 2. Стан посівів ріпаку озимого після перезимівлі (2020 р.)

більше за одночасного зниження якості зерна [15]. Найшкідливішими фітофагами на ріпаку озимому є ріпакові і хрестоцвіті блішки (*Phyllotreta* spp.), ріпаковий трач (*Athalia rosae* L.), великий ріпаковий прихованохоботник (*Ceutorhynchus napi* Germar), капустяний стебловий (*Ceuthorrhynchus pallidactylus* Marsham), стручковий (насіenneвий) (*Ceutorrhynchus assimilis* Germar) та інші види прихованохоботників, капустяний стручковий комарик (*Contarinia nasturtii* Kieff), ріпаковий квіткоїд (*Meligethes aeneus* F.).

За появи сходів найбільшу небезпеку ріпаку створюють хрестоцвіті блішки (*Phyllotreta* spp.). В Україні найпоширенішими є: світлонога (*Phyllotreta nemorum* L.), хвиляста (*Phyllotreta undulata* Kutsh.), синя (*Phyllotreta nigripes* F.), чорна (*Phyllotreta atra* F.), хрінна (*Phyllotreta armoraciae* Koch.) хрестоцвіті блішки. У разі масового розмноження блішки за два-три дні здатні повністю знищити сходи.

Пошкодження хрестоцвітими блішками впливають на фізіолого-біохімічні процеси у листках ріпаку. Під час цього відбувається посилення інтенсивності дихання, активності пероксидази і зниження вітаміну С, хлорофілу А, В та каротиноїдів. Жуки хрестоцвітих блішок найнебезпечніші, передусім, у південних областях. Порого-

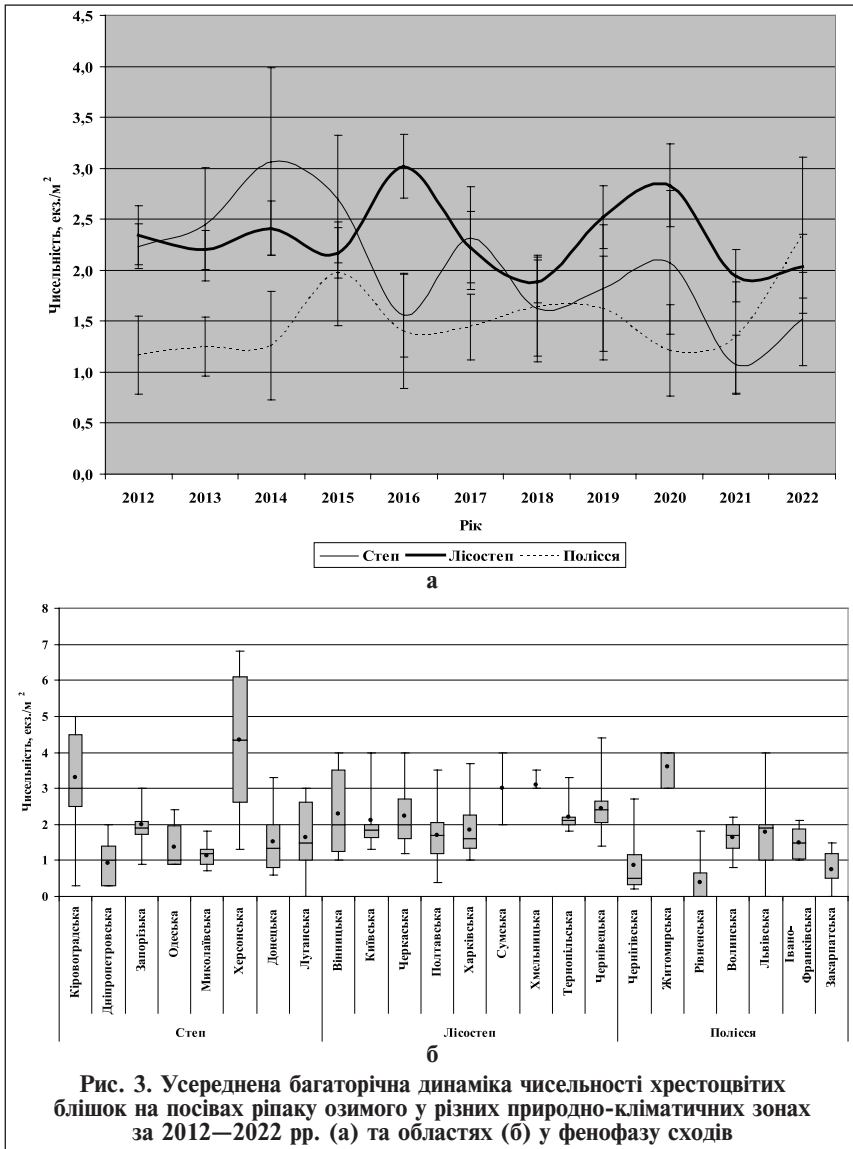
вою для проведення захисних заходів вважається чисельність понад 3 екз./м² (табл. 1). Активність і шкідливість блішок збільшується у спекотну посушливу погоду. Захист сходів від них — важлива ланка у системі захисту ріпаку, враховуючи, що за температури понад 15°C у суху сонячну погоду цей шкідник за значної чисельності здатен повністю знищити сходи культури [10]. Багаторічну динаміку чисельності хрестоцвітих блішок в Україні наведено на рисунку 3.

