

УДК 631.5:631.8.11"324"

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.19>

## ОБҐРУНТУВАННЯ МОНІТОРИНГУ РОЗМНОЖЕННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПОШИРЕННЯ КОМАХ-ФІТОФАГІВ У ПОЛЬОВИХ СІВОЗМІНАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Сахненко В.В.** – д.с.-г.н.,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Доля М.М.** – д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри інтегрованого захисту

та карантину рослин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Сахненко Д.В.** – к.с.-г.н., старший науковий співробітник кафедри

інтегрованого захисту та карантину рослин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Кострич Д.В.** – аспірант кафедри інтегрованого захисту та карантину рослин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті висвітлено особливості розмноження основних шкідливих видів комах-фітофагів на посівах польових культур за нових технологій вирощування. Проведено аналіз ефективності сучасного моніторингу комплексу видів шкідників за ресурсоощадних систем обробки ґрунту, добрив і захисту сільськогосподарських культур. Встановлено особливості поширення та шкідливості досліджуваних видів шкідників за етапами органогенезу рослини та екологічними чинниками, які включені до моделей прогнозу розмноження фітофагів, зокрема для визначення очікуваних витрат зерна у сучасних сівозмінах. При цьому вказані технологічні рішення й організаційно-господарські заходи для високоефективного застосування прогресивних систем захисту польових культур від комплексу шкідників.

Дослідження показали, що комплексна оцінка чисельності та шкідливості ґрунтових фітофагів за новітніх форм і систем ведення сівозмін залежить і від опадів, а, відповідно, і від вологості ґрунту восени і навесні.

Так, часткове пересушування ґрунту в осінній період вегетації зернових колосових і технічних культур сприяє міграції ґрунтових шкідників углиб орного шару ґрунту. Однак це явище доцільно розглядати стосовно кожного окремого виду ґрунтових фітофагів, адже несправжні дротяники не мігрують у глибокі шари ґрунту, а пошкоджують сходи і рослини впродовж вегетаційного періоду.

Таким чином, шкідливість ґрунтових шкідників за сучасного землекористування залежала від чисельності цих фітофагів. Збільшення чисельності ґрунтових шкідливих видів комах сприяло зростанню ступеня пошкодження сходів польових культур ґрунтовими шкідниками.

Оптимізація фітосанітарного стану з урахуванням показників прогнозу чисельності шкідників у сучасних агроценозах потребує подальшого вдосконалення наявної системи захисту пшениці озимої від комплексу комах-фітофагів. Тому вивчення особливостей багаторічного розвитку та розмноження комах-фітофагів, механізмів із застосуванням моделей прогнозу їхньої популяційної динаміки розвитку, прогнозування чисельності шкідників за нових високоефективних, екологічно обґрунтованих заходів захисту пшениці озимої набуває особливої актуальності у теоретичному і практичному значеннях.

**Ключові слова:** польові культури, пшениця озима, моніторинг, фітофаги, сорти, агробіоценози.

**Sakhnenko V.V., Dolya M.M., Sakhnenko D.V., Kostrych D.V. Substantiation of monitoring the reproduction and control of the distribution of phytophagous insects in the field crop rotations of the Forest-Steppe of Ukraine**

The article highlights the features of the reproduction of the main harmful species of phytophagous insects on field crops using new cultivation technologies. The analysis of the effectiveness of modern monitoring of a complex of pest species from resource-saving systems

of soil cultivation, fertilizers and crop protection has been carried out. The features of the distribution and harmfulness of the studied pest species by the stages of plant organogenesis by environmental factors included in the models for predicting the reproduction of phytophages, in particular, to determine the expected consumption of grain in modern crop rotations, have been established. At the same time, the article considers technological solutions and organizational and economic measures for the highly effective use of progressive systems for protecting field crops from a complex of pests.

