

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису**

МОСКАЛИК ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 631.95:[581.162.3:638.19

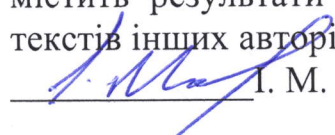
ДИСЕРТАЦІЯ

**АДАПТИВНИЙ МОНІТОРИНГ ЕНТОМОФІЛЬНИХ РОСЛИН ЯК
ОСНОВА ПІДТРИМАННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ
СТІЙКОСТІ АГРОЛАНДШАФТІВ**

101 Екологія

10 Природничі науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії (PhD). Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 І. М. Москалик

Науковий керівник: Федоряк Марія Михайлівна, доктор біол. наук, професор
завідувач кафедри екології та біомоніторингу

Чернівці – 2026

АНОТАЦІЯ

Москалик І. М. Адаптивний моніторинг ентомофільних рослин як основа підтримання структурно-функціональної стійкості агроландшафтів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 Екологія. – Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича МОН України, Чернівці, 2026 рік

Дисертація присвячена обґрунтуванню теоретико-методологічних засад адаптивного моніторингу ентомофільних рослин як основи системи запилення для забезпечення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів.

У *Вступі* висвітлені загальні характеристики роботи, мета, завдання, актуальність дослідження, його об'єкт та предмет. Вказано особистий внесок аспіранта та матеріали, які засвідчують апробацію отриманих результатів. Наведені відомості про кількість опублікованих наукових праць за тематикою досліджень та зв'язок теми дисертації з науковою тематикою кафедри.

Перший розділ розкриває огляд наукової літератури за тематикою роботи. Описано теоретико-методологічні засади екологічного та адаптивного моніторингу, з акцентом на їх застосування для оцінки стану систем запилення в агроландшафтах. Розглянуто еволюцію поняття екологічного моніторингу, його цілі, завдання та правові засади реалізації на міжнародному й національному рівнях, а також проаналізовано сучасні напрями вдосконалення моніторингових систем з урахуванням нових екологічних викликів. Узагальнено наукові підходи до адаптивного моніторингу, висвітлено його принципи, відмінності від традиційних форм спостережень. Описано застосування адаптивного моніторингу для оцінки змін у системі запилення, зокрема проаналізовано вразливість цієї системи до екологічних ризиків (пестицидне навантаження, втрати біорізноманіття, поява чужорідних інвазійних видів, збіднення рослинного покриву) та узагальнено методичні підходи до моніторингу ентомофільних рослин, що створює теоретичне підґрунтя для подальших експериментальних і прикладних досліджень.

Обговорюється важливість запилювачів у наданні регулюючих екосистемних послуг, а зниження чисельності антофілів розглядається як фактор, що спричиняє екосистемний дисбаланс та втрату біорізноманіття. Акцентовано увагу на необхідності синергії між рослинництвом та бджільництвом задля досягнення цілей сталого розвитку сільських територій. З аналізу наукової літератури зроблено висновок, що вивчення екологічних ризиків функціонування системи запилення для забезпечення стійкості агроландшафтів все ще залишається недостатньо вивченими. З огляду на вищенаведене, *метою* даного дисертаційного дослідження було обґрунтувати наукові засади адаптивного моніторингу ентомофільних рослин як основи системи запилення для забезпечення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів.

Для досягнення мети у роботі передбачено розв'язання таких *завдань*: 1) проаналізувати теоретичні та методологічні засади екологічного й адаптивного моніторингу в контексті оцінювання ентомофільних рослин як основи системи запилення; 2) виділити склад антофільного комплексу ентомофільних сільськогосподарських рослин (на прикладі родин Rosaceae та Asteraceae); 3) проаналізувати фіторізноманіття трав'яних угруповань межових смуг агроландшафтів як важливого чинника збереження диких запилювачів; 4) здійснити моніторинг зимових втрат бджолиних колоній *Apis mellifera* L., 1758 як домінанта антофільного комплексу; 5) з'ясувати роль ентомофільних інвазійних видів рослин у системі запилення агроландшафтів; 6) виділити екологічні наслідки зооінвазій (на прикладі *Arion lusitanicus sensu lato* та *Cydalima perspectalis* Walker, 1859) для стабільності трофічних і мутуалістичних зв'язків у системі запилення; 7) розробити просторовий каркас мережі живої лабораторії для моніторингу, впровадження заходів із відновлення середовища існування диких комах-запилювачів і збереження автохтонних ентомофільних видів; 8) запропонувати науково обґрунтовані рекомендації щодо підвищення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів.

Об'єкт дослідження – ентомофільні рослини агроландшафтів у системі їхніх біотичних взаємодій.

Предмет дослідження – показники, індикатори та методи адаптивного моніторингу ентомофільних рослин, антофільних комах і взаємодій у системі запилення агроландшафтів в умовах антропогенного навантаження та біологічних інвазій.

У *другому розділі* роботи описано фізико-географічні умови регіону дослідження як комплекс визначальних чинників формування структурно-функціональних особливостей рослинного покриву. Обґрунтовано дизайн експерименту, наведено методики, які використані для аналізу ентомофільних рослин та асоційованих з ними антофільних угруповань. У роботі застосовано системний підхід, методи порівняльного та статистичного аналізу, наукового узагальнення.

Третій розділ присвячений результатам дисертаційного дослідження, наукову новизну яких розкривають наступні положення:

Уперше:

1. Обґрунтовано концепцію адаптивного моніторингу ентомофільних рослин як інтегральної системи оцінювання, що базується не лише на флористичних показниках, а й на аналізі стану асоційованої біоти. Зимові втрати бджолиних колоній *Apis mellifera* L. та ступінь інвазійного навантаження розглянуто як індикатори структурно-функціональної стійкості фітоценозів агроландшафтів.

2. Сформовано просторовий каркас живої лабораторії у Чернівецькій області, який охоплює різні типи агроландшафтів, репрезентативні для регіонального аграрного профілю та слугує платформою співпраці науковців, фермерів і бджолярів для збереження біорізноманіття і запобігання скороченню популяцій диких запилювачів.

3. Показано трансформацію антофільних комплексів дикорослих рослин під тиском адвентивних видів. На прикладі *Solidago canadensis* L. доведено, що експансія інвазійних видів призводить до перерозподілу потоків

запилювачів, що ідентифіковано як ключовий ризик для збереження фіторізноманіття межових смуг.

4. Визначено роль інвазійних фітофагів (*Arion lusitanicus sensu lato*, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)) як дестабілізуючого фактора системи запилення через знищення ними ентомофільних рослин, що призводить до фрагментації кормової бази запилювачів і зниження ресурсного потенціалу агроландшафту.

Удосконалено:

Систему просторового аналізу екологічних ризиків. Запропоновано використання програмного забезпечення QGIS як інструменту просторового аналізу та систематизації даних, що забезпечує координацію зусиль громадськості, фермерів і освітніх закладів у сфері раннього виявлення екологічних ризиків, пов'язаних із функціонуванням системи запилення.

Набуло подальшого розвитку:

1. Екологічне обґрунтування функціональної ролі трав'яних угруповань межових смуг агроєкосистем. Доведено, що у складі їхнього фіторізноманіття частка ентомофільних видів становить 73 %, що свідчить про високу екологічну цінність цих територій для підтримання кормової бази запилювачів. Отримані дані обґрунтовують зміну поглядів на ці біотопи – не як резервати сегетальної рослинності, а як рефугіуми для диких запилювачів і буферні зони, що забезпечують цілісність трофічних ланцюгів та підтримання структурно-функціональної стійкості агроландшафтів.

2. Уявлення про структуру антофільного комплексу сучасного асортименту сільськогосподарських культур (родин Rosaceae та Asteraceae), внесених до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні». Підтверджено домінуючу роль *Apis mellifera* L. як універсального агента запилення для цих культур, що обґрунтовує необхідність включення показників життєздатності бджолиних колоній (зокрема за протоколом COLOSS) до системи моніторингу стану агрофітоценозів.

Четвертий розділ роботи присвячений характеристиці практичного застосування отриманих результатів. Створено просторовий каркас живої лабораторії для впровадження заходів із відновлення популяцій диких запилювачів на засадах мультипартисипативного підходу. Розроблено науково обґрунтовані рекомендації, спрямовані на підвищення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів шляхом збереження ентомофільних рослин, підтримання різноманіття запилювачів та мінімізації негативного впливу інвазійних видів. Частину отриманих результатів впроваджено у навчальний процес кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Тематика дисертаційної роботи повністю відповідає науковій тематиці кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Ключові слова: моніторинг, ентомофільні види, біорізноманіття, рослинний покрив, агроландшафти, чужорідні види, адвентивні види, інвазійні види, угруповання, запилення, сталий розвиток, екосистемні послуги, бджолині колонії, *Apis mellifera* L.

ABSTRACT

Moskalyk I. Adaptive monitoring of entomophilous plants as a basis for maintaining the structural and functional sustainability of agrolandscapes. – Qualification scientific work as a manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in specialty 101 Ecology (10 Natural Sciences). – Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, 2026.

This thesis focuses on substantiating the theoretical and methodological foundations of adaptive monitoring of entomophilous plants as a basis for developing a pollination system to ensure the structural and functional sustainability of agrolandscapes.

The Introduction presents the general characteristics of the work, its purpose, objectives, relevance, and the object and subject of the research. It also indicates the PhD candidate's personal contribution and the materials confirming the approval of the results. Information is provided on the number of published scientific works related to the research topic and on the connection between the dissertation topic and the department's scientific themes.

The first chapter provides a review of the scientific literature related to the research topic. It describes the theoretical and methodological foundations of ecological and adaptive monitoring, with an emphasis on their application for assessing the state of pollination systems in agrolandscapes. The evolution of the concept of ecological monitoring, its goals, objectives, and legal frameworks at both international and national levels are examined, and current directions for improving monitoring systems in light of emerging environmental challenges are analyzed. Scientific approaches to adaptive monitoring are summarized, and its principles and distinctions from traditional observation methods are highlighted. The chapter also describes the application of adaptive monitoring to assess changes in pollination systems, including an analysis of the system's vulnerability to environmental risks (pesticide pressure, biodiversity loss, the emergence of alien invasive species, and the impoverishment of vegetation cover), and summarizes methodological approaches to monitoring entomophilous plants, thereby creating a theoretical basis for further experimental and applied research. The importance of pollinators in providing regulating ecosystem services is discussed, and the decline of anthophilous organisms is considered a factor causing ecosystem imbalance and biodiversity loss. Emphasis is placed on the need for synergy between crop production and beekeeping to achieve the Sustainable Development Goals of rural areas.

Based on the analysis of the literature, it is concluded that the study of ecological risks affecting the functioning of pollination systems to ensure the sustainability of agrolandscapes remains underexplored. In view of the above, the purpose of this dissertation research was to substantiate the scientific foundations of

adaptive monitoring of entomophilous plants as the basis of a pollination system to ensure the structural and functional sustainability of agrolandscapes.

To achieve the purpose, the following tasks were set in the study: 1) to analyze the theoretical and methodological foundations of ecological and adaptive monitoring in the context of assessing entomophilous plants as the basis of pollination systems; 2) to identify the composition of the anthophilous complex of entomophilous agricultural plants (using the families Rosaceae and Asteraceae as examples); 3) to analyze the phytodiversity of herbaceous communities in the boundary strips of agrolandscapes as an important factor in the conservation of wild pollinators; 4) to monitor winter losses of honey bee colonies, *Apis mellifera* L., 1758, as the dominant component of the anthophilous complex; 5) to determine the role of entomophilous invasive plant species in the pollination system of agrolandscapes; 6) to identify the ecological consequences of zoo-invasions (using *Arion lusitanicus* sensu lato and *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 as examples) for the stability of trophic and mutualistic relationships in the pollination system; 7) to develop a spatial framework for a network of living laboratories to implement measures for restoring habitats of wild insect pollinators and conserving autochthonous entomophilous species; 8) to propose scientifically based recommendations for enhancing the structural and functional sustainability of agrolandscapes.

Object of the research – entomophilous plants of agrolandscapes within the system of their biotic interactions.

Subject of the research – indicators, metrics, and methods of adaptive monitoring of entomophilous plants, anthophilous insects, and interactions within pollination systems of agrolandscapes under conditions of anthropogenic pressure and biological invasions.

The second chapter describes the physical and geographical conditions of the study region as determinants of the structural and functional characteristics of vegetation cover. The experimental design is substantiated, and the methodologies used to analyze entomophilous plants and the associated anthophilous communities

are presented. The study applies a systems approach, as well as methods of comparative and statistical analysis and scientific generalization.

The third chapter is devoted to the results of the dissertation research, the scientific novelty of which is revealed in the following provisions:

For the first time:

1. The concept of adaptive monitoring of entomophilous plants as an integrated assessment system, based not only on floristic indicators but also on the analysis of the state of associated biota, has been substantiated. Winter losses of honey bee colonies (*Apis mellifera* L.) and the degree of invasive pressure are considered indicators of the structural and functional stability of phytocenoses in agrolandscapes.

2. A spatial framework of a living laboratory has been established in the Chernivtsi region, encompassing diverse types of agricultural landscapes representative of the regional agrarian profile, and serving as a platform for collaboration among scientists, farmers, and beekeepers to conserve biodiversity and prevent the decline of wild pollinator populations.

3. The transformation of anthophilous complexes of wild plants under the pressure of adventive species has been demonstrated. Using *Solidago canadensis* L. as an example, it has been shown that the expansion of invasive species leads to a redistribution of pollinator flows, a factor identified as a key risk for the conservation of phytodiversity in boundary strips.

4. The role of invasive phytophages (*Arion lusitanicus* sensu lato, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)) has been identified as a destabilizing factor in the pollination system, due to their destruction of entomophilous plants, which leads to fragmentation of pollinators' food base and a reduction in the resource potential of the agricultural landscape.

Improved:

The system for spatial analysis of ecological risks. The use of QGIS software has been proposed as a tool for spatial analysis and data systematization, enabling

coordination among the public, farmers, and educational institutions for early detection of ecological risks associated with the functioning of the pollination system.

Has been further developed:

1. The ecological justification for the functional role of herbaceous communities in the boundary strips of agroecosystems. It has been shown that entomophilous species account for 73 % of their phytodiversity, underscoring the high ecological value of these areas for maintaining the food base of pollinators. The data support a shift in perspective on these habitats, not as reserves of segetal vegetation but as refugia for wild pollinators, and highlight the need for buffer zones that ensure the integrity of trophic chains necessary to maintain the structural and functional sustainability of agrolandscapes.

2. A representation of the structure of the anthophilous complex of the current assortment of agricultural crops (families Rosaceae and Asteraceae) included in the «State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine». The dominant role of *Apis mellifera* L. as a universal pollination agent for these crops has been confirmed, which justifies the need to include indicators of honey bee colony viability (in particular, according to the COLOSS protocol) in the monitoring of agroecosystems status.

The fourth chapter of the work is devoted to the characterization of the practical application of the obtained results. A spatial framework for Living Lab has been developed to implement measures to restore wild pollinator populations through a multiparty participatory approach. Scientifically grounded recommendations have been developed to enhance the structural and functional sustainability of agrolandscapes by conserving entomophilous plants, maintaining pollinator diversity, and minimizing the negative impacts of invasive species. Some of the results obtained have been integrated into the educational process at the Department of Ecology and Biomonitoring at Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University.

The topic of the dissertation fully corresponds to the scientific focus of the Department of Ecology and Biomonitoring at Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University.

Key words: monitoring, entomophilous species, biodiversity, vegetation cover, agrolandscapes, alien species, adventive species, invasive species, communities, pollination, sustainable development, ecosystem services, bee colonies, *Apis mellifera* L.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та Scopus:

Moskalyk, I., Fylypchuk, T., Zhuk, A., Moskalyk, H., Sytnikova, I., Zarochentseva, O., & Fedoriak, M. (2025). Phytodiversity of herbaceous wild vegetation strips as a determinant of wild pollinator conservation. *International journal of ecosystems and ecology science*, 15(4), 161–170 (Scopus) (*Внесок кожного співавтора: Moskalyk, I. – збір матеріалу під час польових досліджень, аналіз літературних джерел, участь в обговоренні результатів, підготовка ілюстративного матеріалу; Fylypchuk, T. – участь в обговоренні результатів, підготовка тексту до друку, Zhuk, A. участь в обговоренні результатів, формулювання висновків; Moskalyk, H. – участь в обговоренні результатів, Sytnikova, I. – збір матеріалу, участь в обговоренні результатів, Zarochentseva, O. – підготовка узагальнюючої таблиці; Fedoriak, M. – участь в обговоренні результатів, формулювання висновків).*

Наукові праці у виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України:

1. Легета, У. В., Москалик, Г. Г., **Москалик, І. М.**, & Федоряк, М. М. (2022). Комахи-запилювачі плодово-ягідних культур, придатних для поширення в Україні (на прикладі родини *Rosacea*). *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 14(2), 155–165.

(Внесок кожного співавтора: Легета, У. В. – аналіз та обговорення результатів, формулювання висновків; Москалик, Г. Г. – аналіз літературних даних, обговорення результатів; Москалик, І. М. – авторство ідеї, збір інформації, аналіз і обговорення результатів, підготовка статті до друку; Федоряк, М. М. – розробка макету, аналіз та обговорення результатів, формулювання висновків).