1. Економічні пороги шкідливості фітофагів ріпаку озимого [15]

Фенофаза	Шкідник	Поріг шкідливості
Сходи	Хрестоцвіті блішки	3 екз./м ²
Сходи — 4 листки	Ріпаковий листкоїд	1—2 жука/м ² 2—3 личинки/м ²
	Ріпаковий трач	1—2 гусениці/рослину
	Ріпковий білан, озима совка, капустиана совка	2—3 гусениці/м ²
Стеблування — дозрівання	Стебловий прихованохоботник	1 жук/40 рослин, 2 жуки/м ²
Бутонізація — цвітіння	Ріпаковий квіткоїд	2—3 екз./рослину
	Насінневий прихованохоботник	1 жук/рослину
	Капустиана попелиця	2 колонії/м ²
Цвітіння	Стручкова галиця	1 самиця/2 рослини

За даними таблиці 1 найчисельнішими блішки були в зоні Степу та Лісостепу (рис. 3 а). У роки досліджень чисельність шкідників змінювалась. Максимальні показники зареєстровано у 2014 та 2016 роках і перевищували економічний поріг шкідливості (ЕПШ) в Степу та Лісостепу. Після 2016 р. чисельність шкідників поступово зменшувалась у степовій зоні та в середньому становила у 2021—2022 рр. від 1 до 1,5 екз./м². Чисельність хрестоцвітих блішок у Лісостепу була більш стабільною і в останні 7 років становила в середньому 1,5 екз./м². У зоні полісся за роки аналізу чисельність хрестоцвітих блішок варіювала в діапазоні від 1 до 2,3 екз./м².

Усереднений розподіл чисельності шкідників за областями України (рис. 3 б) засвідчив, що найбільш стабільно хрестоцвіті блішки спостерігались на посівах ріпаку озимого в областях Степу та Лісостепу за чисельності від 1 до 3 екз./м². Максимальні показники припадали на Кіровоградську (від 0,2 до 5,0 екз./м², за середнього показника



3,3 екз./м²) та Херсонську області (від 1,2 до 7,0 екз./м², за середнього показника 4,4 екз./м²).

Ріпаківий насіннєвий прихованохоботник поширений в Україні

повсюдно. Зимують жуки у ґрунті й під рослинними рештками. Пробуджуються у квітні за середньодобової температури повітря 7...8°C. Спочатку вони живляться на сходах хрестоцвітих бур'янів (хрінниця, дика редька, суріпиця), згодом переселяються у посіви хрестоцвітих культур (ріпак, капуста, редька тощо).

Личинки ріпакового насінневого прихованохоботника можуть сильно пошкоджувати капустяні культури, зокрема ріпак, гірчицю, насінники капусти, редьки, редиски тощо, насамперед, за сухої теплої погоди вегетації, коли чисельність шкідника значно збільшується. Як наслідок, маса 1000 насінин може зменшитися на 16%, вміст олії — на 2%, схожість насіння — на 40%. Пошкоджені прихованохоботником стручки сильніше уражуються альтернаріозом.