The studies have shown that a comprehensive assessment of the number and harmfulness of soil phytophages for new forms and systems of crop rotation management depends on precipitation, and, accordingly, on soil moisture in autumn and spring.

Thus, partial overdrying of the soil in the autumn growing season of cereal crops and industrial crops contributes to the migration of soil pests to the deep arable depth of the layer. However, it is advisable to consider this phenomenon in relation to each individual type of soil phytophages, since fake wireworms do not migrate into deep soil layers, but damage seedlings and plants during the growing season.

Thus, the harm of soil pests during modern land use depended on the number of these phytophages. The increase in the number of ground harmful insect species contributed to an increase in the degree of damage to seedlings of field crops by ground pests.

Optimization of the phytosanitary state, taking into account the indicators of the forecast of the number of pests in modern agroecosystems, requires further improvement of the existing system of protection of winter wheat from the complex of phytophagous insects. Therefore, the study of the features of long-term development and reproduction of phytophagous insects, mechanisms using models for predicting their population dynamics of development is timely. Prediction of the number of pests under new highly effective, environmentally sound measures for the protection of winter wheat is of particular relevance, both in theoretical and practical terms.

**Key words:** field crops, winter wheat, monitoring, phytophages, varieties, agrobiocenoses.

**Постановка проблеми.** За нинішніх умов розвитку рослинництва оптимізація фітосанітарного стану з урахуванням показників прогнозу чисельності шкідників у сучасних агроценозах потребує вдосконалення системи захисту пшениці озимої від комплексу комах-фітофагів. Зокрема, вивчення особливостей багаторічного розвитку і розмноження та прогнозування чисельності шкідників за нових висококоєфективних, екологічно обґрунтованих заходів захисту пшениці озимої набуває особливої актуальності у теоретичному і практичному значеннях.

Дослідженнями, проведеними у базових господарствах регіону спостережень, відзначено, що зміни погодно-кліматичних умов вплинули як на технології вирощування пшениці озимої, так і на розвиток досліджуваних видів організмів на основних етапах органогенезу. Це супроводжується особливостями формування фітосанітарного стану посівів в осінньо-зимовий і ранньовесняний періоди та є причиною зниження врожаю зерна і загибелі рослин. За нових умов виникає необхідність розробки і впровадження нових систем контролю комплексу комах-фітофагів з урахуванням динаміки чисельності та особливостей біології внутрішньостеблових та інших видів шкідників.

Особливої уваги заслуговує своєчасне планове і прогнозоване управління агроценозом, адже система захисту пшениці озимої становить складний технологічний процес і здійснюється обґрунтованим проведенням агротехнічних, організаційно-господарських, хімічних та інших заходів, спрямованих на підвищення продуктивності пшениці озимої в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

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

Так, за результатами багаторічних досліджень у регіоні спостережень визначено параметри змін популяційних циклів основних шкідливих видів комах на

посівах пшениці озимої за сучасних систем захисту рослин, залежно від чинників зовнішнього середовища і новітніх систем землеробства. При цьому уточнено особливості функціонування регіональних популяцій шкідливих видів комах як саморегулюючих біологічних систем за виявленими показниками синхронізації масових розмножень шкідників пшениці озимої. За матеріалами спостережень визначено математичні взаємозв'язки чисельності основних шкідливих видів комах з абіотичними та іншими чинниками.

Розкрито сучасні механізми формувань агроценозів, які враховані в оцінці ефективності заходів захисту пшениці озимої від комплексу фітофагів у Лісостепі України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Узагальнення результатів багаторічних досліджень щодо оцінки впливу комплексу факторів агроценозів на види й особливості формувань популяцій членистоногих свідчить про актуальне значення і важливість таких спостережень у часі та просторі. Зокрема, встановлено, що першочергового значення набувають показники контролю ефективності управління ентомокомплексами та іншими угрупованнями організмів за етапами органогенезу культурних рослин, у допосівний період і за особливостями багаторічної та сезонної динаміки чисельності сучасних видів на фоні застосованих технологій. Це частково узагальнено в роботах М.М. Долі, С.В. Станкевича, Е.Н. Білецького та інших. Деякі інші вітчизняні вчені та дослідники фокусують увагу переважно на визначенні показників чисельності за окремих систем і технологій вирощування польових культур, зокрема за короткоротаційних сівозмін [1; 3; 7–9].