2. Федоряк, М. М., Черлінка, Л. В., Черлінка, В. Р., Москалик, Г. Г., Легета, У. В., Жук, А. В., Ситнікова, І. О., **Москалик, І. М.**, & Курищук, А. Д. (2024). Розробка елементів адаптивного моніторингу екосистемних послуг на модельних засадах. *Екологічні науки*, 4(55), 211–224. *(Внесок кожного співавтора: Федоряк, М. М. – співавторство ідеї, аналіз та обговорення результатів, Черлінка, Л. В. – здійснення моделювання ерозійно-денудаційних процесів, побудова картографічних моделей, аналіз та обговорення результатів, формулювання висновків; Черлінка, В. Р. – авторство ідеї, здійснення моделювання ерозійно-денудаційних процесів, аналіз та обговорення результатів, формулювання висновків; Москалик Г. Г. – аналіз та обговорення результатів, підготовка статті до друку, автор-кореспондент; Легета, У. В. – аналіз та обговорення результатів; Жук, А. В. – аналіз літературних даних, обговорення результатів; Ситнікова, І. О. – аналіз та обговорення результатів, підготовка табличного матеріалу; Москалик, І. М. – здійснення лабораторних аналізів окремих показників, аналіз літературних даних, аналіз і обговорення результатів; Курищук, А. Д. – розробка макету, аналіз та обговорення результатів).*

3. Федоряк, М. М., & **Москалик, І. М.** (2025). Візуалізація поширення інвазійних видів із застосуванням QGIS (на прикладі *Acer pedundo* L.). *Природнича освіта та наука*, (1), 109–117. *(Внесок кожного співавтора: Федоряк, М. М. – аналіз та обговорення результатів, редагування статті, формулювання висновків; Москалик, І. М. – збір геоданих, аналіз літературних джерел, підготовка візуальних матеріалів, аналіз та обговорення результатів, підготовка статті до друку).*

4. Легета, У. В., Москалик, Г. Г., **Москалик, І. М.**, & Федоряк, М. М. (2025). Аналіз запилення видів *Asteraceae*, внесених до Державного реєстру України. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 17(1), 110–119. (Внесок кожного співавтора: Легета, У. В. – аналіз літературних джерел, формулювання висновків; Москалик, Г. Г. – аналіз та обговорення результатів, підготовка статті до друку; **Москалик, І. М.** – авторство ідеї, збір інформації, підготовка узагальнюючих таблиць та ілюстративного матеріалу, аналіз літературних даних, Федоряк, М. М. – інтерпретація та обговорення результатів, формулювання висновків).

5. **Москалик, І. М.**, Жук, А. В., & Федоряк, М. М. (2025). Проектування просторового каркасу живої лабораторії для відновлення оселищ диких запилювачів: експериментальний підхід RestPoll. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 3(61), 135–143 (Внесок кожного співавтора: **Москалик, І. М.** – участь у польових дослідженнях, літературний аналіз, підготовка ілюстративного матеріалу, участь в обговоренні результатів, підготовка статті до друку; Жук, А. В. – участь в обговоренні результатів, формулювання висновків, остаточне редагування тексту; Федоряк, М. М. – участь в обговоренні результатів та їх інтерпретація).

6. Легета, У. В., Герасимюк, П. В., **Москалик, І. М.**, Федоряк, М. ., & Москалик, Г. Г. (2025). Стратегія сталого розвитку як основа регіональної політики поводження з вторинною сировиною в Чернівецькій області з урахуванням потреб агровиробництва. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 17(2). 279–288. (Внесок кожного співавтора: Легета У. В. – автор ідеї, підготовка статті до друку; Герасимюк П. В. – підготовка табличного матеріалу, аналіз нормативно-правових актів; Москалик І. М. – участь в обговоренні результатів, формулювання висновків; Федоряк, М. М. – участь в обговоренні результатів та їх інтерпретація, остаточне редагування тексту; Москалик Г. Г. – аналіз літературних джерел, участь в обговоренні результатів).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Легета, У. В., Москалик, Г. Г., & **Москалик, І. М.** (2023). Запилення видів рослин родини Asteraceae, внесених до державного реєстру України. У О. В. Мудрак (Ред.), *Vin Smart Eco: Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції* (с. 100–102). КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти». (Внесок кожного співавтора: Легета, У. В. – авторство ідеї, аналіз літературних джерел, інтерпретація результатів, формулювання висновків; Москалик, Г. Г. – аналіз та обговорення результатів, підготовка тексту до друку; **Москалик, І. М.** – збір інформації, підготовка узагальнюючих таблиць та ілюстративного матеріалу, аналіз літературних даних).
2. Федоряк, М., & **Москалик, І.** (2024). Методи моніторингу комах-запилювачів і ефективності комахозапилення. У *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації: Збірник наукових праць міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (с. 22–25). Переяслав (Внесок кожного співавтора: Федоряк, М., – авторство ідеї, обговорення результатів, формулювання висновків; **Москалик, І.** – збір геоінформації, аналіз літературних джерел, підготовка ілюстративного матеріалу, робота з QGIS).
3. Федоряк, М. М., Жук, А. В., Филипчук, Т. В., Зароченцева, О. Д., Шкробанець, О. О., Джос, В. В., **Москалик, І. М.**, & Голіней, А. В. (2024). Аналіз зареєстрованих ознак втрат колоній *Apis mellifera* L. в Україні після зимівлі 2022–2023 рр. У *Perspectives of contemporary science: theory and practice. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference* (с. 124–130). SPC «Sci-conf.com.ua». (Внесок кожного співавтора: Федоряк, М. М. – автор ідеї, участь в обговоренні результатів; Жук, А. В. – участь в обговоренні результатів, формулювання висновків; Филипчук, Т. В. – участь в опитуванні бджолярів, підготовка тексту до друку; Зароченцева, О. Д. – участь в опитуванні бджолярів, Шкробанець, О. О. – робота з базою CodeBook, підготовка ілюстративного матеріалу; Джос, В. В. – участь в

опитуванні бджолярів, статистичне опрацювання результатів; **Москалик, І. М.** – участь в опитуванні бджолярів, підготовка огляду літератури, участь в обговоренні результатів; *Голіней, А. В.* – підготовка табличного матеріалу).

4. **Москалик, І. М.,** Федоряк, М. М., Ситнікова, І. О., & Филипчук, Т. В. (2025). Систематичний аналіз медоносних трав'яних рослин природоохоронних територій. У *Адаптація до глобальних змін та викликів в економіці, туризмі, рекреації та захисті довкілля: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів і молодих вчених* (с. 404–406). ІФНТУНГ. (Внесок кожного співавтора: **Москалик, І. М.** – аналіз літературних джерел, участь в обговоренні результатів, підготовка ілюстративного матеріалу; Федоряк, М. М. – участь в обговоренні результатів, формулювання висновків; Ситнікова І. О. – участь в обговоренні результатів; Филипчук, Т. В. – участь в обговоренні результатів, підготовка статті до публікації).

5. Жук, А., **Москалик, І.,** & Федоряк, М. Запилення як ключова екосистемна послуга: шляхи оптимізації та збереження. У *Соціоекосистеми в умовах війни та інших викликів: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 150-річчю Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича* (с. 172–176). (Внесок кожного співавтора: Жук, А. – обговорення результатів дослідження; **Москалик, І.** збір матеріалу, обговорення результатів, Федоряк, М. – інтерпретація результатів, формулювання висновків).

6. Москалик, Г. Г., **Москалик, І. М.,** Гелецький, П. І., & Федоряк, М. М. (2025). Фітоінвазійний компонент природоохоронних територій м. Чернівці. У *Н. М. Сичак & О. К. Вікирчак (Ред.), Наукові засади природоохоронного менеджменту екосистем Каньйонового Придністер'я* (збірка матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-річчю створення Національного природного парку «Дністровський каньйон», 11 вересня 2025 р., м. Заліщики, Україна). Львів:

Галич-Прес (с. 84–89). (Внесок кожного співавтора: Москалик Г. Г. – участь в обговоренні, формулювання висновків; **Москалик І. М.** – збір матеріалу, аналіз літературних джерел, підготовка ілюстративного матеріалу та тексту до друку; Гелецький П. І. – збір матеріалу, аналіз літературних джерел, участь в обговоренні, Федоряк М.М. – інтерпретація результатів, формулювання висновків).

**Наукові праці, які додатково відображають наукові результати
дисертації:**

1. Moskalyk, H., Zarochentseva, O., & **Moskalyk, I.** (2025). The most significant animal invasions in Chernivtsi region (Ukraine): *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) and *Arion lusitanicus* sensu lato, and the formation of their secondary ranges. LAP LAMBERT Academic Publishing. (Внесок кожного співавтора: Moskalyk, H. – участь в обговоренні, формулювання висновків; Zarochentseva, O. – підготовка ілюстративного матеріалу та тексту до друку; **Moskalyk, I.** – збір первинного матеріалу, проведення анкетування аналіз літературних джерел, участь в обговоренні).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	19
ВСТУП.....	20
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	27
1.1. Екологічний моніторинг: правові засади та напрями вдосконалення.....	27
1.2. Адаптивний моніторинг: підходи, принципи та значення	29
1.3. Застосування адаптивного моніторингу для оцінки змін у системі запилення	32
1.4. Екологічні фактори, які впливають на структурну та функціональну стійкість агроландшафтів	38
Висновки до розділу 1	42
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	44
2.1. Фізико-географічна характеристика регіону.....	44
2.2. Дизайн експерименту.....	46
2.3. Методи дослідження	46
Висновки до розділу 2	62
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	63
3.1. Ентомофільні сільськогосподарські рослини асоційовані з угрупованням комах-антофілів (на прикладі представників Rosaceae та Asteraceae, рекомендованих для поширення в Україні)	63
3.1.1. Родина Rosaceae: способи запилення та антофільний комплекс	64
3.1.2. Родина Asteraceae: способи запилення та антофільний комплекс.....	72
3.2. Фіторізноманіття межових смуг агроландшафтів як фактор збереження диких запилювачів	80
3.3. Зимові втрати <i>Apis mellifera</i> L., 1758 як ключового компонента антофільного комплексу в контексті глобальних екологічних викликів	87
3.4. Інвазійні види в структурі мережі запилення трав'яного угруповання ...	93
3.5. Інвазійні види в складі фітоценозів природно-заповідних територій м. Чернівці	103

3.6. Зооінвазії як чинник втрати біорізноманіття (на прикладі <i>Arion lusitanicus</i> sensu lato та <i>Cydalima perspectalis</i> (Walker, 1859).....	111
3.7. Застосування QGIS для візуалізації поширення інвазійних видів (на прикладі <i>Acer negundo</i> L.).....	122
Висновки до розділу 3	125
РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	128
4.1. Створення просторового каркасу мережі живої лабораторії для впровадження заходів із відновлення середовища існування диких комах-запилювачів.....	128
4.2. Рекомендації щодо підвищення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів	134
Висновки до розділу 4	134
ВИСНОВКИ	138
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	141
ДОДАТКИ.....	177

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ДСМД – Державна система моніторингу довкілля;

ООН – організація об'єднаних націй;

ПЗТ – природно-заповідні території;

ПЗФ – природно-заповідний фонд;

ЮНЕП – міжурядова програма ООН з довкілля (UNEP — United Nations Environment Programme)

IPBES – міжурядова науково-політична платформа з біорізноманіття та екосистемних послуг (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)

ISO – Міжнародна організація із стандартизації (International Organization for Standardization)

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations

ВСТУП

Актуальність теми. Сьогоденна парадигма досліджень агроландшафтів вимагає перегляду підходів до вивчення ентомофільних рослин, які не можуть розглядатися винятково як ізольовані ботанічні об'єкти. Генеративні органи ентомофілів – це не самодостатні структури, а функціональні одиниці, які реалізують свій біологічний потенціал лише у момент взаємодії із запилювачем (Fenster et al., 2004; Benvenuti, 2024). Еволюційні стратегії цих рослин і комплементарних запилювачів взаємозумовлені та коадаптивні, що перетворює їх на єдину еволюційну й функціональну систему (Medeiros et al., 2018). Морфологічні ознаки квітки, організовані у відповідні синдроми запилення, це результат тривалого селективного тиску, тому дестабілізація одного компонента цієї системи (наприклад, зникнення запилювача або тиск фітофагів) неминуче призводить до порушення життєздатності іншого.

З позицій прикладної екології ця облігатна взаємодія забезпечує реалізацію важливої екосистемної послуги. Від ефективності запилення безпосередньо залежить збереження фіторізноманіття, продовольча безпека та стійкість природних екосистем (Moreira & Freitas, 2020; Шворак & Філюк, 2021). Експерти міжнародної дослідницької групи IPBES, з'ясували, що запилювачі для глобальної економіки приносять 235–577 млрд доларів США на рік, лише в Європі – це приблизно 22 млрд. євро на рік (Шворак & Філюк, 2021).

В умовах глобальних змін клімату та зростання антропогенного навантаження спостерігається тенденція до зниження чисельності запилювачів, що вимагає перегляду підходів до оцінки стану агроекосистем (Marshman et al., 2019; Decourtye et al., 2019; Giovanetti et al., 2021; Nath et al., 2023). Дослідження останніх років свідчать про наявність «глобальної кризи запилення», яка становить загрозу для репродуктивної функції сільськогосподарських (Shivanna et al., 2020; Lee et al., 2024) та природних видів рослин (Sadafale et al., 2025). Втрати колоній медоносних бджіл (*Apis mellifera* L., 1758) наразі набули значення глобальної екологічної та

продовольчої небезпеки (Richards, 2001; Williams et al., 2010; Chauzat et al., 2016; Gray et al., 2023). Наприклад, вже десять років тому Великобританія мала лише 34 % бджолосімей від необхідної кількості (Potts et al., 2010b).

Стає очевидним, що репрезентативний моніторинг ентомофільних рослин вже неможливий без одночасної оцінки їхнього біотичного оточення: як мутуалістів-запилювачів, так і антагоністів-фітофагів. За таких обставин виникає нагальна потреба у впровадженні гнучких і динамічних методів оцінювання змін у функціонуванні цієї системи (Кушинська, 2012). Тому застосування адаптивного моніторингу дозволить оперативно реагувати на виклики та забезпечити науково-обґрунтоване прийняття рішень. Дослідженню екосистемних послуг системи запилення присвячено чимало робіт (наприклад, Kearns et al., 1998; Porto et al., 2020; Ільмінська, 2020; Шворак & Філюк, 2021; Barragan-Fonseca et al., 2025), проте екологічні ризики для цієї системи представлені в кращому випадку для окремих компонентів, тому питання залишається все ще недостатньо вивченим.

Мета роботи – обґрунтувати наукові засади адаптивного моніторингу ентомофільних рослин як основи системи запилення для забезпечення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів.

Для досягнення мети у роботі передбачено розв’язання таких **завдань**:

- 1) Проаналізувати теоретичні та методологічні засади екологічного й адаптивного моніторингу в контексті оцінювання ентомофільних рослин як основи системи запилення.
- 2) Виділити склад антофільного комплексу ентомофільних сільськогосподарських рослин (на прикладі родин Rosaceae та Asteraceae).
- 3) Проаналізувати фіторізноманіття трав’яних угруповань межових смуг агроландшафтів як важливого чинника збереження диких запилювачів.
- 4) Здійснити моніторинг зимових втрат *Apis mellifera* L., 1758 як домінанта антофільного комплексу.
- 5) З’ясувати роль ентомофільних інвазійних видів рослин у системі запилення агроландшафтів.

6) Виділити екологічні наслідки зооінвазій (на прикладі *Arion lusitanicus* sensu lato та *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)) для стабільності трофічних і мутуалістичних зв'язків у системі запилення.

7) Розробити просторовий каркас мережі живої лабораторії для моніторингу, впровадження заходів із відновлення середовища існування диких комах-запилювачів і збереження автохтонних ентомофільних видів.

8) Запропонувати науково обґрунтовані рекомендації щодо підвищення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів.

Об'єкт дослідження – ентомофільні рослини агроландшафтів у системі їхніх біотичних взаємодій.

Предмет дослідження – показники, індикатори та методи адаптивного моніторингу ентомофільних рослин, антофільних комах і взаємодій у системі запилення агроландшафтів в умовах антропогенного навантаження та біологічних інвазій.

Методи дослідження. У роботі застосовано системний підхід, методи порівняльного та статистичного аналізу, наукового узагальнення. Моніторинг щодо кількості та стану колоній *Apis mellifera* L., 1758, здійснено із застосуванням стандартизованих методів міжнародної некомерційної асоціації COLOSS. Фіторізноманіття межових смуг вивчено за комплексом загальноприйнятих методів флористичного, біоморфологічного аналізів. Поширення інвазійних видів вивчали маршрутним методом та анкетуванням. Картування видів виконували з використанням програмного забезпечення QGIS. Формування просторового каркасу живої лабораторії здійснювали за методологічним підходом, розробленим у рамках міжнародного проєкту RestPoll. Аналіз даних здійснювали за допомогою статистичних методів дослідження, зокрема з використанням програми Statistica.

Наукова новизна отриманих результатів:

Уперше:

1. Обґрунтовано концепцію адаптивного моніторингу ентомофільних рослин як інтегральної системи оцінювання, що базується не

лише на флористичних показниках, а й на аналізі стану асоційованої біоти. Зимові втрати бджолиних колоній *Apis mellifera* L. та ступінь інвазійного навантаження розглянуто як індикатори структурно-функціональної стійкості фітоценозів агроландшафтів.

2. Сформовано просторовий каркас живої лабораторії у Чернівецькій області, який охоплює різні типи агроландшафтів, репрезентативні для регіонального аграрного профілю та слугує платформою співпраці науковців, фермерів і бджолярів для збереження біорізноманіття і запобігання скороченню популяцій диких запилювачів.

3. Показано трансформацію антофільних комплексів дикорослих рослин під тиском адвентивних видів. На прикладі *Solidago canadensis* L. доведено, що експансія інвазійних видів призводить до перерозподілу потоків запилювачів, що ідентифіковано як ключовий ризик для збереження фіторізноманіття межових смуг.

4. Визначено роль інвазійних фітофагів (*Arion lusitanicus* sensu lato, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)) як дестабілізуючого фактора системи запилення через знищення ними ентомофільних рослин, що призводить до фрагментації кормової бази запилювачів і зниження ресурсного потенціалу агроландшафту.

Удосконалено:

Систему просторового аналізу екологічних ризиків. Запропоновано використання програмного забезпечення QGIS як інструменту просторового аналізу та систематизації даних, що забезпечує координацію зусиль громадськості, фермерів і освітніх закладів у сфері раннього виявлення екологічних ризиків, пов'язаних із функціонуванням системи запилення.

Набуло подальшого розвитку:

1. Екологічне обґрунтування функціональної ролі трав'яних угруповань межових смуг агроєкосистем. Доведено, що у складі їхнього фіторізноманіття частка ентомофільних видів становить 73 %, що свідчить про високу екологічну цінність цих територій для підтримання кормової бази

запилювачів. Отримані дані обґрунтовують зміну поглядів на ці біотопи — не як резервати сегетальної рослинності, а як рефугіуми для диких запилювачів і буферні зони, що забезпечують цілісність трофічних ланцюгів та підтримання структурно-функціональної стійкості агроландшафтів.