Багаторічну динаміку чисельності ріпакового насінневого прихованохоботника в Україні наведено на рисунку 4. Ріпаковий насінневий прихованохоботник на посівах ріпаку озимого реєструвався в усіх природно-кліматичних зонах (рис. 4 а) України, але найбільшої чисельності досягав в Степу — від 2,2 екз./м² у 2013 р. до 2,3 екз./м² у 2018 р. В подальшому чисельність шкідника помітно зменшилась. У всіх природно-кліматичних зонах шкіднику властиві періодичні коливання чисельності, яка в період максимуму може в 3 рази перевищувати показники мінімуму.

Усереднений розподіл чисельності шкідників за областями України (рис. 4 б) показує, що найбільш стабільно шкідник спостерігався на посівах ріпаку озимого в областях Степу та Лісостепу. Максимальні показники припадали на Дніпропетровську (1,0—6,0 екз./м²) та Одеську області (1,0—5,2 екз./м²) за середнього показника 2,1 екз./м².

Стебловий капустяний прихованохоботник найбільше шкодить у Лісостепу та на Поліссі. Пошкоджує капусту, ріпу, редис, брукву, ріпак ярий, гірчицю та інші капустяні. Зимують статевонезрілі жуки під рослинними рештками на узліссях, у лісосуґах, парках, садах. Жуки пробуджуються у першій половині квітня, коли температура верхнього шару ґрунту прогрівається до 8—9°C. Спочатку жуки додатково живляться на дикорослих, а пізніше на культурних (олійних, кормових і овочевих) капустяних рослинах у полі та на розсаді в парниках [10].

Багаторічну динаміку чисельності ріпакового стеблового прихованохоботника в Україні наведено на рисунку 5. Ріпаковий стебловий прихованохоботник на посівах ріпаку озимого реєструвався в усіх природно-кліматичних зонах (рис. 5 а) України, але найбільшої чисельності досягав у Лісостепу — від 0,5 екз./м² у 2016 до 1,8 екз./м² у 2019 роках. В подальшому чисельність шкідника помітно зменшилась і становила у 2021 р. 1 екз./м². Найменші показники чисельності стеблового прихованохоботника реєстрували у 2017 р. у Степу — 0,25 екз./м².