**Постановка завдання.** Одержані результати свідчать про важливість проведення оцінки особливостей формувань популяцій комплексу шкідливих видів із моделюванням кількісних показників структур і чисельності ентомокомплексів у сучасних агроценозах пшениці озимої. Це впливає на ефективність комплексу заходів щодо контролю масових розмножень фітофагів за уточненими закономірностями розмноження та виживання шкідливих видів комах за ланцюгами саморегуляції в нових системах захисту пшениці озимої.

Для вдосконалення системи захисту польових культур важливим є вивчення показників формувань ентомокомплексів різних таксономічних угруповань шкідливих організмів і розроблення інноваційних захисних заходів від комплексу комах-фітофагів, що розмножуються на фоні нових наслідків дії і післядії засобів інтенсифікації агроценозів.

Нагальним є удосконалення технологій вирощування та впровадження у виробництво еколого- й економічно обґрунтованих систем землеробства, що сприяє збільшенню валових зборів та якості отриманого врожаю.

Метою дослідження було визначити вплив різних методів моніторингу і захисту польових культур за високоефективних систем мінерального та органо-мінерального живлення, а також сумішей засобів захисту рослин на розвиток, розмноження, виживання, поширення комплексу шкідників і продуктивність культурних рослин пшениці озимої.

В останні роки агрокліматичні ресурси регіону досліджень зазнали значних змін за своїм потенціалом і просторовим розподілом, а також за коливанням погодно-кліматичних умов. Дослідження закономірностей динаміки чисельності комплексу шкідливих видів комах і з'ясування причин їх масового розмноження та поширення мали особливе значення як за комплексної оцінки коливань погодно-кліматичних чинників, так і за умов визначення впливу засобів хімізації на

видовий і популяційний рівень членистоногих. Внесення туків значно впливало на популяцію шкідливих організмів, які в нерухомому або малорухливому стані тривалий час розвивались у ґрунті.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Встановлено, що впродовж 2002–2021 рр. агрокліматичні ресурси в регіоні досліджень характеризувалися значними змінами за своїм потенціалом і просторовим розподілом, а також коливанням і циклами погодно-кліматичних умов. При цьому рівень середньорічних показників сонячної інсоляції коливався від 2,94 до 3,26 кВтч/м<sup>2</sup>/день.

Характерно, що у регіоні досліджень за останні роки середньорічна температура повітря підвищилася на 0,9–2,3° С, порівнюючи із попередніми роками. Визначено часове зміщення в розвитку природних процесів, зокрема тривалості снігового покриву, появі м'якопластичного стану ґрунту та зміні вегетаційного періоду. За багаторічний період повторюваність посух зросла майже вдвічі, а стійкий перехід температури повітря через 10° С встановлено в середньому на 3–5 діб раніше, ніж за багаторічних даних.

Так, показники гідротермічного коефіцієнта коливалися по областях досліджень і становили в середньому 0,9–1,7. Втім, у 2002, 2006, 2010 і 2013 рр. цей показник на 0,5–0,7 перевищував зазначений коефіцієнт, порівняно з іншими роками спостережень. Це впливало на виживання, поширення і багаторічну динаміку чисельності шкідників пшениці озимої у польових сівозмінах районів спостережень.