2. Уявлення про структуру антофільного комплексу сучасного асортименту сільськогосподарських культур (родин Rosaceae та Asteraceae), внесених до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні». Підтверджено домінуючу роль *Apis mellifera* L. як універсального агента запилення для цих культур, що обґрунтовує необхідність включення показників життєздатності бджолиних колоній (зокрема за протоколом COLOSS) до системи моніторингу стану агрофітоценозів.

Особистий внесок здобувача. У дисертаційному дослідженні викладені власні ідеї, які дозволили виконати поставлені завдання. Результати роботи одержані автором самостійно. Дисертант здійснив польові та лабораторні дослідження, зібрав геодані для картування, брав участь в анкетуванні бджолярів, виконав експериментальну частину роботи та статистичний аналіз отриманих даних, здійснив пошук та аналіз наукової літератури за тематикою дослідження. Планування основних етапів дослідження та обговорення отриманих результатів проводились у співпраці з науковим керівником проф. М. М. Федоряк та за участі співавторів відповідних публікацій.

Апробація матеріалів дисертації. Результати дисертаційного дослідження представлені на наступних конференціях: Vin Smart Eco. Вінниця, 18–20 травня 2023 р.; Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації. Переяслав, 29 березня 2024 р.; Perspectives of contemporary science: theory and practice. Lviv, 26–28 May 2024; Адаптація до глобальних змін та викликів в економіці, туризмі, рекреації та захисті довкілля. Івано-Франківськ, 8–9 травня 2025 р.; Соціоекосистеми в умовах війни та інших викликів. Чернівці, 3–4 вересня 2025 р.; Наукові засади природоохоронного менеджменту екосистем Каньйонового Придністер'я. м. Заліщики, Тернопільська обл., 11 вересня 2025 р.

Публікації. Результати дисертаційного дослідження відображено в 11,5 наукових публікаціях, з них – 1 стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus, 3,5 – публікації у виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України; 6 – тез доповідей у збірниках матеріалів науково-практичних конференцій, 1 наукова праця, яка додатково відображає наукові результати дисертації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 193 сторінках машинописного тексту. Дисертація складається зі вступу, огляду наукової літератури, опису використаних матеріалів та методів досліджень, отриманих результатів та їх обговорення, висновків, списку використаних джерел літератури та додатків. Робота містить 14 таблиць, 31 рисунок. Бібліографічний список складається з 279 літературних джерел.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Тематика дисертаційної роботи відповідає науковій тематиці кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича в рамках кафедральної теми: «Оцінка екосистемних послуг і асоційованих факторів ризику на градієнтах ландшафтних умов у цілях сталого розвитку» (2021–2025; номер державної реєстрації № 0121U105597), держбюджетної теми (51.803) «Моніторинг і оптимізація екосистемних послуг в умовах агровиробничих впливів на засадах концепції соціоекологічної системи» (2022–2024; номер державної реєстрації № 0122U001217), у розрізі міжнародного моніторингу, координованого асоціацією COLOSS та в межах Міжнародного проєкту «RestPoll: Відновлення середовищ існування запилювачів у європейських агроландшафтах на основі мультипартисипативного підходу / Restoring Pollinator habitats across European agricultural landscapes based on multi-actor participatory approaches» за рамково угодою ЄС «Horizon Europe», який реалізується Чернівецьким національним університетом і безпосередньо кафедрою екології та біомоніторингу (2023–2027; Наказ ЧНУ №429 від 20.11.2023 р.).

Практичне значення отриманих результатів. Створено просторовий каркас живої лабораторії для впровадження заходів із відновлення популяцій диких запилювачів на засадах мультипартисипативного підходу.

Розроблено науково обґрунтовані рекомендації, спрямовані на підвищення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів шляхом збереження ентомофільних рослин, підтримання різноманіття запилювачів та мінімізації негативного впливу інвазійних видів.

Впроваджено частину отриманих результатів у навчальний процес кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Додаток Ж).

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Екологічний моніторинг: правові засади та напрями вдосконалення

Відповідно до міжнародного стандарту ISO 4225–80 «Якість повітря. Загальні аспекти. Термінологія», моніторинг розглядається як процес багаторазових вимірювань, спрямованих на відстеження змін певного параметра впродовж визначеного часу, а також як система довготривалих спостережень, оцінювання, контролю та прогнозування стану і трансформацій об'єктів (Боголюбов та ін., 2020).

Основні положення функціонування *Глобальної системи моніторингу* навколишнього середовища розроблені у рамках програми ООН з проблем навколишнього середовища ЮНЕП ще у 1973–1974 рр. Завдання Глобальної системи моніторингу – надати інформацію, необхідну для захисту здоров'я, благополуччя, безпеки і свободи людей та управління навколишнім середовищем і його ресурсами.

В Україні процес розробки та впровадження системи екологічного моніторингу розпочався в 1992 році відповідно до Закону України (ЗУ) «Про охорону навколишнього природного середовища» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, № 41, ст. 546 (остання редакція від 10.10.2024 р.). Відповідно до статті 22 ЗУ, створено *Державну систему моніторингу довкілля (ДСМД)*, що здійснює спостереження за станом довкілля та рівнем забруднення. Виконання цих функцій покладається на новостворене Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України (колишнє Міндовкілля) та інші органи виконавчої влади, а також підприємства, що можуть негативно впливати на довкілля.

У Постанові Кабінету міністрів України № 391 від 30 березня 1998 року (зі змінами №1653 від 10.12.2025) «Положення про державну систему моніторингу довкілля» (Кабінет Міністрів України..., 1998) наведено визначення: «*Державна система моніторингу довкілля* – це система

спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково – обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки».

Пропонують такі види моніторингу: «залежно від призначення – *загальний, кризовий, фоновий*; по територіальним ознакам (або по характеру узагальнення інформації) – *регіональний, локальний, національний, глобальний*; по окремим природним об'єктам – *моніторинг земель, вод, лісів, тваринного світу*, та ін.; моніторинг *джерел забруднення*» (Шарапова, 2002). Авторка відмічає, що всі види екологічного моніторингу взаємопов'язані, оскільки передбачають спостереження за станом довкілля або його окремими компонентами з урахуванням рівня забруднення, прогнозованих змін тощо. Незалежно від типу, моніторинг також дозволяє простежити вплив стану навколишнього середовища на здоров'я людини (генетичний, медико-біологічний). Спільна риса всіх видів моніторингу – це спостереження, збір даних та виявлення потенційних загроз.

Наразі відсутні фундаментальні дослідження щодо виникнення, розвитку та функціонування системи екологічного моніторингу в Україні, які б ґрунтувалися на діючих законодавчих актах та враховували зміни в українському суспільстві на сучасному етапі.

Відмічають необхідність постійного вдосконалення нормативно-правової бази моніторингу довкілля. Звертається увага на необхідності застосування космічних технологій для уточнення завдань, об'єктів, суб'єктів та інших особливостей екологічного моніторингу, які виникли через війну та окупацію частини українських земель (Трегуб, 2020). Застосування цих технологій полегшить спостереження за станом навколишнього середовища як на підконтрольних Україні, так і на тимчасово окупованих територіях для своєчасного вжиття заходів щодо попередження та ліквідації екологічних наслідків війни.

Докорінна модернізація законодавства необхідна для вдосконалення екологічного моніторингу у складній екологічній ситуації, яка склалася наразі у зоні активних бойових дій та у разі подальшого її погіршення (Трегуб, 2023). На думку автора, необхідна «адаптація правових засад екологічного моніторингу до режиму воєнного стану з формуванням блоку спеціальних вимог щодо екологічного моніторингу зони ведення бойових дій та військових об'єктів».

Досліджено особливості реалізації екологічного моніторингу в зоні бойових дій (Чумаченко та ін., 2022). Проаналізовано структурно-логічна модель системи екологічного моніторингу воєнно-техногенних об'єктів та розглянуто можливість її адаптації до моніторингу в зоні бойових дій. На думку авторів, розробка алгоритму оцінки впливів бойових дій на навколишнє середовище – потребує найбільшої уваги і термінового вирішення.

Отже, система моніторингу передбачає наступні активні дії: спостереження, оцінку, прогнозування та управління. Задля результативності екологічного моніторингу необхідна співпраця науковців з управлінцями. Сучасні реалії потребують постійного вдосконалення та модернізації законодавства щодо екологічного моніторингу, що дозволить створити передумови для своєчасного вжиття заходів та ефективного управління з метою попередження та ліквідації екологічних наслідків, таких як деградація екосистем, втрата біорізноманіття, порушення трофічних зв'язків, зниження екосистемних послуг, забруднення компонентів довкілля та зменшення їх відновного потенціалу.

1.2. Адаптивний моніторинг: підходи, принципи та значення

Довгострокові дослідження та моніторинг можуть дати важливу екологічну інформацію та мають вирішальне значення для покращення управління екосистемами та природними ресурсами (Lindenmayer & Likens, 2009). Проте відмічають, що погане планування та/або відсутність чіткої мети сприяють тому, що багато довгострокових програм дослідження та моніторингу або неефективні, або зазнають невдачі. Авторами запропонована

концепція адаптивного моніторингу, яка покликана подолати основні труднощі, що заважають успішній реалізації довгострокових досліджень. Ця модель базується на чітко сформульованих дослідницьких питаннях, ретельно розробленому статистичному плані, концептуальній моделі екосистеми або іншого об'єкта спостереження, а також на необхідності розуміння змін у довкіллі. *Адаптивний підхід* дозволяє моніторинговим програмам гнучко змінюватися й удосконалюватися у відповідь на появу нових даних і зміну дослідницьких пріоритетів. Науковці зробили висновок, що *адаптивна модель* моніторингу забезпечує можливість поступової еволюції програм спостережень у відповідь на надходження нових даних та трансформацію дослідницьких запитів (Lindenmayer & Likens, 2009).

У (Charman, 2012) акцентовано увагу на важливості здійснення *адаптивного моніторингу стресових факторів потенційного занепокоєння* (біологічні (наприклад, інвазійні види), фізичні (наприклад, зміна середовища існування) або хімічні (наприклад, надходження забруднюючих речовин) *на основі екосистемних послуг*. На думку авторів, моніторинг часто полягає у «рибальських експедиціях», (збирайте дані зараз, думайте потім), тобто збір даних виправдовується постфактумом, а не базується на апіорних технічно обґрунтованих і перевірених гіпотезах. Або моніторинг, який проводиться відповідно до правових (наприклад, нормативних) положень, теж може бути сумнівним і не завжди корисним.

Відмічено, що в ідеалі моніторинг слід проводити для визначення поточного стану параметрів, що контролюються, їх часових та просторових тенденцій, щоб прогнозувати майбутній стан та можливі управлінські дії. Найефективніший та найпродуктивніший науковий моніторинг – адаптивний, який базується на аналізі екосистемних послуг (Charman, 2012).

Розробка елементів адаптованого моніторингу описана у статті (Федоряк та ін., 2024b). Авторами запропоновано метод отримання високоточних цифрових моделей рельєфу для подальшого екологічного моделювання. Розроблено прогнозне ґрунтове картографування із застосуванням 14

алгоритмів, серед яких Random Forest показав найкращі результати. Оцінено ефективність моделі SIMWE для аналізу ерозійних процесів та планування протиерозійних заходів. Проведено моделювання щільності ґрунтів і секвестрації Карбону, що засвідчило обмеженість традиційних практик землекористування. Розроблено методику оцінки забруднення ґрунтів з урахуванням топографічних особливостей.

Основні відмінності адаптивного моніторингу від традиційного очевидні. Адаптивний моніторинг – це еволюційний етап розвитку систем спостереження за станом довкілля, який виник у відповідь на потребу гнучко реагувати на змінні екологічні умови та зростання невизначеності в прогнозах. На відміну від традиційного екологічного моніторингу, що, як правило, базується на жорстко фіксованих протоколах збору даних з метою спостереження за сталими показниками стану середовища, адаптивний моніторинг поєднує процеси моніторингу з механізмами управління і передбачає постійне коригування дослідницьких гіпотез, методів та управлінських дій на основі отриманих результатів (Lindenmayer & Likens, 2009). У фокусі адаптивного моніторингу обов’язково запланована перевірка чітко сформульованих гіпотез щодо причинно-наслідкових зв’язків в екосистемах, тоді як традиційні системи моніторингу зосереджуються переважно на фіксації змін без аналізу механізмів їх виникнення.

В адаптивному моніторингу важлива складова – це участь широкого кола стейкхолдерів у формуванні цілей, відборі індикаторів і в інтерпретації результатів, що підвищує ефективність прийняття рішень на місцевому рівні (Nichols & Williams, 2006).

Адаптивний моніторинг тісно пов’язаний з процесом прийняття рішень (управління/менеджментом), що забезпечує зворотний зв’язок для екосистемного менеджменту (Keith et al., 2011). Такий вид моніторингу дозволяє змінювати дизайн дослідження, методи збору даних або індикатори відповідно до нових знань або умов, на відміну від фіксованих схем традиційного моніторингу (Westgate et al., 2013).

Адаптивний моніторинг розглядається як важливий метод для реалізації стратегій сталого розвитку, оскільки дозволяє оперативно оцінювати стан екосистем, реагувати на зміни та коригувати управлінські рішення на основі актуальних результатів. Він забезпечує інтеграцію наукових спостережень у політики охорони природи та агроекологічного менеджменту, сприяючи підтриманню біорізноманіття та стабільності екосистемних послуг. Завдяки гнучкості та безперервному циклу оцінки і корекції, адаптивний моніторинг підвищує ефективність заходів зі збереження природних ресурсів у довгостроковій перспективі (Легета та ін., 2025а).

Отже, адаптивний моніторинг виступає не лише як інструмент фіксації змін, а як динамічна система навчання й корекції управлінських практик на основі емпіричних даних.

1.3. Застосування адаптивного моніторингу для оцінки змін у системі запилення

Система запилення забезпечує стійкість та функціональну цілісність екосистем. Останнім часом в науковій літературі багато уваги приділяється обговоренню кризи запилення, яка набула глобального масштабу (Allen-Wardell et al., 1998; Kearns et al., 1998) та становить пряму загрозу для репродуктивного успіху як сільськогосподарських (Shivanna et al., 2020; Lee et al., 2024), так і дикорослих видів рослин (Ollerton et al., 2011; Willmer, 2011; Sadafale et al., 2025). Відмічають, що системі запилення загрожують антропогенні джерела, зміни у землекористуванні, сучасні методи ведення сільського господарства, використання хімікатів, таких як пестициди та гербіциди, а також вторгнення чужорідних рослин і тварин, а втрата або фрагментація середовища існування розглядається як одна з ключових проблем.

Для ентомофільних рослин запилення – це важлива складова репродуктивного етапу, яка реалізується через складні коадаптаційні зв'язки з антофільними видами. Тому порушення функціонально-ієрархічної

організації природних популяцій під впливом антропогенних чинників загрожує насамперед здатності рослин до насіннєвого відновлення, розселення та еволюційного розвитку. Життєздатність популяцій ентомофілів перебуває у прямій залежності від наявності та активності агентів запилення (Кушинська, 2012).

Оцінка складу та функціональної структури ентомокомплексу антофілів, розглядається як індикатор, який з точки зору ботаніки слугує критерієм визначення екологічної якості середовища існування рослин як у природних, так і в антропогенно трансформованих біотопах (Філатов, 1997).

У контексті агроecosистем ентомофільні культури потребують комах-запилювачів як ключових агентів для реалізації свого біологічного потенціалу врожайності. Взаємозв'язок ентомофільних сільськогосподарських рослин з їх антофільним комплексом розглянуто на прикладі видів родин Rosaceae (Легета та ін., 2022) та Asteraceae (Легета та ін., 2023; 2025b).

Відмічено опосередкований вплив абіотичних факторів на кількість і якість квіткового нектару та ресурсів пилку огірочника лікарського (*Borago officinalis* L.) (Descamps et al., 2021). Авторами досліджено, що в умовах високої температури та водного стресу об'єм нектару зменшувався. Це призвело до 60 % зменшення загальної кількості цукрів у нектарі. Під впливом стресу у пилку і в нектарі змінювався відносний відсоток різних амінокислот. Зафіксовані зміни вплинуть на ефективність запилення рослин і забезпечення потреб комах у поживних речовинах.

Для *Convolvulus arvensis* L. показано (Prokop, 2024), що зменшення чисельності запилювачів у 5–6 разів в умовах міського середовища порівняно із сільською місцевістю, призвело до зниження запліднення у рослин. Аналогічні результати виявлені для видів роду *Gentiana* L., насіннєва продуктивність яких прямо пропорційно залежала від рівня ентомофільного запилення (Кушинська, 2012).

Методи моніторингу комах-запилювачів і ефективності комахозапилення, предмет дослідження багатьох науковців (наприклад,

Кравець, 2013а; O'Connor et al., 2019; Федоряк & Москалик, 2024; Лісогурська та ін., 2025).

Комах-запилювачів розглядають (Лавренко та ін., 2022) як перспективних біоіндикаторів стану екосистем та зміни клімату. Моніторинг посівів квітучого озимого ріпаку показав, що в умовах зниження температури повітря відбулося зниження виробництва меду (від 23,8 до 76,2 %) та бджолиного обніжжя (від 33,3 до 55,5 %) (Разанов та ін., 2020).

Взаємозв'язок між інтенсивним сільськогосподарським виробництвом і станом популяцій запилювачів має суперечливий характер, що описано в наукових дослідженнях (Biesmeijer et al., 2006; Potts et al., 2010a; Garibaldi et al., 2011a). Орієнтація агровиробництва на високі врожаї через монокультурне землеробство та хімізацію призводить до деградації природних оселищ і погіршення умов існування антофільних комах. Водночас саме різноманіття запилювачів – це ключова передумова стабільної продуктивності ентомофільних культур.

Збіднення популяцій комах викликає особливе занепокоєння через виникнення ризику для рослин, адже порушення взаємозв'язку «рослина-комаха» неминуче веде до деградації рослинних популяцій. За спостереженнями М. Кушинської (2012), скорочення чисельності запилювачів створює реальну загрозу зникнення ентомофільних видів рослин, що, у свою чергу, порушує екологічну рівновагу в екосистемах.

Фрагментація середовища призводить до зменшення розмірів популяцій рослин, а як наслідок – зменшення популяцій запилювачів через зниження доступності харчових ресурсів (Klein et al., 2007; Кравець, 2008; Fijen et al., 2022).