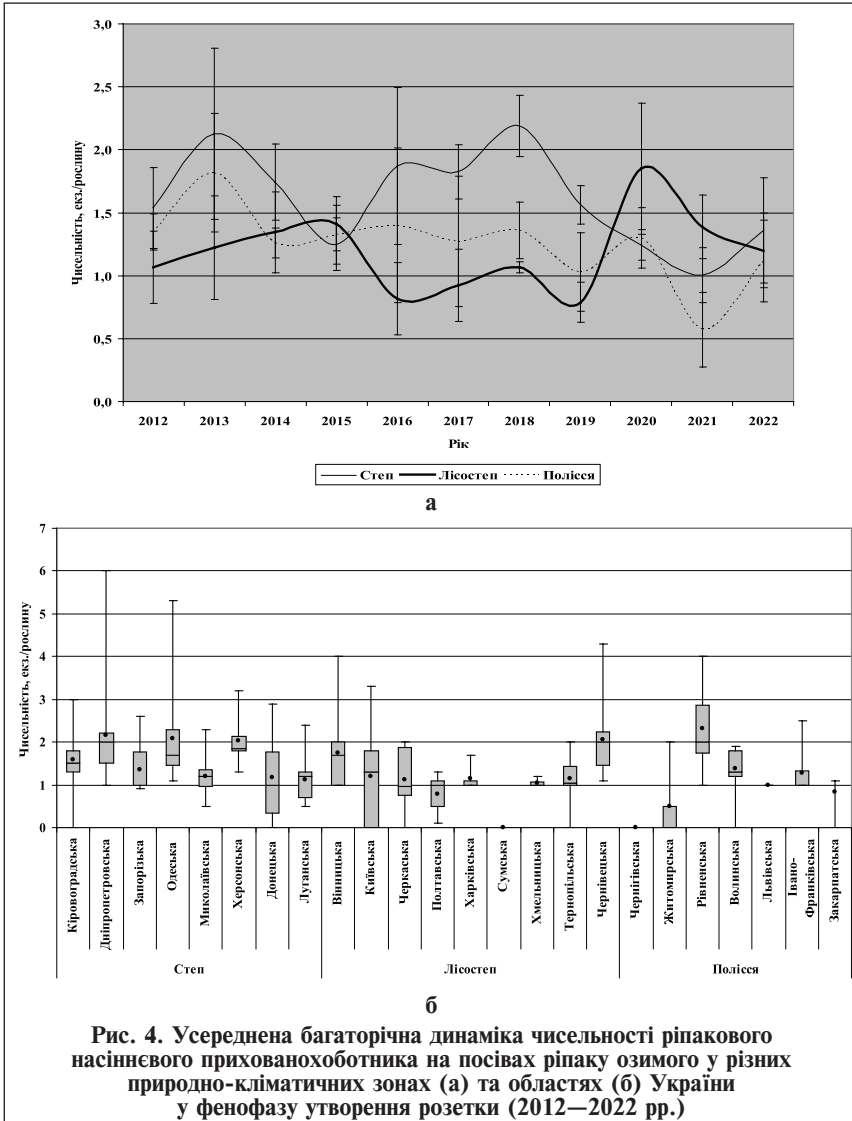
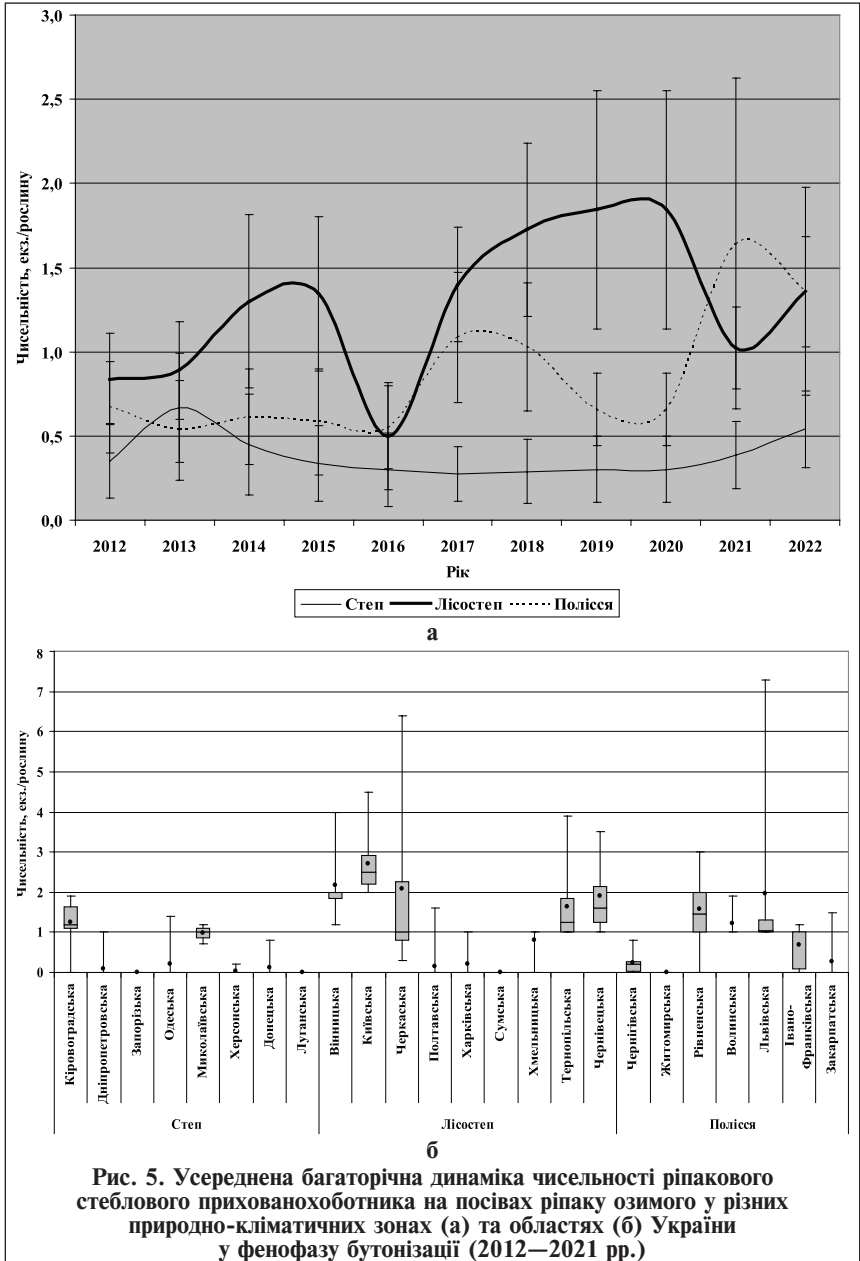