В аналізі та моделюванні багаторічних процесів, які впливали на структуру ентомокомплексу пшениці озимої, особливого значення набували показники дії і післядії технологій захисту пшениці озимої на шкідників із аналізом закономірностей популяційної динаміки комах. Це дозволило визначити комплекс предикторів прогнозу цих змін у часі та просторі за багаторічними середньорічними показниками гідротермічного коефіцієнта, суми ефективних температур, вологості ґрунту, кількості річних опадів, а також кількісних даних розвитку і ступеня розмноження основних шкідливих видів фітофагів у попередні роки, які з достовірністю понад 82% дозволяють прогнозувати кількісні показники внутрішньостеблових та інших видів шкідників.

Комплексні системні спостереження дозволили уточнити видовий склад комах-фітофагів, що заселяли та пошкоджували посіви пшениці озимої на основних етапах органогенезу культурних рослин. Аналіз видового складу шкідників свідчить, що в систематичному відношенні основна кількість шкідливих видів належить до ряду Твердокрилих (Coleoptera), Двокрилих (Diptera) і Лусокрилих (Lepidoptera) – відповідно, 42,7%, 14,5% і 17,4% від загального числа виявлених комах-фітофагів. Порівняно невисока чисельність – у представників ряду Напівтвердокрилих (Hemiptera) – 12,6%, Рівнокрилих (Homoptera) – 4,8%, Перетинчастокрилих (Hymenoptera) – 3,8%, Трипсів (Thysanoptera) – 1,9% тощо (рис. 1).

Заслугове на увагу особливість багаторічної динаміки чисельності шведської мухи, личинки якої заселяли пшеницю озиму восени, із коливанням їх кількості у середньому від 3 до 40 екз./м<sup>2</sup>. Характерно, що збільшення кількості фітофага зафіксовано у 2016–2018 рр., порівняно з іншими періодами спостережень. Уточнена специфіка проникнення личинок усередину стебел і пошкодження ними конуса наростання та основи центрального листка, що спостерігалось переважно на інтенсивно розвинених посівах пшениці озимої восени. Мухи другого покоління вилітали у перших числах червня, а личинки живилися в зернівках ячменю

та вівса, ступінь пошкодження ними становив 5,3–11,6%; третє і четверте покоління розвивалося на падалиці, дикорослих злакових видах бур'янів і на сходях пшениці озимої.

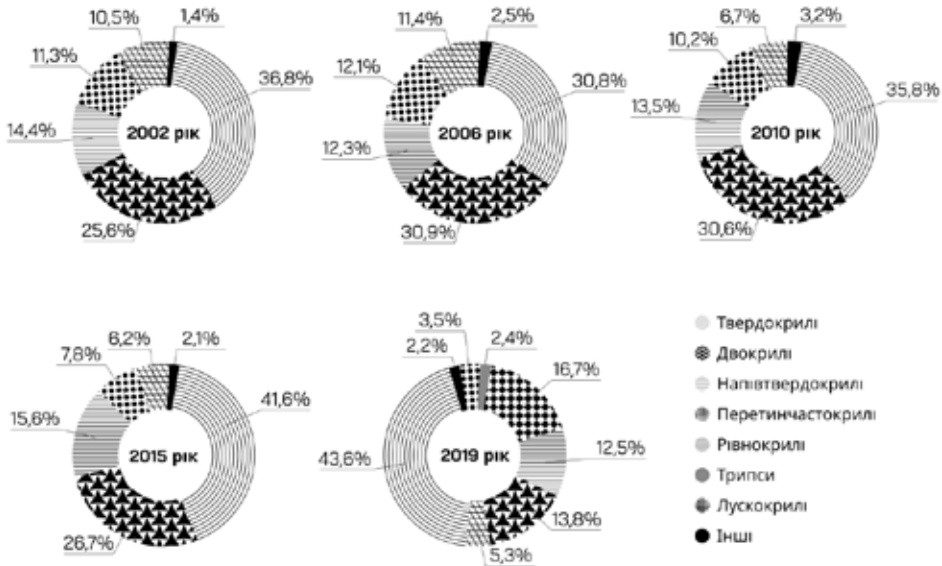


Рис. 1. Структура ентомокомплексу пшениці озимої в Лісостепні України (2002–2020 рр.)