Доведена наявність електричних полів, які виникають у складних екологічних взаємодіях між рослинами та їхніми запилювачами (Сілі та ін., 2024). Відмічено здатність квіткових рослин генерувати слабкі електричні поля, які впливають на поведінку бджіл та джмелів. За допомогою спеціальних рецепторів запилювачі сприймають ці поля і легко визначають наявність

нектару і пилку, запам'ятовують «оптимальні квітки». Автори зробили висновок, що електричні сигнали сприяють підвищенню врожайності та підтриманню біорізноманіття.

Моніторинг втрат бджолиних колоній після зимівлі показав вплив численних факторів різної природи на виживання колоній *A. mellifera* (наприклад, Жук та ін., 2024; Федоряк та ін., 2024а; 2025а). Наразі, в Україні спостерігається тенденція втрати видового різноманіття бджіл, оскільки в країну почали активно завозити різні породи медоносних бджіл і, як наслідок, відбувається неконтрольоване міжпородне схрещування (Тимочко та ін., 2023).

Масштабні втрати колоній медоносних бджіл (*A. mellifera*), які набули характеру глобальної екологічної проблеми та продовольчої небезпека (Richards, 2001; Williams et al., 2010; Chauzat et al., 2016; Gray et al., 2020; Федоряк та ін., 2024а; 2024с; 2024d; 2025а; 2025с) розглядаються нами, насамперед, як фактор ризику зниження рівня запилення рослин.

Запилювачі надають регулюючі екосистемні послуги – вони впливають на екосистемні процеси, такі як колообіг речовин, регуляція клімату та взаємодія між видами. Глобальна вартість послуг із запилення сільськогосподарських культур (станом на 2020) коливається від 195 мільярдів доларів США до 387 мільярдів доларів США щорічно (Porto et al., 2020).

Науковці (Шворак & Філюк, 2021) проаналізували ситуацію у Волинській області щодо екосистемних послуг та ролі бджільництва в збільшенні потенційної продуктивності сільськогосподарського виробництва. Відмічено, що наявність позитивних екосистемних послуг, які надаються бджільництвом – це найдешевший, найбільш ефективний чинник, який забезпечить зростання виробництва сільськогосподарської продукції. Для досягнення цілей сталого розвитку сільських територій, авторами запропоновано використати синергетичний ефект від поєднання рослинництва з бджільництвом.

Посилення залежності від екосистемної послуги запилення зумовлена зростанням чисельності населення світу та відповідно підвищенням попиту на

продовольство та подальшу інтенсифікацію агровиробництва. За прогнозами FAO (2022), до 2050 року обсяги виробництва харчових ресурсів мають зрости щонайменше на 50 % у зв'язку з очікуваним збільшенням населення до 9,7 млрд осіб (United Nations, 2019). Нестача бджіл та інших антофільних комах може призвести до зниження врожайності, дефіциту продовольства та зростання соціально-економічної напруги, особливо в країнах, що розвиваються. Темпи скорочення популяцій запилювачів у багатьох регіонах залишаються високими, що додатково ускладнюється впливом змін клімату та подальшою інтенсифікацією землеробства (Dicks et al., 2021; Stout & Dicks, 2022).

Ефективний інструмент для дослідження динаміки взаємодій в системі «рослина – запилювач» в умовах постійних екологічних ризиків – це використання різних методів *адаптивного моніторингу*. У контексті запилення вони дозволяють: *виявити зміни видового складу запилювачів* (їх чисельність, поведінкова стратегія), що буде відображенням змін екологічного стану середовища (наприклад, Рудська, 2016; Лавренко та ін., 2022); *оцінювати фенологічну узгодженість* між фазами цвітіння рослин та періодами активності запилювачів, що буде індикатором кліматичних змін; *визначати ефективність запилення* за аналізом частоти відвідування квіток, пилкового навантаження та рівня зав'язування плодів (наприклад, Кушинська, 2012; Зароченцева та ін., 2022); *моделювати екологічні процеси* для відображення індикаторних (ключових) видів та вузлів, уразливих до антропогенних факторів (фрагментація середовища, пестициди, зміна землекористування) (наприклад, Грод та ін., 2018); *прогнозувати вплив зовнішніх факторів* на стабільність системи запилення (наприклад, зміни клімату, поява інвазійних видів або втрата середовища існування) (наприклад, Дідух, 2009; Лавренко та ін., 2022). Узагальнення наукових досліджень щодо застосування методів адаптивного моніторингу для аналізу системи запилення представлено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Методи адаптивного моніторингу для аналізу системи запилення
(розроблено автором на основі наукових публікацій)

Метод дослідження	Короткий опис	Адаптивні можливості	Джерела
Польові дослідження	Облік відвідувачів квітів у природних умовах	Гнучке налаштування годин спостереження, тривалості та частоти	Potts et al., 2003
Відео моніторинг/фотопаски	Неперервна зйомка рослин для фіксації відвідувачів квітів	Можливість виявлення денних та нічних відвідувачів,	Nakase & Suetsugu, 2015
Пилковий аналіз/ДНК-баркодинг	Ідентифікація пилку на комах за морфологічними чи генетичними ознаками	Додаткова можливість виявлення взаємодій невидимих або непрямих	Bell et al., 2016; Tynkevich et al., 2025
Маркування та обстеження комах (RFID, GPS)	Виявлення маршрутів руху комах	Дослідження мобільності в умовах зміни середовища	Woodgate et al., 2016
Експерименти з виключенням запилювачів	Ізоляція квіток/рослин для з'ясування ролі запилювачів	Перевірка участі різних груп/видів/умов	Кушинська, 2012; Зароченцева та ін., 2022
Аналіз мереж взаємодії	Побудова біпартитних мереж «рослина-запилювач»	Порівняння взаємодій у просторі, часі, за умови антропогенного навантаження	Dormann et al., 2009
ГІС і дистанційне зондування	Аналіз ландшафтів, середовища існування запилювачів, їх фрагментації	Аналіз просторових змін	Galbraith et al., 2015; Carrie et al., 2018

Отже, використання різних методів адаптивного моніторингу для системи запилення дозволяє фіксувати не лише поточний стан системи, а й ефективно відслідковувати її трансформацію в часі. Це надзвичайно важливо для збереження біорізноманіття, забезпечення стабільності екосистемних послуг та формування науково-обґрунтованих природоохоронних рекомендацій. Тобто адаптивний підхід передбачає регулярний перегляд та удосконалення методологічних підходів та процедур збору даних відповідно до нової інформації та умов середовища.

1.4. Екологічні фактори, які впливають на структурну та функціональну стійкість агроландшафтів

Структурно-функціональна стійкість агроландшафтів – ключова характеристика, яка відображає їх здатність довгостроково забезпечувати екосистемні послуги, зокрема продуктивність культур, запилення, регуляцію водних і ґрунтових процесів, а також підтримку біорізноманіття. Сучасні дослідження підкреслюють, що структура агроландшафту (мозаїчність, співвідношення природних і трансформованих компонентів, просторові зв'язки між фрагментами) прямо корелює з функціональною їх здатністю адаптуватись до змін довкілля та підтримувати стабільність процесів (Zhou et al., 2025).

Дослідженням агроландшафтів та їх стійкості присвячено чимало праць вітчизняних науковців, які широко застосовують комплексну межу оцінку просторової структури, екологічні ризики фрагментації та землекористування, а також соціально-економічні аспекти стійкості, що є важливими у контексті аграрної трансформації України в умовах кліматичних змін і воєнних викликів.

Зокрема, інституційні і екологічні проблеми формування стійких агроландшафтів в Україні вивчала О. В. Комарова (2019). Відмічено необхідність посилення інституційного й нормативно-законодавчого забезпечення з метою закріплення параметрів еколого-економічно оптимального використання сільськогосподарських земель, яке передбачає поєднання економічно ефективного агровиробництва із збереженням агроресурсного потенціалу. Досягненню позитивних еколого-економічних результатів та підвищення рівня агроекологічної безпеки можливе за умови удосконалення системи інвентаризації, моніторингу та сертифікації земель, а також застосування економічних стимулів, зокрема кредитно-податкових механізмів і регульованого обігу земель.

Екологічний стан агроландшафтів Київської області оцінено науковцями (Ліщук та ін., 2022). Відмічено домінування орних земель у порівнянні з еколого-стабілізуючими угіддями, що призвело до деградації агроландшафтів і порушення їх стійкості, причому така тенденція характерна для всіх

агроландшафтів Київської області. Щоб стабілізувати ситуацію авторами пропонується покращити екологічну рівновагу у співвідношенні земельних угідь шляхом розширення площі захисних смуг (закрайок) полів та збільшити території заліснених ділянок.

У науковій роботі (Жук, 2024) описано взаємозв'язок між просторовою організацією агроландшафтів, їх здатністю підтримувати біорізноманіття та забезпечувати екосистемні послуги, а також формування науково обґрунтованих засад адаптивного управління.

Управління агроекосистемами та фітосанітарний стан посівів для збереження біорізноманіття в агроландшафтах розглянули науковці (Білоножко та ін., 2015). Авторами відмічено, що агрономічна діяльність людини створює умови для розвитку вторинних агроекосистем, змінює структуру біоценозів, впливає на видоспецифічність і сортоспецифічність вирощуваних культур. Фітосанітарний стан посівів можна покращити за умови науково обґрунтованого використання добрив та пестицидів, а також здійснення систематичної агробіоценологічної діагностики стану посівів.

Агроекологічна стійкість у сучасних наукових дослідженнях розглядається як ключова характеристика функціонування агроекосистем в умовах зростаючих екологічних, кліматичних та соціально-економічних викликів. На думку дослідників (Folke et al., 2010), стійкість – це здатність соціально-екологічної системи постійно змінюватися та адаптуватися, залишаючись при цьому в межах критичних порогів. Такий підхід слушний для агроландшафтів, які поєднують природні, виробничі та соціальні компоненти.

Агроекологічна стійкість – це один із десяти базових елементів агроекології, визначених FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018). Агроекосистеми розглядаються не лише як виробничі одиниці, а як складні соціально-екологічні системи, у яких біорізноманіття, екосистемні послуги, управлінські практики та економічні чинники тісно взаємопов'язані.

У межах концепції агроекологічної стійкості виділяють три взаємопов'язані її виміри: резистентність (стійкість до впливів), адаптивність та трансформованість (Meuwissen et al., 2020). *Резистентність* відображає здатність агроecosистеми протистояти короткостроковим порушенням (наприклад, екстремальним погодним умовам або біотичному тиску), *адаптивність* – можливість цих систем змінювати структуру й управлінські практики без втрати ключових функцій, тоді як *трансформованість* означає потенціал системи переходити до якісно нового стану у відповідь на довготривалі або системні виклики.

Важлива характеристика агроекологічної стійкості – наявність критичних порогів, перевищення яких призводить до втрати ключових агроекологічних властивостей системи. Ці пороги описуються сукупністю показників агроекологічної стійкості. Застосування партисипативного підходу, дозволяє виявити фактори, які гальмують або посилюють стійкість агроecosистем (Cordoba et al., 2020).

Відмічено, що саме ландшафтний підхід дозволяє інтегрувати аналіз агроекологічної стійкості на кількох просторових рівнях – від локального поля до мозаїки агроландшафтів – з урахуванням взаємодії між землекористуванням, біорізноманіттям і множинними екосистемними послугами (Kozar et al., 2023). Застосування такого підходу створює передумови для виявлення обмежень у підвищенні стійкості, а також для розроблення інструментів моніторингу, які можуть бути масштабовані від локального до ландшафтного рівня. У підсумку це сприяє цілеспрямованій трансформації агроecosистем у напрямі підвищення їхньої структурної та функціональної стійкості в довгостроковій перспективі.

Концепція агроекологічної стійкості має потенціал забезпечити шляхи трансформації з урахуванням сучасних екологічних, соціальних та економічних перешкод у сільському господарстві (Schatte & Meyer, 2025). Автори звертають увагу на біорізноманіття біотичних компонентів агроландшафтів як фундамент стабільності.

Зміни ландшафтного дизайну впливають на екосистемні послуги (Zhou et al., 2025). Складніші ландшафтні структури (з високою мозаїчністю) забезпечують краще зв'язування екологічних ніш, підтримують потоки речовин і енергії між компонентами системи та сприяють переміщенню і розповсюдженню біоти, тобто мають вищу структурно-функціональну стійкість, ніж однорідні агрофони.

Структурна складність агроландшафтів (а саме наявність природних і напівприродних фрагментів) сприяє стабільності кількості та відвідувань запилювачів і пов'язаних послуг у сільськогосподарських ландшафтах. Крім того рівень стабільності зменшується з віддаленням від природних ділянок. Це підкреслює важливість ландшафтної мозаїчності для стійкості екосистемних послуг агровиробництва (Garibaldi et al., 2011b). Більш гетерогенні агроландшафти підтримують більше видів запилювачів і краще виконують послугу запилення. Гетерогенність створює різноманітні ніші, корисні як для бджіл, так і для інших безхребетних (Holzschuh et al., 2013). Складні ландшафти відіграють роль локальних гарячих точок як для збереження біорізноманіття, так і для потенційного забезпечення екосистемних послуг (Fijen et al., 2019).

Отже, екологічна стійкість агроландшафтів – багатовимірний комплексний показник, який формується під впливом біотичних і абіотичних факторів, просторово-структурних параметрів, а також антропогенного навантаження. Всі ці фактори визначають здатність агроландшафтів підтримувати продуктивність сільськогосподарських культур, ключові екологічні функції та екосистемні послуги. Структурно-функціональна стійкість агроландшафтів формується через складну взаємодію ландшафтної структури, біорізноманіття, агроекологічних практик та антропогенного впливу. Стабільність екосистемної послуги запилення визначається гетерогенністю та наявністю природних елементів у складі агроландшафтів.

Висновки до розділу 1

Огляд наукових джерел засвідчує, що екологічний моніторинг – фундаментальний інструмент для оцінки стану довкілля та наукового обґрунтування управлінських рішень, а його правові засади сформовані в межах міжнародних і національних нормативних ініціатив. Разом із тим, традиційні підходи до моніторингу часто характеризуються фрагментарністю, надмірною орієнтацією на регуляторні вимоги та недостатнім урахуванням складності екологічних систем. Це обумовлює потребу в удосконаленні моніторингових програм шляхом інтеграції сучасних наукових концепцій, зокрема екосистемного та ландшафтного підходів.

Обґрунтовано переваги адаптивного моніторингу як гнучкого інструменту, здатного еволюціонувати відповідно до змін у довкіллі та наукових пріоритетах. На відміну від регламентованих протоколів довгострокових спостережень, адаптивний підхід передбачає своєчасне коригування управлінських рішень на основі аналізу поточних даних. Для динамічних агроландшафтів це оптимальний метод, який дозволяє оперативно діагностувати появу нових загроз та оперативно змінювати алгоритм дій.

У контексті оцінки змін у системі запилення адаптивний моніторинг набуває особливого значення, оскільки запилювачі – чутливі індикатори стану навколишнього середовища. Стан і динаміка популяцій запилювачів тісно пов'язані з температурними коливаннями, наявністю кормової бази, структурою агроландшафтів і антропогенним навантаженням. Це підтверджує доцільність використання комах-запилювачів як біоіндикаторів у рамках адаптивних моніторингових програм, орієнтованих на оцінку екосистемних послуг.

З'ясовано, що оцінка стану ентомофільних рослин методологічно неповна без урахування характеристик їхнього біотичного оточення, насамперед стану популяцій комах-запилювачів. Сучасні дослідження свідчать, що чисельність, видовий склад і активність запилювачів чутливо реагують на температурні коливання, забезпеченість кормовими ресурсами, просторову структуру

агроландшафтів та рівень антропогенного навантаження. У зв'язку з цим параметри популяцій запилювачів можуть розглядатися як інтегральні індикатори репродуктивного потенціалу ентомофільних рослин і стабільності відповідних екосистемних процесів. Це обґрунтовує доцільність їх використання як біоіндикаторів у складі адаптивних моніторингових програм, спрямованих на оцінку та прогнозування екосистемних послуг у трансформованих ландшафтах.

Узагальнення наукових підходів до аналізу структурно-функціональної стійкості агроландшафтів показує, що їх просторово-структурна організація відіграє важливу роль у підтриманні біорізноманіття та стабільності екосистемних процесів. Мозаїчність, зв'язність природних елементів і баланс між інтенсивним землекористуванням та напівприродними оселищами підвищують адаптаційний потенціал агроландшафтів. Теоретично обґрунтовано, що ці елементи формують біотичний каркас території, який підтримує безперервність запилювальних мереж. Таким чином, інтеграція адаптивного моніторингу, оцінки системи запилення та аналізу ландшафтної структури формує науково обґрунтовану основу для розроблення ефективних стратегій управління агроландшафтами в умовах кліматичних, соціально-економічних і воєнних викликів.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Фізико-географічна характеристика регіону

Чернівецька область – найменша з 24 областей України, її площа 8097 км² (1,3 % від усієї території держави). Територія області надзвичайно різноманітна за ландшафтною структурою, тривалістю та щільністю заселення, господарського використання та антропогенного перетворення (Жук, 2024). В різні часи різними авторами область ділили на фізико-географічні краї, області та райони: 20 фізико-географічних районів у складі 3 фізико-географічних областей (Геренчук, 1978); 14 районів і 8 областей (Національна академія наук України. Національний атлас України, 2007). Напрацювання попередників удосконалено у праці (Коржик та ін., 2024), в якій враховано відмінності рослинного покриву, фауністичні особливості та геолого-геоморфологічна будова та виділено 6 фізико-географічних областей, які включають 24 фізико-географічні райони (Коржик та ін., 2024).

Зазвичай виділяють північну частину – лісостепову рівнину між річками Дністер і Прут (Прут-Дністровська область), яка належить до фізико-географічної країни – Східноєвропейська рівнина (середня абсолютна висота близько 230 м н. р. м.), середню частину – передгір'я, територія між річкою Прут і початком Карпат (Прут-Сіретська область), (середня абсолютна висота 350 м н. р. м.), гірську частину – гори Карпати (область Скибових Карпат), які належать до фізико-географічної країни Українські Карпати (середня абсолютна висота приблизно 900 м н. р. м., а найвища точка – 1575 м.) (Геренчук, 1978; Коржик та ін., 2024). (рис. 2.1). Клімат в області помірний, перехідний до помірно-континентального. Середньорічна температура повітря від +9,3 °С на північному сході до +5,6 °С у гірській частині. Останні двадцять років клімат Чернівецької області відображає глобальні тенденції змін клімату. Температури повітря зростають у напрямку з південного заходу та північний схід. Кількість атмосферних опадів упродовж останніх років коливається від 550 мм (на крайньому сході) до 1200 мм (на південному заході)

(Департамент екології та природних ресурсів Чернівецької обласної державної адміністрації, 2023).