Рис. 4. Усереднена багаторічна динаміка чисельності ріпакового насінневого прихованохоботника на посівах ріпаку озимого у різних природно-кліматичних зонах (а) та областях (б) України у фенофазу утворення розетки (2012–2022 рр.)

Усереднений розподіл чисельності шкідників за областями України (рис. 5 б) засвідчив, що найбільш стабільно за високої чисельності стебловий прихованохоботник спостерігався на посівах ріпаку озимого у Черкаській (0,2–6,0 за середнього показника



2,1 екз./м²) та Львівській (1,0—7,3 за середнього показника 1 екз./м²) областях.

Ріпаковий квіткоїд (*Meligethes aeneus* F.) — один із найнебезпечніших шкідників ріпаку. Впродовж року розвивається одне покоління. Ріпаковий квіткоїд пошкоджує бутони. Маленькі бутони з'їдає повністю, а у великих вигризає отвори. Пошкоджені бутони опадають. Якщо пошкодження незначне, утворюються спотворені стручки з малою кількістю насіння низької якості.

Багаторічну динаміку чисельності ріпакового квіткоїда в Україні наведено на рисунку 6. З наведених даних ріпаковий квіткоїд виявлявся в усіх природно-кліматичних зонах України, але за різних показників чисельності. Максимальну чисельність спостерігали у Лісостепу (3,5 екз./рослину, 2013 р.) та Поліссі (2,8 екз./рослину, 2014 р.). У 2021—2022 рр. зафіксовано деяку депресію чисельності.

Усереднений розподіл чисельності шкідника за областями України (рис. 6 б) засвідчив, що найбільш стабільно за високої чисельності ріпаковий квіткоїд спостерігався на посівах ріпаку озимого у Черкаській (0,1—5,5 за середнього показника 2,1 екз./рослину) та Чернігівській (0,4—3,7 за середнього показника 2,5 екз./рослину) областях.