У 2012–2021 рр. встановлено заселеність пшениці озимої цикадками, зокрема у 2013, 2016, 2017, 2018 рр. Порівняно тепла суха погода сприяла масовому розмноженню цих фітофагів у фазі сходу-кущення, особливо на ранніх строках сівби порівняно нестійких сортів (рис. 2).

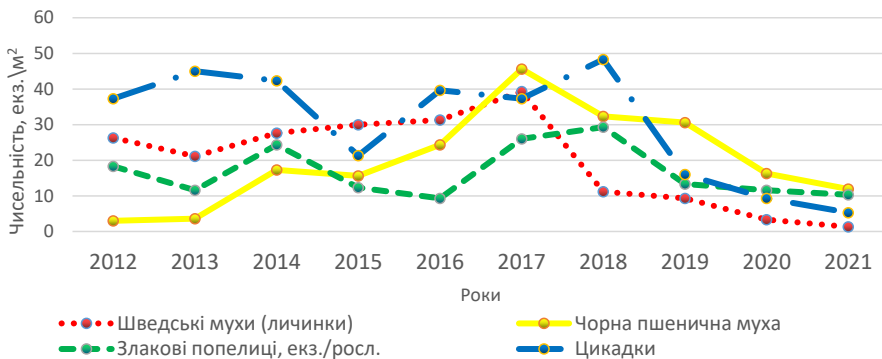


Рис. 2. Динаміка чисельності шкідників пшениці озимої восени на посівах пшениці озимої в Лісостепні України, 2012–2021 рр.

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

У 2012–2021 рр. виокремлена особливість розвитку і розмноження коваликів за сучасних умов трофічних зв'язків, що також залежало від погодно-кліматичних чинників та механізмів саморегуляції ґрунтових видів комах-фітофагів. Характерно, що в усі роки спостережень дротяники превалювали у структурі ентомокомплексу пшениці озимої Лісостепу України.

Встановлено, що з 2016 р. по 2021 р. личинки пластинчастовусих коливалися на рівні економічного порогу шкідливості, порівняно з високою чисельністю 6–12 екз./м<sup>2</sup> у 2012, 2013, 2015 рр. (рис. 3).

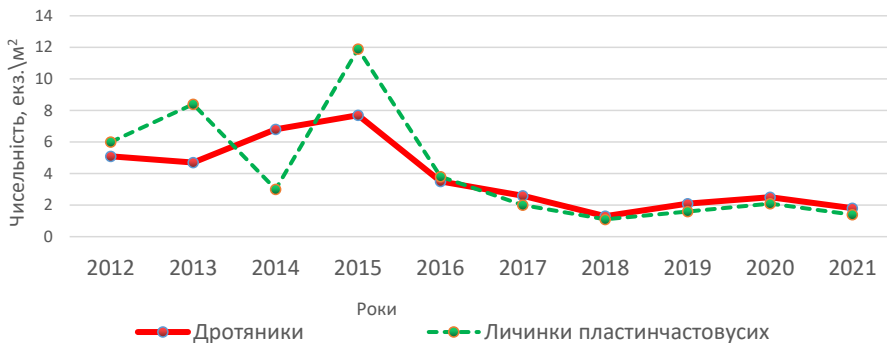


Рис. 3. Динаміка чисельності ґрунтових шкідливих видів комах восени на посівах пшениці озимої в Лісостепі України, 2012–2021 рр.