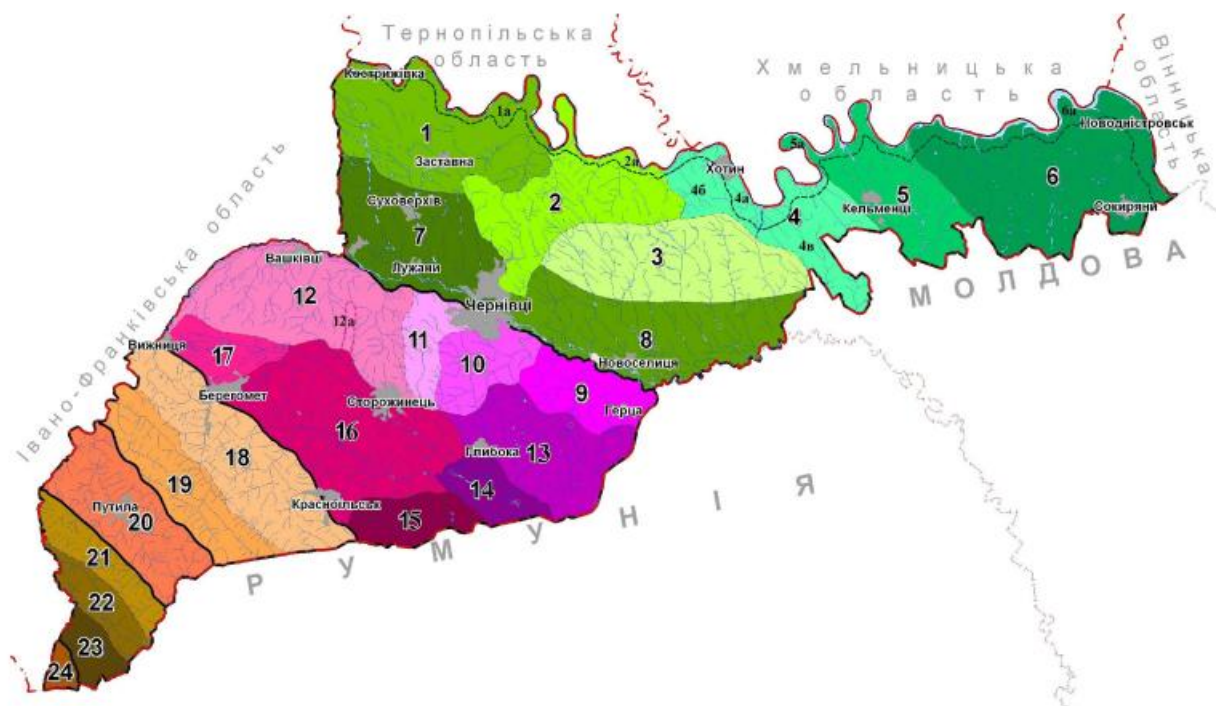


Рис. 2.1. Фізико-географічне районування Чернівецької області
(Коржик та ін., 2024)

Ґрунти на території Чернівецької області різних генетичних типів (Смага, Казімір, 2013). Для Чернівецького району характерна найбільша мозаїчна структура ґрунтового покриву: домінують сірі та темно-сірі лісові ґрунти, присутня значна частка чорноземів опідзолених та типових, а також дерново-підзолисті ґрунти; у Вижницькому районі переважають буроземи гірсько-лісові, дерново-буроземні та дернові гірські ґрунти; у Дністровському районі домінують чорноземи опідзолені та темно-сірі лісові ґрунти, а також значна частка світло-сірих і сірих лісових ґрунтів;

Чернівецька область багата на природні ресурси. Так, станом на 2023 рік земельний фонд області 809,6 тис. га, з них 469,7 тис. га – це землі сільськогосподарського призначення, 258,0 тис. га – ліси та лісовкриті площі, 40,1 тис. га – забудовані землі, 1,2 тис. га – відкриті заболочені землі, 18,8 тис.

га – вкрито поверхневими водами. Лісистість Чернівецькій області складає 31,9 % від загальної площі території. Домінуючі породи: ялина, бук, ялиця, дуб (Департамент екології та природних ресурсів Чернівецької обласної державної адміністрації, 2023).

2.2. Дизайн експерименту

Застосування концепції адаптивного моніторингу ентомофільних рослин як основи системи запилення для забезпечення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів передбачало міждисциплінарний підхід та поєднання теоретичного аналізу, польових спостережень, моніторингових методів дослідження, що відображено у дизайні експерименту (рис. 2.2).

На першому етапі здійснено аналіз теоретико-методологічних засад адаптивного моніторингу ентомофільних рослин як основи системи запилення. На другому – проведено дослідження системи запилення (ентомофільні рослини – антофільний комплекс) та здійснено моніторинг зимових втрат *Apis mellifera* L., як інтегрального показника стану антофільного комплексу. На третьому – проаналізовано фіто- та зооінвазійний компонент агроландшафтів як основного рушія дестабілізації трофічних та мутуалістичних зв'язків в агроландшафті. На четвертому етапі результати дослідження інтегровано у просторову модель мережі живої лабораторії як основи для імплементації заходів з відновлення середовища існування диких комах-запилювачів в умовах мультипартисипативного підходу. Та запропоновано практичні рекомендації щодо підвищення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів у контексті сталого розвитку.

2.3. Методи дослідження

Аналіз антофільного комплексу представників Rosaceae та Asteraceae здійснювали за літературними відомостями. Спершу з'ясували перелік видів/гібридів кожної родини, які внесені до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» (2022; 2024) (рис. 2.3). На основі

інформації з вітчизняних та зарубіжних публікацій сформували масив даних в Excel, де зазначено спосіб та шляхи запилення рослин, а також комах-запилювачів (рис. 2.4).

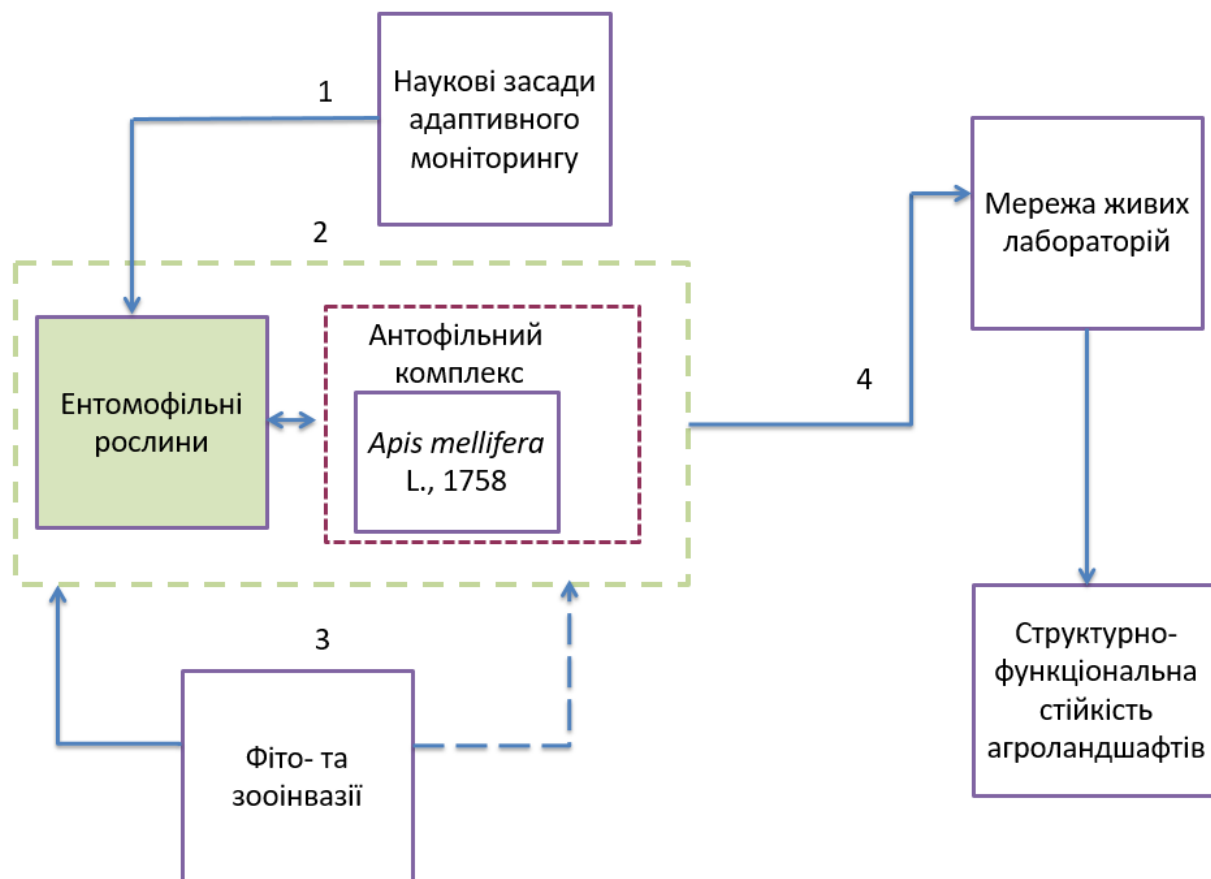


Рис. 2.2. Дизайн експерименту: цифрами відмічено етапи роботи, стрілки на схемі відображають логічну послідовність переходу від теоретико-методологічного обґрунтування до емпіричних досліджень компонентів системи запилення, їх інтеграції у просторовий каркас мережі живої лабораторії та формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення стійкості агроландшафтів; зелена пунктирна лінія відділяє компоненти системи запилення

«Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні» – це документ, який містить безоплатні, відкриті і загальнодоступні відомості (Державна служба з охорони прав на сорти рослин, 2022).

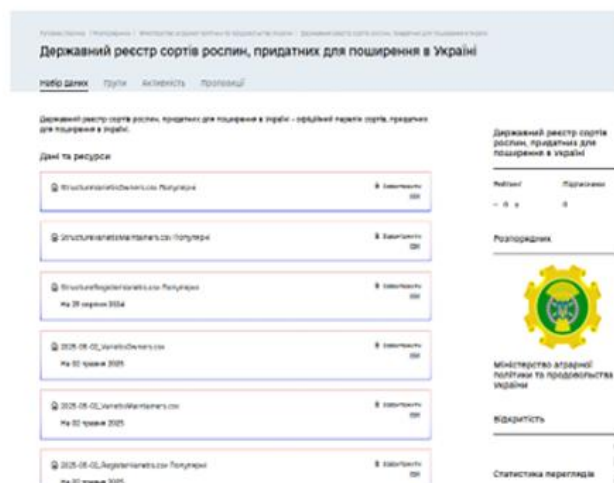


Рис. 2.3 «Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні»: (А) друкований, (Б) електронний варіант

[illegible]

Рис. 2.4. Фрагмент масиву даних в Ехсел (авторська розробка)

Аналіз фіторізноманіття трав'яного угруповання межових смуг агроценозів проведено на території біологічної польової станції «Жучка» Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, розташованої в м. Чернівці, що на південному заході України, поблизу кордону

з Румунією (приблизно за 40 км), яка входить до складу Прут-Дністерської лесової лісостепової рівнини (Коржик та ін., 2024) (рис. 2.5).

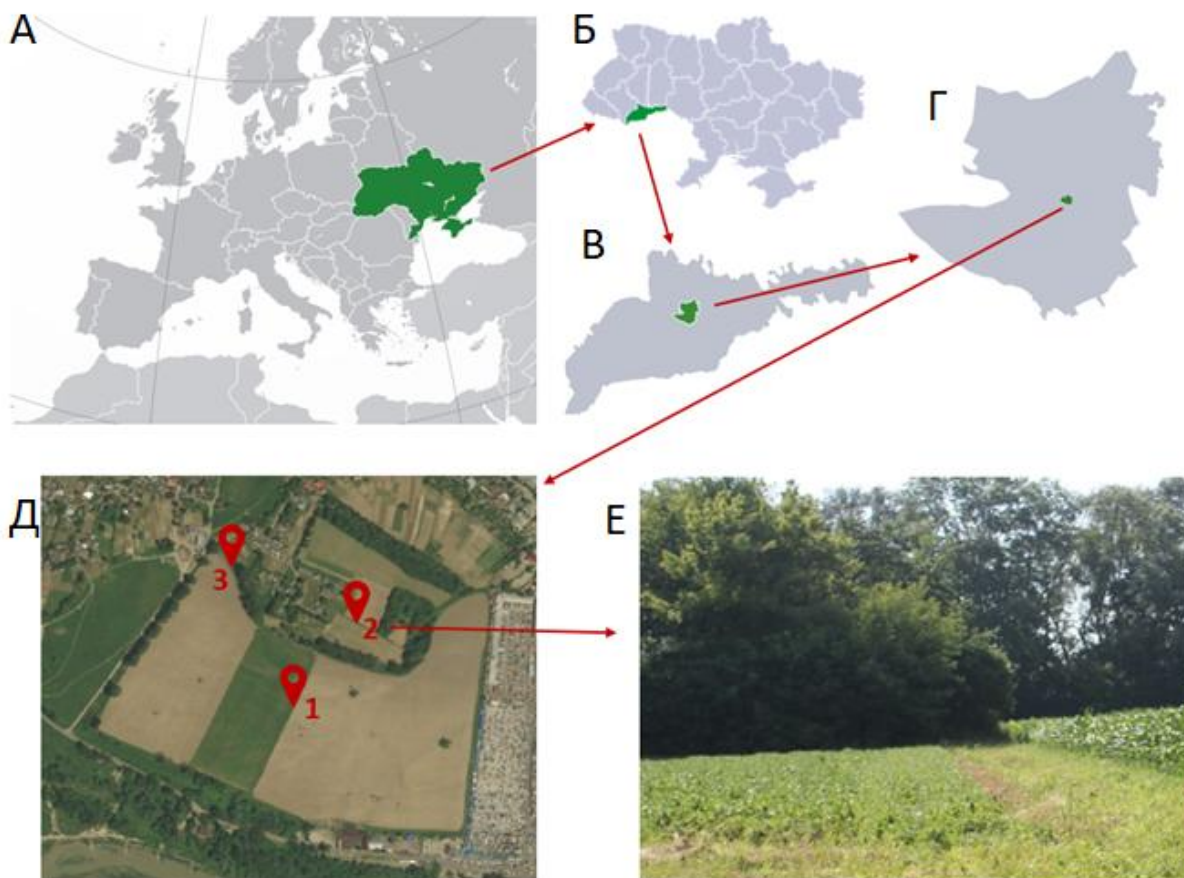


Рис. 2.5. Розміщення території та трансект дослідження: А) Україна на карті Європи; Б) Чернівецька область в Україні; В) м. Чернівці в межах Чернівецької області; Г) місце розташування біологічної станції «Жучка» Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича в межах м. Чернівці; Д) супутниковий знімок біологічної станції з позначеними місцями трансект (1–3); Е) фотографія трансекти 2, зроблена в польових умовах

Біобаза «Жучка» розташована на першій надзаплавній терасі лівого берега р. Прут в мозаїчному ландшафті: невідпорядковані лучні ділянки, приватні господарства з одноповерховими будівлями і присадибними ділянками, автомобільний ринок. Ґрунти інтразональні дерново-борові у трьох різновидах за гранулометричним складом: супіщаний, легкосуглинковий і

середньо суглинковий. Характерні особливості ґрунтів – їх простота будови профілю, невисокий вміст гумусу, низька ємність поглинання, реакція середовища близька до нейтральної, легкий гранулометричний склад (Нікорич та ін., 2025). Біобазу використовується для проведення наукових досліджень та практичного навчання студентів.

Дослідження фіторізноманіття трав'яних угруповань межових смуг проводили протягом вегетаційного періоду 2024 року. Поля представлені в основному монокультурою – соєю, невелика ділянка зайнята кукурудзою та злаковими зерновими культурами. Межові смуги між полями сої сформовані переважно спонтанною лучно-рудеральною рослинністю та синантропними видами. Ділянки не розорюють, не косять, не обробляють, що сприяло формуванню неперервності квітування видів впродовж вегетаційного сезону.

За Європейською класифікацією оселищ EUNIS (European Environment Agency, 2025) межові смуги належать до E5.1. «Антропогенні травостої» (Antropogenic herb stands). У межах смуг відзначено наявність мікрооселищ, придатних для гніздування диких запилювачів, зокрема відкритих ділянок ґрунту, старих трав'яних стебел, а поблизу зростали плодові та дикорослі дерева та чагарники, що теж формувало сприятливий біотоп.

Дослідження проведене в рамках міжнародного проекту «RestPoll: Відновлення середовищ існування запилювачів у європейських агроландшафтах на основі мультипартисипативного підходу».

Для оцінки фіторізноманіття обрали три трансекти трав'яної рослинності, які межували з різними агросистемами (рис. 2.6):

- трансекта 1 – з монокультурою сої (*Glycine max* (L.) Merrill) з обох боків;
- трансекта 2 – з одного боку з посівами сої, з іншого – з кукурудзою (*Zea mays* L.);
- трансекта 3 – з одного боку з посівами сої, з іншого – з полем із трав'яним угрупованням. Кожну трансекту довжиною 150 м і шириною 2 м поділити на шість облікових ділянок, в яких дослідні ділянки площею $2 \times 2 \text{ м}^2$

служували полігоном для опису та зібрання матеріалу, що забезпечувало безперервне покриття для ботанічного обліку.