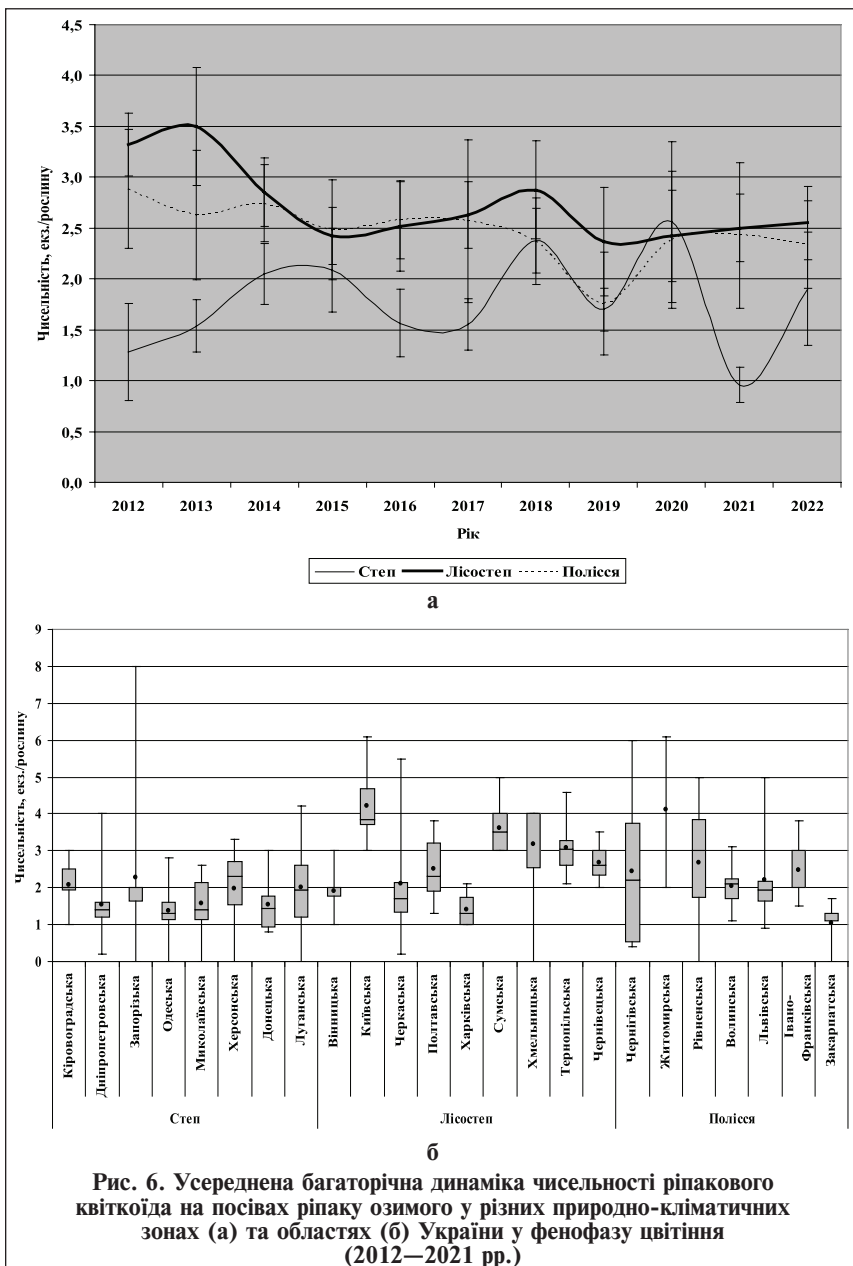
Отже, хрестоцвіті блішки, ріпаковий квіткоїд та ріпаковий стебловий прихованохоботник демонструють стабільно високий рівень чисельності, яка в більшості областей перевищує пороги шкідливості. Необхідно відзначити тенденцію до підвищення щільності популяції ріпакового стеблового прихованохоботника.

ВИСНОВКИ

Аналіз температурних показників вегетаційних періодів 2012—2022 рр. засвідчив, що СЕТ постійно перевищувала кліматичні норми в усіх природно-кліматичних зонах України. Як наслідок кліматичних змін зменшується зона, сприятлива для вирощування озимих польових культур, зокрема ріпаку озимого. Знижується здатність території до самоочищення.

Багаторічна динаміка популяцій шкідливого ентомокомплексу ріпаку озимого демонструє стабільно високу чисельність хрестоцвітих блішок, ріпакового квіткоїда, ріпакового стеблового прихованохоботника та тенденцію до підвищення чисельності останнього. Найуразливішою до фітофагів культура є у фази сходів та бутонізації-цвітіння, що необхідно враховувати при розробці систем захисту культури.

Фінансування: дослідження виконували в рамках завдань 24.05.02.01.Ф «Еколого-токсикологічні основи оптимізації хімічного захисту сільськогосподарських культур від шкідників для фітосанітарного оздоровлення агроценозів», 24.04.02.02.П «Наукове обгрун-



тування формування біокомплексів на основі біологічних агентів та речовин стимулюючої природи, а також їх застосування для обмеження розвитку і боротьби з шкідливими організмами», 24.01.02.03.Ф «Наукові основи управління розвитком хвороб грибної етіології в трансформованих агроценозах».