Встановлено особливу роль регуляторних механізмів контролю чисельності опомізи пшеничної, кількість личинок якої коливалася від 10 до 70 екз./м<sup>2</sup>. Так, періодичність спалахів масового розмноження фітофага, зокрема, у 2012, 2013, 2015, 2016 рр. викликана здатністю імаго до міграції в літньо-осінні місяці з відкладанням самицями яєць у ґрунт біля рослин. Личинки відроджувалися навесні, на початку відновлення вегетації, проникали у розвинені стебла і сприяли засиханню центрального листка. В роки із весняною посухою личинки опомізи пшеничної завдавали відчутну шкоду посівам, але фітофаг не пошкоджував увесь вузол кущення. Личинки виїдали конус наростання, і пошкоджений пагін засихав навесні, особливо на ранніх строках посіву пшениці озимої. При цьому було оцінено окремі показники механізмів стійкості районованих та перспективних сортів пшениці до комплексу шкідливих видів комах на основних етапах органогенезу пшениці.

Так, за генетичних і морфологічних ознак встановлено порівняно високу стійкість сортів Вдала й Олеся до шведських мух, а також до чорної пшеничної мухи та окремих видів клопів, порівняно із сортами іноземної селекції. Результати досліджень свідчать, що для сучасних технологій вирощування пшениці озимої актуальним є впровадження у виробництво сортів вітчизняної селекції. Не надто стійкими виявились іноземні сорти: Краснодарська 99 та Комплімент, що доцільно враховувати у сучасних системах захисних заходів (табл. 1).

Таблиця 1

**Заселення сортів пшениці озимої основними шкідниками  
(у середньому за 2015–2021 рр.)**

№	Сорт	Група стиглості	Якість	Заселено рослин шкідниками, %			
				Шведська муха	Пшенична муха	Хліб. пильщик	Злакові попелиці
1.	Вдала	ср	слн	1,1–3,6	2,3–4,0	0,3–1	5–6,4
2.	Поліська 90	сс	цін	1,3–4	5,1–7	5,4–10	9–11,2
3.	Національна	сс	цін	4,2–4,8	5,1–6	6,3–7	12,5–15
4.	Олеся	ср	цін	0,3–4	1,2–5	0,3–0,9	4,1–5
5.	Краснодарська 99	рс	слн	9,1–11,7	6,8–7,3	14,2–19	28,1–43
6.	Комплімент	сс	слн	4,2–4,6	3,2–8,8	12–30,1	45,2–49

Таким чином, іноземні сорти заселялись як внутрішньостебловими, так і комахами-фітофагами із колюче-сисним ротовим апаратом у середньому в 3,6–4,3 раза інтенсивніше, що свідчить про зниження стійкості генофонду цих сортів. Нагальним є здійснення трансферу інноваційних сортозразків за механізмами контролю чисельності фітофагів, що є одним із важливих факторів щодо обмеження шкідливості та поширення комплексу комах-фітофагів до економічно невідчутного рівня.

У 2002–2021 рр. комплексний вплив погодно-кліматичних факторів, технологій вирощування пшениці озимої, зокрема систем захисту посівів від основних шкідливих видів комах, на формування популяції виявлених видів утворює циклічність зі зниженням закономірностей цих процесів у порівняно посушливі роки. Виживання основних видів спеціалізованих фітофагів (і дорослих комах, і личинок) у регіонах досліджень достовірно залежало від коливань температури повітря і ґрунту та їх вологості. При цьому розвиток, розмноження та поширення основних шкідливих видів комах у ланцюгу «ріпак озимий – пшениця озима» до 92% залежало від профілактичних і спеціальних хімічних та інших захисних заходів регулювання чисельності на основних етапах органогенезу культурних рослин.

**Висновки і пропозиції.** Сучасні механізми формувань і саморегуляції ентомокомплексів агроценозів у новому трофічному ланцюгу вирощування зернових культур формуються за особливостями впливу показників багаторічного коливання погодно-кліматичних чинників і дії та наслідків застосованих засобів хімізації. В польових сівозмінах першочергового значення набуває оцінка закономірностей дії механізмів на структуру популяцій фітофагів та шкідливості комплексу видів на основних етапах формування врожаю польових культур, що супроводжуються особливостями комплексного забезпечення факторами оптимізації органогенезу рослин.