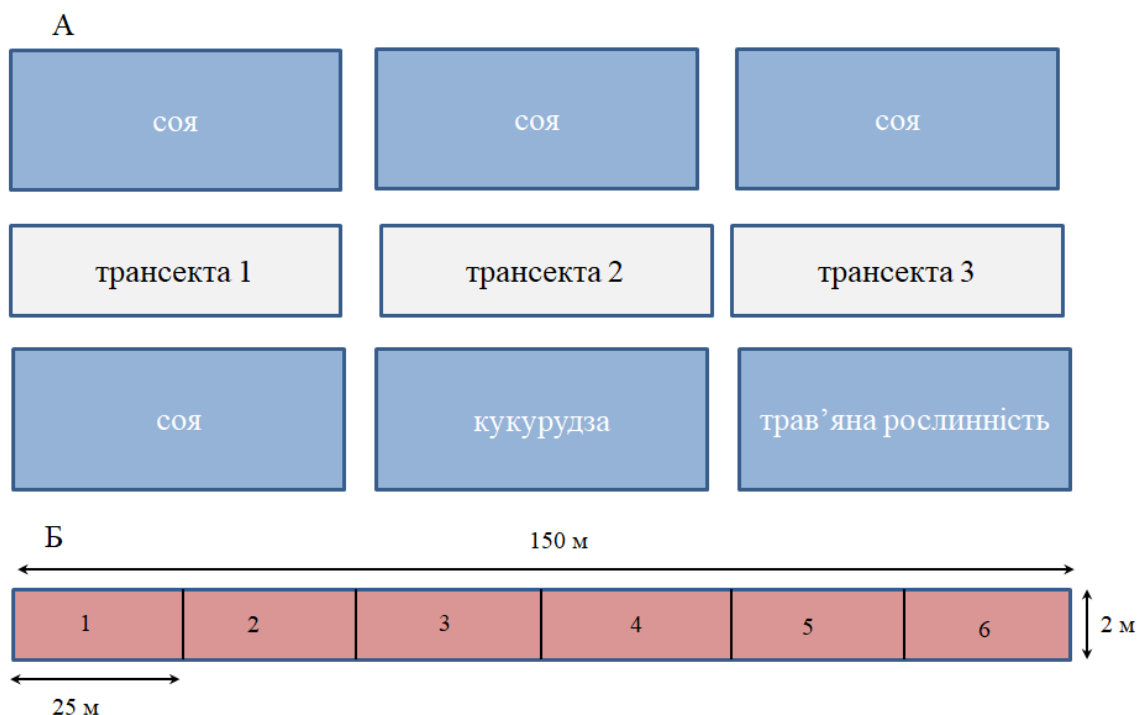


Рис. 2.6. Схема розміщення трансект між різними полями: А) просторове розташування трьох трансект (пояснення в тексті); Б) схематичне зображення трансекти; 1–6 – облікові ділянки

Полеві дослідження проводили у травні та липні 2024 року, що відповідало весняному та літньому пікам цвітіння. Проведено інвентаризацію видового складу рослин у межах виділених трансект. Рослини ідентифікували до видового рівня з подальшим визначенням їхньої таксономічної належності. Назви видів наведено за (Mosyakin & Fedoronchuk, 1999). Проаналізовано видовий склад, видове багатство та частки домінуючих родин. Квітучі рослини аналізували за типами запилення з використанням літературних наукових даних вітчизняних та зарубіжних вчених.

Видову подібність трансект визначали за *індексом Жаккара* за формулою:

$$Kj = \frac{c}{(a+b-c)},$$

c – кількість видів, спільних для обох вибірок;

a – кількість видів, наявних лише у першій вибірці;

b – кількість видів, наявних лише у другій вибірці.

Моніторинг зимових втрат колоній *Apis mellifera* L., 1758, здійснено за допомогою анкетування бджолярів з усієї України (за винятком АР Крим). Дослідження проводилось в рамках проєкту «Prevention of honey bee COlonyLOSSes» (COLOSS, 2024). Це некомерційна міжнародна асоціація, яка займається запобіганням втрат медоносних бджіл, членами якої є співробітники та аспіранти кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича з 2015 р.

Некомерційна міжнародна асоціація COLOSS об'єднує науковців, дослідників, фахівців, спеціалістів у галузях сільського господарства, ветеринарії, приватних підприємств з усього світу, а також студентів різних навчально-наукових установ (загалом з понад сотні країн), які проводять моніторинг втрат колоній *A. mellifera* та з'ясовують можливі причини такого процесу. Для цього, за допомогою уніфікованої анкети (Додаток В) учасники асоціації COLOSS щороку проводять опитування серед практикуючих бджолярів. Такий підхід дає змогу забезпечити репрезентативність результатів і порівняти показники загибелі бджіл в межах кожної країни та здійснити аналіз на міжнародному глобальному рівні. Питання (їх близько 40), на які відповідали бджолярі зібрані в уніфікованій анкеті COLOSS, яка розміщена на сайті організації (<https://coloss.org/>) та на сторінці кафедри екології та біомоніторингу.

Моніторинг здійснюється щорічно, у якості моделі використано результати моніторингу втрат бджолиних колоній після зими 2022–2023 рр. Матеріалом для досліджень стали 800 анкет практикуючих бджолярів з усіх адміністративних областей України (за винятком АР Крим). Респонденти проходили анкетування в онлайн форматі (на основі платформи LimeSurvey), або письмово заповнювали анкету або ж усно відповідали на питання організаторів моніторингу в телефонному режимі.

Анкетування проводили співробітники, аспіранти та студенти кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені

Юрія Федьковича із залученням локальних координаторів в різних регіонах України. Отримані результати анкетування зведено в базу даних, створену в програмі Excel, розраховували середньо відсоткове значення та довірчий інтервал за допомогою програми *bienenstand*, визначили 95-ий % довірчий інтервал (CI) та відсікли нетипово найвищі і найнижчі показники. Статистичну обробку первинних даних здійснено засобами надбудови Real Statistics 6.1 для табличного редактора MS Excel.

Після перевірки отриманих протоколів, валідними визнано 751 анкету. Причому найбільше отримано анкет із Заходу та Північного Заходу України: 130 анкет – з Чернівецької області, 127 – Івано-Франківської, 68 – Вінницької, 54 – Волинської та 46 з Тернопільської (рис. 2.7). Війна в Україні вплинула як на кількісні, так і якісні показники моніторингу, хоча вдалося отримати відповіді навіть від бджолярів із тимчасово окупованих територій.

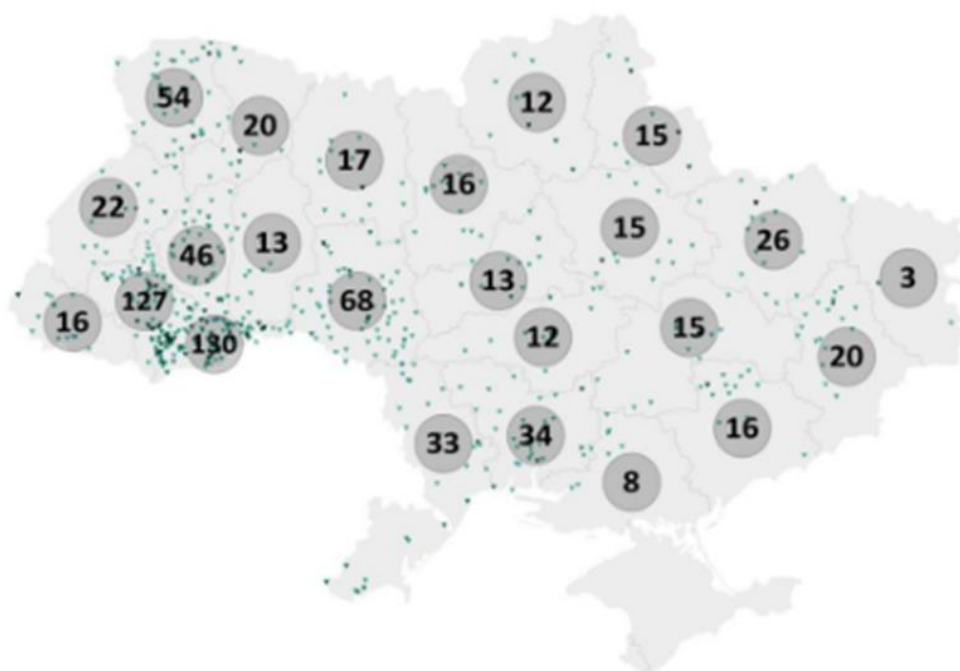


Рис. 2.7. Кількість анкет з різних областей України щодо втрат бджолиних колоній в Україні після зимівлі 2022–2023 рр.

Для порівняння результатів у контексті фізико-географічного районування України отримані дані відповідно розділяли на чотири основні групи: зона мішаних лісів (MFZ – the mixed forest zone), зона широколистяних

лісів (DFZ – the deciduous forest zone), лісостепова зона (FSZ-the forest-steppe zone), степова зона (SZ – the steppe zone) та одна фізико-географічна країна – Українські Карпати (UC – the Ukrainian Carpathians) (рис. 2.8).

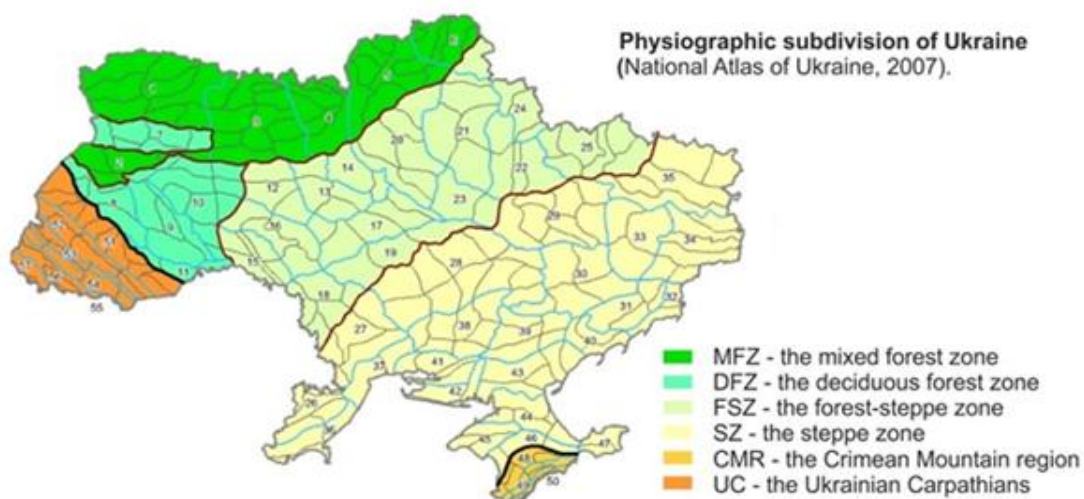


Рис. 2.8. Фізико-географічне районування України (Національна академія наук України, 2007)

Інвазійні види трав'яних угруповань виділяли за списками, поширених у Буковинському Передкарпатті (Токарюк та ін., 2018).

Класифікацію видів за хроноелементом, за часом введення в культуру і здичавіння в Україні, ступенем натуралізації, відношенням до подолання бар'єра, походженням та гігоморфою використовували за рекомендаціями згідно (Протопопова та ін., 2002; 2010; Протопопова & Шевера, 2019).

Вплив інвазійних видів на навколишнє середовище оцінювали з урахуванням їх належності до різних списків: Чорного, Сірого та Тривожного (Зав'ялова, 2017).

Інвазійні види природоохоронних територій аналізували за результатами власних досліджень, які здійснювали маршрутним методом та за літературними відомостями (Токарюк та ін., 2018; Токарюк та ін., 2020; Токарюк & Гвоздецька, 2023; Токарюк & Хабайло, 2023). Виділили 25 видів

інвазійних рослин, які зростають у складі рослинних угруповань десяти природно-заповідних територій м. Чернівці (перелік видів наведено у табл. 3.12). Характеристику інвазійних видів складали комплексно за різними критеріями.

У роботі застосовано терміни у трактуванні В. В. Протопопової (Протопопова та ін., 2002; Протопопова & Шевера, 2019). Групу видів-трансформерів для України наведено відповідно до (Протопопова & Шевера, 2019), для Буковинського Передкарпаття (Токарюк та ін., 2018).

Природоохоронні об'єкти в умовах урбоекосистем та антропогенного тиску набувають особливо важливого значення як природні ядра локальних екомереж, банки генофонду, полігони для наукових досліджень, навчальний заняття, в рекреаційних, культурно-виховних, просвітницьких цілях (Федоряк та ін., 2008). Опис десяти об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ), які взяті для аналізу видового складу зроблено за (Федоряк та ін., 2008; Чорней та ін., 2017). Обрані для дослідження ПЗТ мають більшу площу, складнішу просторову структуру, наявність різновікових деревостанів, фрагментів напівприродної рослинності та екотонів, що створює умови для формування стійких популяцій адвентивних видів і дозволяє коректно оцінити рівень інвазійної трансформації фітоценозів.

1. *Центральний парк культури і відпочинку ім. Т.Г. Шевченка* (вул. Садова, 16,9 га). Парк пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення. Відкритий у 1830 році. Входить до ПЗФ згідно рішення обласного виконавчого комітету (ОВК) № 216 від 17.10.1984. Має статус природного, національного і культурного надбання. У ньому зростає 115 видів дерев та чагарників.

2. *Парк ім. Ф. Шиллера* (вул. Київська, 10 га). Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення, заснований у 1890. Входить до ПЗФ згідно рішення ОVK № 216 від 17.10.1984. Має науково-естетичне значення, у ньому зростає 30 видів і форм дерев та чагарників.

3. *Парк «Жовтневий»* (вул. Пилипа Орлика, 70 га). Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення, відкритий у 1968 році. Входить до

природно-заповідного фонду згідно рішення ОВК № 72 від 7.03.1992. Має каскад з двох штучних водойм, тут зростає понад 18 видів екзотів.

4. *Парк ім. Юрія Федьковича* (вул. Йосифа Главки, 10 га). Пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення, заснований у 1830 році. Входить до ПЗФ згідно рішення ОВК № 216 від 17.10.1984. У парку зростає близько 70 видів рослин, він має науково-естетичне значення.

5. *Парк «Садгірський»* (вул. Миколи Приймака, 2 га). Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення. Заснований приблизно наприкінці XIX століття. Статусу природо-заповідної території отримав згідно рішення ОВК № 198 від 30.05.1979. У парку зростає 13 екзотичних видів. Парк має науково-естетичне значення.

6. *Парк «Садгірський»* (вул. Івана Підкови, 7,3 га). Пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення. Відкритий у 1840–1850 роках. Став об'єктом ПЗФ згідно рішення ОВК № 216 від 17.10.1984. У парку зростає 50 видів та форм дерев та чагарників, з яких 21 вид екзотичних рослин. Має науково-естетичне значення.

7. *Ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Цецино»* (Чернівецький держлісгосп, Ревнянське лісництво, кв. 21–25, 430 га.). До ПЗФ як пам'ятка місцевого значення віднесений у 1964 році (Рішення ОВК №80/5 від 24 лютого 1964 року), а статус «ландшафтний заказник» (Рішення ОВК від 29 грудня 1972 року № 473), «ландшафтний державний заказник» (Постанова Ради Міністрів Української РСР від 28 жовтня 1974 року № 500. На його території розташована найвища вершина м. Чернівці (541 м н. р. м.), яка вкрита різновіковим лісом природного походження. Заказник має науково-пізнавальне значення.

8. *Ландшафтний заказник місцевого значення «Гарячий Урбан»* (вул. Січових стрільців, 108 га). До ПЗФ віднесений у 1964 році (Рішення ОВК №80/5 від 24 лютого 1964 року), а статус «ландшафтного заказника місцевого значення» (Рішення 6 сесії Чернівецької обласної ради XXIII скликання від 10 березня 1999 року № 14-6/99). На його території зростають букові, грабові та

дубові ліси, які потребували збереження. Заказник має науково-пізнавальне та естетичне значення.

9. Дендрологічний парк загальнодержавного значення «Чернівецький» (вул. Коцюбинського, 2, резиденція Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, 5 га). Парк заснований 1876 році, об'єктом ПЗФ став згідно Постанови РМ України № 311 від 22.07.1983. Парк – наукова база досліджень та практики студентів ЧНУ. У ньому зростає 100 видів місцевих та екзотичних рослин.

10. Ботанічний сад загальнодержавного значення (вул. Ю. Федьковича, 3,5 га). Закладений у 1877 році. Об'єктом ПЗФ став згідно Постанови РМ України № 311 від 22.07.1983. Це науково-дослідна база студентів ЧНУ. В оранжереї зростає близько 650 видів рослин, а на території ботсаду – 1300 видів і форм рослин, з яких 170 лікарські.

Поширення *Solidago canadensis* L. у Чернівецькій області вивчали маршрутним методом у літньо-осінній період (під час цвітіння).

Для аналізу комах-відвідувачів на квітках *S. canadensis* використовували облікові ділянки, за якими спостерігали протягом встановленого часу для реєстрації комах-відвідувачів (Westphal et al., 2008). Виділяли три ділянки (50x50 см²), на яких зростали рослини і протягом 10 хв тричі на день спостерігали за відвідувачами квіток. Аналіз проводили з 10⁰⁰ до 17³⁰ лише за сухої погоди з температурою не менше 13°C (не менше 15°C у хмарну погоду) у сонячні дні. Види, які не вдалося ідентифікувати в польових умовах виловлювали, поміщали в морилку з ефіром для подальшої ідентифікації в лабораторних умовах.

Зооінвазії вивчали на прикладі модельних видів *Arion lusitanicus sensu lato* (Mollusca: Gastropoda: Stylommatophora: Arionidae) та *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera: Crambidae), які останнім часом широко розповсюджені в природних та антропогенних екосистемах і завдають значних екологічних та економічних збитків.

Поширення *A. lusitanicus* на території Чернівецької області вивчали маршрутним методом, опитуванням мешканців населених пунктів та анкетуванням. Учасники обласної «Літньої педагогічної школи» та студенти кафедри екології та біомоніторингу активно долучилися до збору даних. Респонденти, як правило, надсилали фотографії тварин у місцях їх виявлення. Крім того використовували матеріали сайту «Національної мережі інформації з біорізноманіття» (Ukrainian Biodiversity Information Network UkrBIN (<http://ukrbn.com>)). Визначали щільність *A. lusitanicus* в окремих локалітетах (в смт Глибока та м. Чернівці). Кількісний облік *A. lusitanicus* проводили методом тотального збору, підрахунку *in situ*.

Видову приналежність *A. lusitanicus* доводили за анатомічними ознаками статеві системи. Для розтину використовували по 5 дорослих особин з смт Глибока та м. Чернівці. Фіксацію (у 70 % етанолі) та препарування здійснювали за загальноновживаними у малакології методами (Гураль-Сверлова & Гураль, 2009).