Конфлікт інтересів: автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Адаменко Т.І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Київ, 2014. 20 с.
2. Wang B-X, Hof A, Ma C-S Impacts of climate change on crop production, pests and pathogens of wheat and rice Front. Agr. Sci. Eng. 2022. V. 9. №1. P. 4-18. DOI: 10.15302/J-FASE-202143
3. Skendzic S., Zovko M., Zivkovic I. et al. The impact of climate change on agricultural Insect Pests. Insects 2021. V. 12. №5. 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>.
4. Shrestha S. Effects of Climate Change in Agricultural Insect Pest. Acta scientific agriculture. 2019. V. 3. №12. P. 74-80. DOI:10.31080/ASAG.2019.03.0727
5. Lehmann P, Ammunet T, Barton M. et al. Complex responses of global insect pests to climate warming. Frontiers in Ecology and the Environment, 2020. V. 18. №3. P. 141-150. Doi: 10.1002/fee.2160
6. Wagner D., Gramesa E., Forister M. et al. Insect declines in the Anthropocene. PNAS 2021 V. 118. №2. e2023989118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023989118>
7. Borzykh O., Chaika V., Schevchuk O. et al. Long-term (2005-2020) winter wheat pest population dynamics in Ukraine in response to effects of acreage treated with insecticides and climate change. AgroLife Scientific Journal. 2023. V. 12. №2. P. 35-45. DOI: 10.17930/agl202325
8. Борзих О.І., Чайка В.М., Неверовська Т.М. та ін. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу розвитку та обліку багатокішечних шкідників, шкідників та хвороб зернових, зернобобових культур та багаторічних трав. Київ: Держпродспоживслужба, 2018. 144 с.
9. Benada Y., Dushen I., Novak I. Atlas of pests and diseases of grain crops. V. 1. Prague. SZN. 1967. 218 p.
10. Стратегія і тактика захисту рослин. т. 1: Стратегія ; за ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.
11. Кулешов А.В., Білик М.О. Прогноз розвитку хвороб сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Харків, 2014. 209 с.
12. Борзих О.І., Бублик Л.І., Чайка В.М. та ін. Агрокліматичне та агроекотоксикологічне обґрунтування зональних хімічних систем захисту польових

культуру від шкідливих організмів в умовах змін клімату в Україні. Карантин і захист рослин. 2022. №4. С. 3-9. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9>

13. Статистичний щорічник України за 2022 рік. Київ: Державна служба статистики України, 2023. 387 с.

14. Крук І.В. Агрокліматичне та екотоксикологічне районування території України щодо вирощування ріпаку. Агроекологічний журнал. 2012. №3. С. 67-70.

15. Трибель С.О., Ретьман С.В., Борзих О.І., Стригун О.О. Стратегічні культури. Київ: Фенікс, Колобіг, 2012. 368 с.

Borzykh O., ORCID: 0000-0002-9802-5622

Chaika V., ORCID: 0000-0002-5025-0863

Bublyk L., ORCID: 0000-0001-5620-9303

Bakhmut O., ORCID: 0000-0002-9800-3191

Shevchuk O., ORCID: 0000-0003-0954-1922

Kruk I., ORCID: 0000-0001-9659-5384

Fedorenko A., ORCID: 0000-0002-4398-7330

Gavrylyuk L., ORCID: 0000-0003-2940-1580

Vlasova O., ORCID: 0000-0002-5704-3322

Makovetskyi Yu.

Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences,
33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

Phytosanitary safety of agrocenoses of winter rape in Ukraine under the conditions of climate change

Goal. To analyze the multi-year population dynamics of the main pests of winter rape (*Brassica napus* L.) in different soil-climate zones of Ukraine in order to determine the impact of climate changes on the phytosanitary state of agrocenoses in 2012—2022. **Methods.** Analytical-synthetic method and computer modeling were used in the research. The results of monitoring of the development and spread of pests in agrocenoses of winter rapeseed and the forecast of their phytosanitary status during 2012—2022 were used as initial data. The long-term database of the Hydrometeorological Center of Ukraine was used to analyze the course of natural warming. The sums of effective temperatures for the development of insects were calculated for each soil-climate zone of Ukraine. **Results.** Ecological and statistical analysis of long-term data bases of winter rapeseed pest populations, dynamics of agrometeorological indicators was carried out. It was established that during 2012—2022, the sum of effective temperatures constantly exceeded the climatic norms in all soil-climate zones of Ukraine. There was a deterioration of heat and moisture supply during the growing season. As a result of climatic changes, the complex of pests is undergoing transformations. **Conclusions.** It has been

established that as a result of climate changes, the area favorable for the cultivation of winter field crops, in particular winter rapeseed, is decreasing. The ability of the territory to self-cleaning falls. The long-term dynamics of the populations of the harmful entomocomplex of winter rape demonstrates a consistently high number of cruciferous fleas, rape flower beetle, rape stem borer and a tendency to increase the number of the latter. The crop is most vulnerable to phytophages in the seedling and budding-flowering phases, which must be taken into account when developing crop protection systems.