У роки досліджень оцінено окремі показники механізмів стійкості районованих та перспективних сортів пшениці до комплексу шкідливих видів комах на основних етапах органогенезу пшениці. Так, за основних генетичних і морфологічних ознак встановлено порівняно високу стійкість сортів Вдала і Олеся до шведських мух, а також до чорної пшеничної мухи та окремих видів клопів, порівняно з сортами іноземної селекції. Для сучасних технологій вирощування пшениці озимої доцільним є впровадження у виробництво сортів вітчизняної селекції, що доцільно враховувати у нових системах захисних заходів.

Для розроблення систем захисту пшениці озимої оцінено сучасний видовий склад шкідливої фауни, особливості біології та екології комплексу шкідників, а також результати ефективності різних технологічних прийомів, які до 97% обмежують чисельність фітофагів. За результатами досліджень уточнено синхронність розвитку і заходів щодо контролю чисельності шкідників пшениці озимої. Визначено чотири періоди із масовою активністю шкідливих видів комах одночасно. Це обумовлює необхідність обробок саме у ці періоди, що дозволяє отримати високу ефективність від застосувань як хімічних, так і біологічних засобів. Механізми контролю чисельності комплексу шкідливих видів комах у ці періоди дозволили контролювати розмноження на видовому і популяційному рівнях.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Доля М.М., Покозій Й.Т., Мамчур Р.М. Фітосанітарний моніторинг : посібник для студентів агрономічних спеціальностей. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2004. 249 с.
2. Белецкий Е.Н., Станкевич С.В. Полицикличность, синхронность и нелинейность популяционной динамики насекомых и проблемы прогнозирования : монография. Вена : Premier Publishing s.r.o, 2018. С. 138.
3. Белецкий Е.Н., Станкевич С.В., Немерицкая Л.В. Современные представления о динамике популяций насекомых: прошлое, настоящее, будущее. Синергетический подход. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. 2017. № 1–2. С. 22–33.
4. Хомяк П.В. Інтенсивна технологія вирощування озимої пшениці та її вплив на основні показники продуктивності культури. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур* : збірник наук. праць. Київ, 2012. Вип. 15. С. 210–214.
5. Ресурсозберігаючі технології вирощування зернових культур в Україні : практичний посібник аграрія Agroexpert. Серія: Рослинництво / В.В. Сахненко та ін. 2009. № 2 (7). С. 16–18.
6. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Оптимізація сучасних заходів захисту пшениці озимої від шкідників в Лісостепі України / Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій. *Серія: Сільськогосподарські науки*. 2018. Т. 20. № 89. С. 17–21.
7. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Особливості контролю комплексу шкідників зернових колосових культур у сучасних погодно-кліматичних умовах в Лісостепі України : *збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 94 (1). С. 191–200.
8. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Багаторічний аналіз динаміки розвитку та розмноження шкідників на пшениці озимій. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 159–164.
9. Czaban, J., Książniak, A., Wróblewska, B., Paszkowski, W. L. (2004). An attempt to protect winter wheat against *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* by the use of rhizobacteria *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus mycoides*. *Polish Journal of Microbiology*. № 53 (2), pp. 101–110.
10. Dissemmond, A. (2000). Plant protection in cereals and winter oil seed rape: What has to be considered? *Gesunde Pflanzen*. No. 52 (2–3), pp. 71–74.
11. Girvin, J., Whitworth, R.J., Rojas, L.M.A., Smith, C.M. (2017). Resistance of select winter wheat (*Triticum aestivum*) cultivars to *Rhopalosiphum padi* (hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*. No. 110 (4), pp. 1886–1889.
12. Renkema, J.M., Difonzo, C.D., Smith, J.L., Schaafsma, A.W. (2015). Effect of European chafer larvae (Coleoptera: Scarabaeidae) on winter wheat and role of neonicotinoid seed treatments in their management. *Journal of Economic Entomology*. No. 108 (2), pp. 566–575.