Поширення *C. perspectalis* у країнах світу аналізували за літературними даними та міжнародних баз даних: Global Biodiversity Information Facility (GBIF) – глобальна інформаційна мережа з біологічного різноманіття (Global Biodiversity Information Facility, 2022); Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE) – найпопулярніша база даних про інвазійні види Європи (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe, 2022); European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) – глобальна база даних про шкідників, яка підтримується Секретаріатом Європейської та Середземноморської організації захисту рослин (ЄОКЗР) (European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2022).

Історію проникнення *C. perspectalis* в Україну та Чернівецьку область, зокрема, вивчали за даними UkrBin, літературних джерел та анкетуванням, яке проводили у Google Forms. В опитуванні взяли участь всього 114 респондентів, з них 32 – з м. Чернівці, 16 – з Чернівецької області, 66 – з інших областей України.

Ступінь пошкодження кущів *Buxus* sp. вивчали візуально за шкалою, опублікованою авторами (Макаренко та ін., 2019) (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Шкала оцінки ступеня пошкодження кущів самшиту

Cydalima perspectalis (Walker, 1859)

Візуальна оцінка пошкодження насаджень	Ступінь пошкодження	Бал
Кущі не пошкодженні, або пошкодження візуально не помітні	Відсутнє	0
Кущі пошкодженні до 25 %, кора не пошкоджена	Слабке	1
Кущі пошкодженні до 50 %, кора не пошкоджена	Середнє	2
Кущі пошкодженні до 75 %, незначне пошкодження кори	Сильне	3
Кущі пошкодженні на 100 %, значне пошкодження кори	Сильне	4

Для відображення поширення інвазійних видів на карті нами використано інструменти вільного програмного забезпечення: геореєстрація та компонування картографічного матеріалу – QGIS (QGIS Development Team, 2024), обчислення в локалітетах – ГІС GRASS (GRASS Development Team, 2020); оцифрування – Easy Trace (EasyTrace group, 2015). Базу даних по інвазійних видах створювали в середовищі LibreOffice Calc (The Document Foundation. LibreOffice Calc, 2020). Використання програми Quantum GIS дозволило показати на карті просторовий розподіл колоній, а також відобразити наочно велику кількість числових даних, зокрема виокремити ареали власних спостережень і відобразити дані UkrBIN.

*Для візуалізації поширення *Acer negundo* L. у м. Чернівці* використано функціональні можливості вільного програмного забезпечення QGIS, зокрема інструменти геореєстрації та компонування картографічних матеріалів (QGIS Development Team, 2024). У м. Чернівці виділили модельний полігон, до складу якого увійшло 14 вулиць. Дерев росли на узбіччях доріг, у межах шкільних територій, у фігурних композиціях, всього 420 екземплярів. Облік дерев здійснювали маршрутним методом. Географічне поширення виду визначали за допомогою GPS-навігації (Samsung Galaxy j7 (2016)). Атрибутивну інформацію заносили до бази даних, а саме: кількість

екземплярів, віковий стан дерев, діаметр стовбура, який вимірювали з використанням мірної вилки (з точністю до 0,5 см).

Формування просторового каркасу живої лабораторії для впровадження заходів із відновлення популяцій диких запилювачів на засадах мультипартисипативного підходу здійснювали в рамках міжнародного проєкту RestPoll. Як природну платформу для формування мережі живої лабораторії обрано лісостепові агроландшафти північно-західної частини Передкарпатського прогину та південно-східної частини Хотинської височини в межах Чернівецького району Чернівецької області. Територія характеризується плоскохвилястим рельєфом, ускладненим долинами річок Прут і Дністер, балками та ерозійними формами. Клімат помірно теплий із сумою активних температур 2200–3100 °С та річною кількістю опадів 500–800 мм. Переважають чорноземні, сірі опідзолені й алювіальні ґрунти терас. Попри високий рівень сільськогосподарського освоєння (до 85 % площі), збережені фрагменти лучно-степової та лісової рослинності створюють умови для існування диких комах-запилювачів. Відбір територій, придатних для створення експериментально-навчального простору з відновлення оселищ запилювачів, здійснювали відповідно до концептуального дизайну мережі локалітетів живої лабораторії і контрольних локалітетів, розробленого робочою групою проєкту RestPoll (рис. 2.9). У межах регіону дослідження виділено дві дослідні території, на кожній із яких сформовано по п'ять локалітетів живої лабораторії (ЛЖЛ), локалітетів внутрішнього контролю (ЛВК, до 2 км від ЛЖЛ) та локалітетів зовнішнього контролю (ЛЗК, понад 2 км від найближчого ЛЖЛ). У ЛЖЛ передбачено впровадження заходів із відновлення оселищ диких запилювачів, ефективність яких оцінювали шляхом порівняння з контрольними локалітетами.

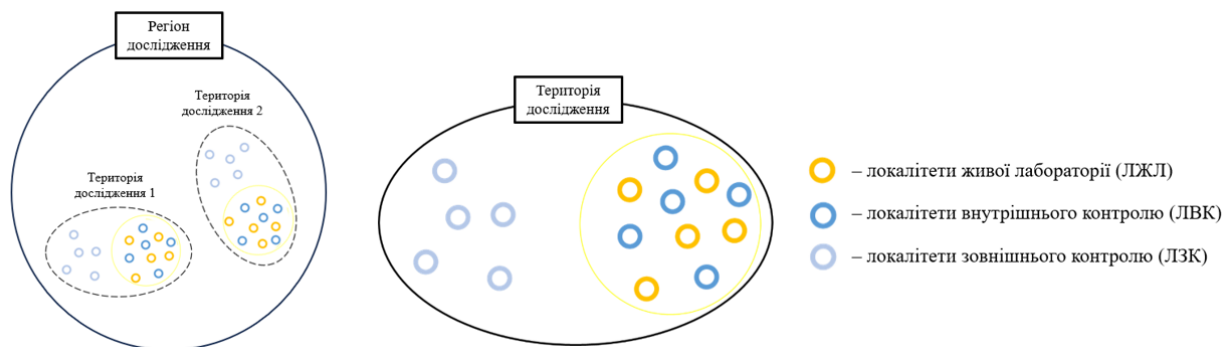


Рис. 2.9. Концептуальна схема дизайну мережі живої лабораторії, розроблена робочою групою проєкту RestPoll: А – просторова організація дослідних територій у межах регіону дослідження; Б – взаємне розташування локалітетів різного типу у межах території дослідження (Lupp et al., 2020)

Підбір дослідних територій базувався на комплексному підході з урахуванням: різноманітності та репрезентативності агроландшафтів, наявності спільних аграрних проблем, готовності стейкхолдерів до співпраці та природних передумов для відновлення оселищ запилювачів. Для аналізу використано відкриті геоінформаційні ресурси, зокрема космознімки ESA WorldCover із просторовою роздільною здатністю 10 м (Sentinel-1, Sentinel-2), літературні джерела (Заячук, 2011; Кирилюк, 2019; Кілінська та ін., 2019) і дані, отримані від стейкхолдерів. Просторовий аналіз виконували в середовищі QGIS 3.28 із застосуванням методу накладання шарів; межі локалітетів визначали з урахуванням фактичних контурів землекористування.

У результаті сформовано мережу з 20 локалітетів, розташованих у м. Чернівці та селах Червона Діброва, Топорівці й Чорнівка, що відображають аграрний профіль регіону та охоплюють монокультури (ріпак, соя, кукурудза), присадибні господарства й яблуневі сади з різними аготехнічними характеристиками. У межах кожного локалітету закладено постійні трансекти для сезонного моніторингу різноманіття антофільних комах і ентомофільних рослин.

ЛЖЛ характеризуються наявністю різнотрав'я та мікрооселищ для гніздування запилювачів, тоді як ЛЗК відзначаються обмеженою трофічною базою внаслідок інтенсивних агропрактик, застосування пестицидів і конкуренції з кочовими пасіками.

Висновки до розділу 2

У розділі обґрунтовано застосування комплексного міждисциплінарного підходу до вивчення ентомофільних рослин, стану запилювачів, участі фіто- та зооінвазій у системі запилення. Поєднано польові, лабораторні, картографічні, геоінформаційні, соціологічні та аналітичні методи дослідження. Застосовано уніфіковані анкети міжнародного проєкту COLOSS для оцінки зимових втрат колоній *Apis mellifera* L. на національному рівні та для подальшого інтегрування результатів в загальноєвропейський контекст моніторингу. Застосовано концептуальну схему дизайну експерименту міжнародного проєкту RestPoll для створення мережі живої лабораторії з постійними трансектами для моніторингу ентомофільних рослин і антофільних комах на основі мультипартисипативного підходу.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Ентомофільні сільськогосподарські рослини асоційовані з угрупованням комах-антофілів (на прикладі представників Rosaceae та Asteraceae, рекомендованих для поширення в Україні)

Функціонування агроландшафтів залежить від цілісності консортивних зв'язків ентомофільних рослин. Будь-які дестабілізуючі впливи на систему запилення ставлять під загрозу існування та продуктивність рослинного компоненту.

Вихідна теоретична передумова проведеного дослідження полягає в тому, що стабільність популяцій ентомофільних рослин визначається не ізольованими біологічними характеристиками окремих видів, а надійністю функціонування системи «рослина–запилювач» як цілісного мутуалістичного комплексу.

Для аналізу специфіки цих взаємозв'язків в умовах сучасного землеробства у дослідженні розглянуто представників родин Rosaceae та Asteraceae, сорти і гібриди яких внесені до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні». Такий вибір обумовлений поєднанням екологічних та господарських міркувань. По-перше, представники родини Rosaceae належать переважно до плодово-ягідних культур, а Asteraceae представлені здебільшого трав'яними сільськогосподарськими культурами. Відмінності у морфології квіток, фенології та тривалості цвітіння, а також у рівні привабливості для запилювачів обумовлюють специфіку формування антофільних комплексів і характер взаємодії рослин з ентомофауною. Це дозволяє застосувати системний підхід до аналізу взаємозв'язків у агроценозах різного типу і визначити внесок ентомофільних рослин у забезпечення біотичної стабільності агроландшафту. По-друге, наявність цих культур у Державному реєстрі свідчить про їхній пріоритетний статус у структурі комерційного

рослинництва, що забезпечує репрезентативність вибірки та надає отриманим результатам безпосередньої прикладної значущості.

3.1.1. Родина Rosaceae: способи запилення та антофільний комплекс

Родина Rosaceae – одна з найбільших у світовій флорі за кількістю видів. Вона об'єднує 90–120 родів, до яких належить 3000–3500 видів, поширених у помірних та субтропічних районах. В Україні зростає понад 280 видів, які належать до 59 родів (Федорончук, 2022).

Відомо, що представники Rosaceae – це основа плодово-ягідного виробництва в Україні та відносяться до медодаїв (18,2 % видів) (Монастирська та ін., 2016). Види цієї родини мають велике народногосподарське значення, зокрема в садівництві, продукція якого складає важливу частину продовольчого балансу України (Галузева програма розвитку садівництва..., 2025).

Види родини Rosaceae, включені до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні», наведено у таблиці 3.1.

До переліку ввійшли 14 видів, 2 гібриди, рід *Rosa* без вказаних видів. Всього 9 родів. Відомо, що ці рослини широко використовуються у садівництві (Асоціація «Укрсадпром», 2019; Рожко, 2020), у декоративному озелененні та медичній практиці (Сидора, 2020).

Способи запилення – це результат адаптації і запилювачів і різних морфологічних ознак квітки. В зарубіжній літературі оперують поняттями абіотичне (вітер, вода, сили гравітації та ін.) та біотичне запилення (комахи, птахи, інші тварини) (Sun et al., 2014).

Дослідники вивчали відвідування комахами квіток Rosaceae (Філатов, 1997; Кравець, 2008; 2013a; 2013b; 2016; Гончар, 2021), проте наразі залишаються маловідомими факти про склад чи структуру антофільного комплексу сільськогосподарських рослин цієї родини.

Таблиця 3.1

Представники родини Rosaceae, внесені до «Державного реєстру сортів
рослин, придатних для поширення в Україні» (2022)

№ з/п	Рід	Вид/гібрид	
		латинська назва	українська назва
1	<i>Malus</i> Mill.	<i>Malus domestica</i> Borkh.	Яблуня домашня
2	<i>Pyrus</i> L.	<i>Pyrus communis</i> L.	Груша звичайна
3	<i>Chaenomeles</i> Lindl.	<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach	Хеномелес або айва японська
4		<i>Chaenomeles</i> x <i>californica</i> W. Clarke ex C. Weber	Хеномелес каліфорнійський (гібрид)
5	<i>Aronia</i> Medik.	<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott.	Аронія чорноплідна
6	<i>Prunus</i> L.	<i>Prunus armeniaca</i> L.	Абрикос звичайний
7		<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	Алича, слива вишнеподібна або розлога
8		<i>Prunus cerasus</i> L.	Вишня звичайна
9		<i>Prunus avium</i> L.	Черешня звичайна
10		<i>Prunus domestica</i> L.	Слива домашня
11		<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Персик звичайний, включно нектарин
12		<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D. A. Webb.	Мигдаль звичайний
13	<i>Cydonia</i> Mill.	<i>Cydonia oblonga</i> Mill. x <i>Malus</i> <i>domestica</i> Borkh.	Яйва довгаста x яблуня домашня (гібрид)
14	<i>Fragaria</i> L.	<i>Fragaria ananassa</i> Duch.	Полуниця/суниця садова
15	<i>Rubus</i> L.	<i>Rubus idaeus</i> L.	Малина звичайна
16		<i>Rubus</i> subgenus <i>Eubatus</i> sect. <i>Moriferi</i> & <i>Ursini</i>	Ожина*
17	<i>Rosa</i> L.	—	

Примітка: * – наведена належність роду до секції ожин у межах підроду *Eubatus*

У представників родини Rosaceae переважає перехресний спосіб запилення. Причому для *Chaenomeles japonica*, *Chaenomeles* x *californica*, *Fragaria ananassa*, *Malus domestica*, *Prunus avium*, *Rubus idaeus* – це облігатний

спосіб (це 35,3 % видів), а для всіх інших видів (64,7 %) – перехресне запилення поєднувалося з самозапиленням (табл. 3.2). Автори назв видів рослин родини наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.2.

Способи запилення представників родини Rosaceae
(за літературними даними)

№ з/п	Назва видів/гібридів/родів	Спосіб запилення		
		перехресний		самозапилення
		факультативний	облігатний	
1.	<i>Aronia melanocarpa</i>	x		x
2.	<i>Chaenomeles japonica</i>		x	
3.	<i>Chaenomeles x californica</i>		x	
4.	<i>Cydonia oblonga</i> × <i>Malus domestica</i>	x		x
5.	<i>Fragaria ananassa</i>		x	
6.	<i>Malus domestica</i>		x	
7.	<i>Prunus armeniaca</i>	x		x
8.	<i>Prunus avium</i>		x	
9.	<i>Prunus cerasus</i>	x		
10.	<i>Prunus divaricata</i>	x		x
11.	<i>Prunus domestica</i>	x		x
12.	<i>Prunus dulcis</i>	x		x
13.	<i>Prunus persica</i>	x		x
14.	<i>Pyrus communis</i>	x		x
15.	<i>Rosa</i>	x		x
16.	<i>Rubus idaeus</i>		x	
17.	<i>Rubus subgenus Eubatus</i> sect.	x		x
	Разом	11	6	10

Науковці (Шишова, 2007; Шоферистов & Цюпка, 2007) відмічають, що самозапилення *Prunus persica* виникло як результат складної гібридизації. Цікаві дослідження щодо запилення *Fragaria ananassa* наведено у (Zebrowska, 1997). Відмічено, незважаючи на те, що вид ентомофільний, під дією сил гравітації пилкові зерна під власною вагою опадають на нижче розміщені квіток тієї ж рослини, тобто відбувається абіотичне самозапилення. Коли запилювачі перелітають серед квіток з різною віддаленістю, то відвідують їх за принципом «до найближчого». При цьому пилок розподіляється між сусідніми квітками (або суцвіттями). У результаті цього відбувається

гейтоногамія, тобто запилення пилком тієї ж особини, що за генетичними наслідками еквівалентно самозапиленню.

За будовою квітки Rosaceae не мають специфічних пристосувань до конкретного агенту запилення. Еволюція «синдрому запилення» та спеціалізацію квіток описано у (Fenster et al., 2004). Виділяють мелітофілію – запилення перетинчастокрилими (Hymenoptera) (бджолами, джмелями, мурахами та ін.), хоча цей термін іноді використовують для випадків запилення лише бджолами або ж використовують «сфекофілія» – запилення осами, «мірмекофілія» – запилення мурахами (Gullan & Cranston, 2005).

Особливу роль у процесах запилення відіграють представники ряду Hymenoptera, які вважаються найефективнішими серед запилювачів покритонасінних рослин. Н. Я. Кравець (2008) відзначає, що вищі перетинчастокрилі відвідують квітки майже всіх основних представників Magnoliophyta, забезпечуючи стабільність і різноманіття рослинного покриву.

Відмічають, що Rosaceae належить до фонових родин, на яких реєстрували антофільних перетинчастокрилих суходільних лук Західного Поділля (Кравець, 2013b). Разом із цвітінням у представників Rosaceae відбувається виділення різних ароматичних сполук, що сприяє максимальній результативності запиленню комахами (Fenster et al., 2004; Fan et al., 2019). Квітки більшості видів родини Rosaceae мають біле, рожеве, рідше яскраво-червоне, жовте забарвлення, що приваблює комах-запилювачів.

Результати аналізу літературних наукових досліджень дозволив нам виокремити окремі таксони комах-запилювачів для виділених представників родини Rosaceae (табл. 3.3).

Встановлено, що спектр антофілів представлений комахами наступних рядів: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera і Lepidoptera. Найчастіше у складі антофільного комплексу зустрічаються представники ряду Hymenoptera (разом 41 випадок взаємодій) з таких родин як: Apidae (частка від усіх випадків взаємодій – 29,3 %), Megachilidae (22,4 %), Formicidae (8,6 %), Vespidae (10,3).