agrocenosis; winter rape; climate warming; pests; population dynamics; sum of effective temperatures

REFERENCES

1. Adamenko T.I. (2014). Ahroklimatychnе zonuвання тerytorii Ukrainy z vrakhovanniam zminy klimatu. [Agroclimatic zoning of the territory of Ukraine taking into account climate change]. Kyiv. 20 p. (in Ukrainian).
2. Wang B-X, Hof A, Ma C-S (2022). Impacts of climate change on crop production, pests and pathogens of wheat and rice *Front. Agr. Sci. Eng.*, 9(1), 4-18. DOI: 10.15302/J-FASE-202143
3. Skendzic S., Zovko M., Zivkovic I. et al. (2021). The impact of climate change on agricultural Insect Pests. *Pests. Insects*, 12, 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>
4. Shrestha S. (2019). Effects of Climate Change in Agricultural Insect Pest. *Acta scientific agriculture*, 3(12), 74-80. DOI:10.31080/ASAG.2019.03.0727
5. Lehmann P., Ammunét T., Barton M. et al. (2020). Complex responses of global insect pests to climate warming. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8(3), 141-150. Doi: 10.1002/fee.2160
6. Wagner D., Gramesa E., Forister M. et al. (2021). Insect declines in the Anthropocene. *PNAS*. 2021, 118(2), e2023989118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023989118>
7. Borzykh O., Chaika V., Schevchuk O. et al. (2023). Long-term (2005—2020) winter wheat pest population dynamics in Ukraine in response to effects of acreage treated with insecticides and climate change. *AgroLife Scientific Journal*, 12(2), 35-45. DOI: 10.17930/agl202325
8. Borzykh O., Chaika V., Neverovskaya T. et al (2018). Metodichni rekomendatsii shchodo skladannia prohnozu rozvytku ta obliku bahatoidnykh shkidnykiv, shkidnykiv ta khvorob zernovykh, zernobobovykh kultur ta bahatorichnykh trav. [Methodical recommendations for forecasting and accounting of perennial pests, pests and diseases of cereals, legumes and perennial grasses]. Kyiv: Derzhprodspozhyvsluzhba. 144 p. (in Ukrainian).
9. Benada Y., Dushen I., Novak I. (1967). Atlas of pests and diseases of grain crops. T. 1. Prague, SZN, 218 p.

10. Fedorenko V.P. (Ed.). (2012). *Stratehiia i taktyka zakhystu roslyn*. T. 1: *Stratehiia*. [Strategy and tactics of plant protection. Vol. 1: Strategy]. Kyiv: Alfa-steviiia. 500 p. (in Ukrainian).

11. Kulieshov A., Bilyk M., Dovhan S. *Prohnoz rozvytku khvorob silskohospodarskykh kultur: Navchalnyi posibnyk*. [Phytopathological monitoring and forecast. Tutorial]. Kharkiv, 2011. 607 p. (in Ukrainian).

12. Borzykh O., Bublyk L., Chaika V. et al. (2022). *Ahroklimatychno ta ahroekotoksykologichne obgruntuvannia zonalnykh khimichnykh system zakhystu polovykh kultur vid shkidlyvykh orhanizmiv v umovakh zmin klimatu v Ukraini*. [Agroclimatic and agroecotoxicological justification of zonal chemical protection systems against harmful organisms for field crops under conditions of climate change in Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, [Quarantine and Plant Protection], (4), 3-9. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9> (in Ukrainian).

13. *Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2022 rik*. (2023). [Statistical Yearbook of Ukraine for 2020]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. 387 p. (in Ukrainian).

14. Kruk I.V. (2012). *Ahroklimatychno ta ekotoksykologichne raionuvannia terytorii Ukrainy shchodo vyroshchuvannia ripaku*. [Agroclimatic and ecotoxicological zoning of the territory of Ukraine regarding the cultivation of rapeseed]. *Ahroekologichnyi zhurnal*, [Agroecological journal], 3, 67-70. (in Ukrainian).

15. Trybel S.O., Retman S.V., Borzykh O.I., Stryhun O.O. (2012). *Stratehichni kultury*. [Strategic cultures]. Kyiv: Feniks, Kolobih. 368 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 01.08.2024

Прийнята до друку: 30.09.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025