Антофільний комплекс представників родини Rosaceae
(за результатами аналізу літературних джерел)

	Назва видів /гібридів/родів	Ряди						
		Перетинчастокрилі (Hymenoptera Linnaeus, 1758)				Двокрилі (Diptera Linnaeus, 1758)	Твердокрилі (Coleoptera Linnaeus, 1758)	Лускокрилі (Lepidoptera Linnaeus, 1758)
		Родини						
		Бджолині (Apidae Linnaeus 1758)	Мегакіліди (Megachilidae Latreille, 1802)	Мурашки (Formicidae Latreille, 1802)	Справжні оси (Vespidae) Latreille, 1802	Повисохові мухи (Syrphidae Latreille, 1802)		
1	<i>Aronia melanocarpa</i>	x						
2	<i>Chaenomeles japonica</i>	x	x					
3	<i>Chaenomeles x californica</i>	x	x					
4	<i>Cydonia oblonga</i> × <i>Malus domestica</i>	x	x					
5	<i>Fragaria ananassa</i>	x	x	x	x		x	x
6	<i>Malus domestica</i>	x	x	x	x	x	x	x
7	<i>Prunus armeniaca</i>	x	x					
8	<i>Prunus savium</i>	x						
9	<i>Prunus cerasus</i>	x						
10	<i>Prunus divaricata</i>	x	x					
11	<i>Prunus domestica</i>	x	x			x	x	
12	<i>Prunus dulcis</i>	x	x		x			
13	<i>Prunus persica</i>	x	x					x
14	<i>Pyrus communis</i>	x				x		x
15	<i>Rosa</i>	x	x	x	x	x	x	x
16	<i>Rubus idaeus</i>	x	x	x	x		x	x
17	<i>Rubus subgenus</i> Eubatus sect.	x	x	x	x		x	x
	Разом	17	13	5	6	4	6	7
	частка від всіх взаємодій ($\Sigma=58$), %	29,3	22,4	8,6	10,3	6,9	10,3	12,1
	частка від всіх взаємодій перетинчастокрилих ($\Sigma=41$), %	41,5	31,7	12,2	14,6	—	—	—

Показано, що представники Apidae домінують серед запилювачів ряду Hymenoptera, частка від всіх представників ряду склала 41,5 %. Серед представників часто зустрічаються: бджола медоносна (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758), джміль (*Bombus* Latreille, 1802), антофора (*Anthophora* Latreille, 1803), ксилокопа (*Xylocopa* Latreille, 1802). На другому місці родина Megachilidae, зокрема Осмія (*Osmia* Panzer, 1806) їх частка склала – 31,7 %. Серед повисюхових мух часто наводиться бджоло видка (*Eristalis* Latreille, 1804)

Для *Fragaria ananassa* та *Rubus* subgenus нами не знайдено підтвердження участі представників Diptera у запиленні. З'ясовано, що для *Malus domestica* та *Rubus idaeus* запилювачами могли бути представники усіх згаданих рядів.

Універсальним агентом запилення видів родини Rosaceae, що входять до переліку Держреєстру, виявилася *A. mellifera*, причому для *Prunus cerasus*, *Prunus avium*, *Aronia melanocarpa* вона виступає єдиним агентом запилення. Наші дані узгоджуються з літературними відомостями. Так, для *Chaenomeles japonica*, *Chaenomeles* x *californica*, *Cydonia oblonga* × *Malus domestica* та *Prunus divaricata* найкращими запилювачами виділено бджіл та джмелів (Abdallah et al., 2020). Зазначено, що *A. mellifera* виступає як універсальний запилювач для виду *Rubus idaeus*. Наведено рейтинговий ряд запилювачів роду *Fragaria*: *A. mellifera*, *Bombus* spp., інші Hymenoptera, інші види комах (Chagnon et al., 1993).

Життєздатність популяцій ентомофільних видів рослин досягається завдяки наявності комах–запилювачів (Дорошенко, 2019). Відмічають, що ефективність запилення біотичними агентами у системі «рослина-комаха» не абсолютна. Переважна ж більшість цих систем має різний ступінь генералізації (Waser & Ollerton, 2006). Потік генів в популяціях більшості видів насінневих рослин формується двома основними складовими – це перенесення пилку та поширення насіння. Для багатьох рослин показано, що відстань розповсюдження пилку перевершує відстань розповсюдження насіння (Ennos, 1994).

Ефективність перенесення пилку залежить від виду комах. Зокрема, комахи родин *Lycaenidae* Leach, 1815, *Sphingidae* Pierre André Latreille, 1802 та *Nymphalidae* Rafinesque, 1815 зі слідами пилку на їхньому тілі склали лише 60 % з невеликою кількістю пилових зерен (Кравець, 2008). Представники *Hymenoptera* під час живлення пилком і нектаром опосередковано здійснюють перенесення пилку на своєму тілі, а представники родини *Apidae* – найкраще пристосовані до перенесення пилку (Кравець, 2013a; 2013b).

Ландшафт місцевості й обсяг взятку також впливають на ефективність перенесення пилку. Так, чим більш розчленована місцевість, тим коротші польоти бджіл: на рівнині, де немає поблизу достатнього джерела їжі, – до 3 км, в умовах міста – до 2 – 3 км (Дорошенко, 2019). Джемелі поширюють пилок у радіусі 100 м, іноді на 0,8 – 1 км (Osborne et al., 2008). Дальність польоту бджіл та його спрямованість детально описана у (Collevatti et al., 2000).

Як відомо, нектар – основне джерело живлення для багатьох комах і відіграє важливу роль у привабленні запилювачів поряд із забарвленням пелюсток і наявністю пилку. Нектаром живляться представники основних рядів ентомофільних комах – *Hymenoptera*, *Lepidoptera* та *Diptera*. Споживання пилку й нектару стало важливим еволюційним чинником, що вплинув на морфологію, біологію та поведінку комах (Gullan & Cranston, 2005). Окрім атракційної функції, нектар містить стероїдні гормони, які сприяють проростанню пилових трубок і заплідненню квітки. За даними В. О. Скакуна (2018), його хімічний склад визначає не лише фізіологічні процеси рослин, а й формує видовий склад комплексу запилювачів.

A. mellifera на сьогодні вважається найефективнішим запилювачем, що зумовлено можливістю контролю людиною основних аспектів її життєдіяльності. Керування чисельністю та активністю льотних особин дозволяє регулювати запилювальну здатність колонії. Завдяки діяльності медоносних бджіл урожайність сільськогосподарських культур зростає на 20–75 %, підвищується якість плодів і насіння (Лісогурська та ін., 2025).

A. mellifera – відіграє ключову роль в екосистемах. Це один з біотичних чинників, який забезпечує сталість агроекосистем, оскільки інтегрує екологічні, економічні та соціальні складові агровиробництва. Цей вид опосередковано (через підвищення продуктивності) регулює структуру рослинного покриву, ґрунтові процеси та мікроклімат агроекосистем в цілому (Papa et al., 2022), слугує біоіндикатором стану екосистем (Лавренко та ін., 2022), сприяє підтримці флористичного різноманіття екосистем (Hung et al., 2018; Papa et al., 2022), підтримує резистентність агроекосистем до зовнішніх стресів та позиціонується, як ключовий мобільний агент забезпечення екосистемної послуги запилення (Жук, 2024).

З економічної точки зору *A. mellifera* посилює економічну ефективність землекористування та зумовлює додану вартість через реалізацію бджолярами продуктів бджільництва (Minaud et al., 2024; Nganso et al., 2025), забезпечує ті ж економічні вигоди, як і всі види диких бджіл разом узяті. *A. mellifera* забезпечує запилення 100 важливих сільськогосподарських культур та обумовлює майже 10 % від загальної вартості сільськогосподарського виробництва (це близько 200 млрд доларів США щороку) (Лісогурська та ін., 2025).

Використання *A. mellifera* для комерційного бджолозапилення в багатьох країнах світу популярне для певних сільськогосподарських культур через легкість транспортування, велику чисельність та високий рівень одомашнення цього виду (Hristov et al., 2020; Лісогурська та ін., 2025).

Кероване бджолозапилення розглядається як ефективний агротехнічний засіб для забезпечення сталого розвитку агросектору України. Використання медоносних бджіл сприяє підвищенню продуктивності ентомофільних культур, зменшенню залежності від хімічних засобів захисту рослин, збереженню біорізноманіття та зміцненню стійкості агроекосистем (Лісогурська та ін., 2025).

В умовах глобальних екологічних викликів зростає значення *A. mellifera* для продовольчої безпеки. Бджільництво відіграє важливу роль в економіці

багатьох країн, забезпечуючи реалізацію принципів сталого розвитку аграрного виробництва, міжгалузеву взаємодію, зайнятість населення та збереження традиційних форм господарювання (Раназонов та ін., 2023; Ferenczi et al., 2023).

Отже, до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» (2022 рік) включено плодово-ягідні культури родини Rosaceae, що належать до 14 видів, 2 гібридів і роду *Rosa*, яким притаманне перехресне запилення та поєднання його із самозапиленням. У складі антофільного комплексу плодово-ягідних культур родини Rosaceae переважають представники ряду Hymenoptera, що свідчить про домінування мелітофілії з універсальним агентом – *A. mellifera*.

3.1.2. Родина Asteraceae: способи запилення та антофільний комплекс

Родина Asteraceae – найбагатша за кількістю видів (близько 24 700 видів та 1623 роди; наприклад, Funk et al. 2009), які поширені по всьому світу і зустрічаються у складі різних рослинних угрупованнях. На території України зростає 670 видів, що належать до 104 родів (Mosyakin & Fedoronchuk, 1999).

До родини належать переважно багаторічні, рідше однорічні трав'яні рослини. Листки прості, рідко складні без прилистків, різноманітні за формою і розчленуванням листкові пластинки, іноді редуковані (Васильєва та ін., 2019). Специфічна особливість родини – це суцвіття кошик з великою кількістю квіток, розміром – від кількох міліметрів (жабник польовий *Filago arvensis* L.) до 50 см (соняшник *Helianthus annuus* L.) (Чипиляк та ін., 2018; Muhammad et al., 2021).

Види цієї родини широко використовуються в сільському господарстві, серед них овочеві культури (топінамбур, артишок, латук посівний), олійні (сафлор, соняшник); у кулінарії – для виготовлення напоїв (цикорій, кульбаба), прянощі (тархун), як підсолоджувач (стевія); мають широке практичне використання в медицині, фармацевтиці, косметології, як джерело

антиоксидантів (Кононенко & Пацюк, 2025); у декоративному озелененні (Панцирева, 2019).

Більшість видів – ентомофільні, тому на тлі глобального скорочення чисельності комах-запилювачів, змін клімату та активного антропогенного навантаження, існує підвищений ризик порушення циклу розвитку видів цієї родини. Вивчення специфіки запилення представників Asteraceae, внесених до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні», дозволить краще зрозуміти біологію їх розмноження, оптимізувати агротехнології, підвищити врожайність і якість продукції, а також сприятиме збереженню біорізноманіття та формуванню екологічно збалансованих агроєкосистем. Результати дослідження можуть використовуватися як рекомендації щодо охорони диких запилювачів в контексті стратегії сталого розвитку сільського господарства України.

До «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» внесено 18 видів, два гібриди, два різновиди, два роди без назви видів. Всього 17 родів (табл. 3.4).

У списку переважають багаторічні трав'яні рослини. Серед наведених рослин, більшість використовують у медицині (41 %), інші у харчовій промисловості (14 %) та декоративному садівництві (12 %) (рис. 3.1). Мають лікарське і харчове використання: *Bidens tripartita*, *Echinacea purpurea*, *Echinops sphaerocephalus*, *Helichrysum arenarium*, *Inula helenium*, *Matricaria recutita*, *Silybum marianum* і *Stevia rebaudiana*. Використовують як декоративні види: *Callistephus chinensis*, *Chrysanthemum* × *hortorum* та рід *Dahlia*.

Аналіз способів запилення рослин показав (табл. 3.5) переважання двох основних – це автогамії та алогамії, а також випадки поєднання кількох. Наприклад, у *Carthamus tinctorius* описано як самозапилення, так і перехресне; *Stevia rebaudiana* – запилюється переважно комахами, хоча описано і самозапилення (Yadav et al., 2011). *Artemisia dracunculus* – перехреснозапильна рослина, проте деякі дослідники наводять випадки самозапилення; для видів

роду *Lactuca* характерне самозапилення, але описують можливість комахозапилення (Klein et al., 2007).

Таблиця 3.4

Представники родини Asteraceae, внесених до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» (2024)

№ з/п	Рід	Вид/гібрид/різнovid	
		латинська назва	українська назва
1	<i>Artemisia</i> L.	<i>Artemisia dracunculus</i> L.	Полин-екстрагон (тархун)
2	<i>Bidens</i> L.	<i>Bidens tripartita</i> L.	Череда трироздільна
3	<i>Callistephus</i> Cass.	<i>Callistephus chinensis</i> (L.) Nees	Айстра садова або китайська (калістефус)
4	<i>Chrysanthemum</i> L.	<i>Chrysanthemum</i> L.	Хризантема
5		<i>Chrysanthemum x hortorum</i> Bailey	Хризантема садова (гібрид)
6	<i>Echinacea</i> Moench	<i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench	Ехінацея пурпурова
7	<i>Echinops</i> L.	<i>Echinops sphaerocephalus</i> L.	Головатень круглоголовий
8	<i>Helianthus</i> L.	<i>Helianthus annuus</i> L.	Соняшник однорічний
9		<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Топінамбур або соняшник бульбистий
10		<i>Helianthus tuberosus</i> L. x <i>Helianthus annuus</i> L.	Топінсоняшник (гібрид)
11	<i>Helichrysum</i> Mill.	<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	Цмин пісковий
12	<i>Inula</i> L.	<i>Inula helenium</i> L.	Оман високий
13	<i>Matricaria</i> L.	<i>Matricaria recutita</i> L.	Хомоміла обідрана (ромашка лікарська)
14	<i>Silphium</i> L.	<i>Silphium integrifolium</i> Michx.	Сильфій цільнолистий
15		<i>Silphium perfoliatum</i> L.	Сильфій пронизанолистий
16	<i>Stevia</i> Cav.	<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni	Стевія або «медова трава»
17	<i>Dahlia</i> Cav.	-	Жоржина
18	<i>Carthamus</i> L.	<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Сафлор красильний (крокіс фарбувальний)
19	<i>Silybum</i> Adans.	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Розторопша плямиста
20	<i>Cichorium</i> L.	<i>Cichorium endivia</i> L.	Цикорій салатний або городній
21		<i>Cichorium intybus</i> L.	Цикорій дикий
22	<i>Lactuca</i> L.	<i>Lactuca sativa</i> L.	Салат посівний
23		<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>augustana</i>	Спаржевий салат (різнovid)
24		<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i> L.	Салат ромен (різнovid)



Рис. 3.1. Частка видів родини Asteraceae, які використовують у різних галузях, %

Отже, аналіз літературних джерел показав, що для більшості представників родини Asteraceae, які внесені до Держреєстру України, характерно комбінування способів запилення (самозапилення + перехресне) (62,5 %; 15 видів), для 25 % (6 видів) – лише перехресне запилення, для 12,5 % (3 види) – самозапилення.

Щодо шляхів запилення з'ясовано, що 75 % (18 видів) рослин – ентомофіли, 12,5 % (3 види) – анемофіли і 12,5 % (3 види) – гідрофіли (рис. 3.2).

Серед анемофілів: *Artemisia dracunculus*, *Helianthus tuberosus*, *Helichrysum arenarium*, хоча для окремих описано відвідування різними комахами. Гідрофілія описана для *Lactuca sativa*, *Lactuca sativa* var. *augustana* та *Lactuca sativa* var. *longifolia* за участі абіотичних факторів (роси, дощу) (Jones, 2014).

Аналіз видового складу комах-запилювачів, асоційованих із представниками дослідженої родини представлений у таблиці 3.6. З'ясовано, що комахи-запилювачі по-різному взаємодіють із рослинами родини Asteraceae. Представники родини Apidae, серед яких домінує *A. mellifera*, запилює 20 видів рослин, їх частка від всіх взаємодій ряду Hymenoptera склала 62,5 %. Представники родини Syrphidae (ряд Diptera), забезпечують ефективне

запилення близько 10 видів (див. табл. 3.6). Частка всіх типів взаємодій найвища для представників ряду Hymenoptera (61,6 %), на другому місці – ряд Diptera (19,2 %).

Таблиця 3.5

Способи запилення представників родини Asteraceae
(за літературними даними)

№ за/п	Назва виду/гібриду/різновиду	Спосіб запилення	
		перехресний	самозапилення
1.	<i>Artemisia dracunculus</i>	x	x
2.	<i>Bidens tripartita</i>	x	x
3.	<i>Callistephus chinensis</i>	x	x
4.	<i>Chrysanthemum</i>	x	x
5.	<i>Chrysanthemum x hortorum</i>	x	x
6.	<i>Echinacea purpurea</i>	x	
7.	<i>Echinops sphaerocephalus</i>	x	x
8.	<i>Helianthus annuus</i>	x	x
9.	<i>Helianthus tuberosus</i>	x	
10.	<i>Helianthus tuberosus x Helianthus annuus</i>	x	x
11.	<i>Helichrysum arenarium</i>	x	x
12.	<i>Inula helenium</i>	x	x
13.	<i>Matricaria recutita</i>	x	x
14.	<i>Silphium integrifolium</i>	x	
15.	<i>Silphium perfoliatum</i>	x	x
16.	<i>Stevia rebaudiana</i> i	x	x
17.	<i>Dahlia</i>	x	
18.	<i>Carthamus tinctorius</i>	x	x
19.	<i>Silybum marianum</i>	x	x
20.	<i>Cichorium endivia</i>	x	
21.	<i>Cichorium intybus</i>	x	
22.	<i>Lactuca sativa</i>		x
23.	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>augustana</i>		x
24.	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>longifolia</i>		x

Представники родини Syrphidae – це конкурентоспроможні види-запилювачі завдяки високій екологічній пластичності, здатності до активності за підвищеної вологості та вітряної погоди (Ліщук, 2007). Ці двокрилі комахи поширені в різних типах екосистем і характеризуються значною запилювальною активністю. Навіть у тропічних лісах, де спостерігається

високе різноманіття запилювачів, частка дзюрчалок становить близько третини всіх відвідувачів квіток. Вони переважно відвідують квітки білого, зеленуватого або кремового забарвлення з інтенсивним ароматом. Подібно до перетинчастокрилих, представники Syrphidae запилюють широкий спектр рослин, зокрема представників родини Asteraceae.

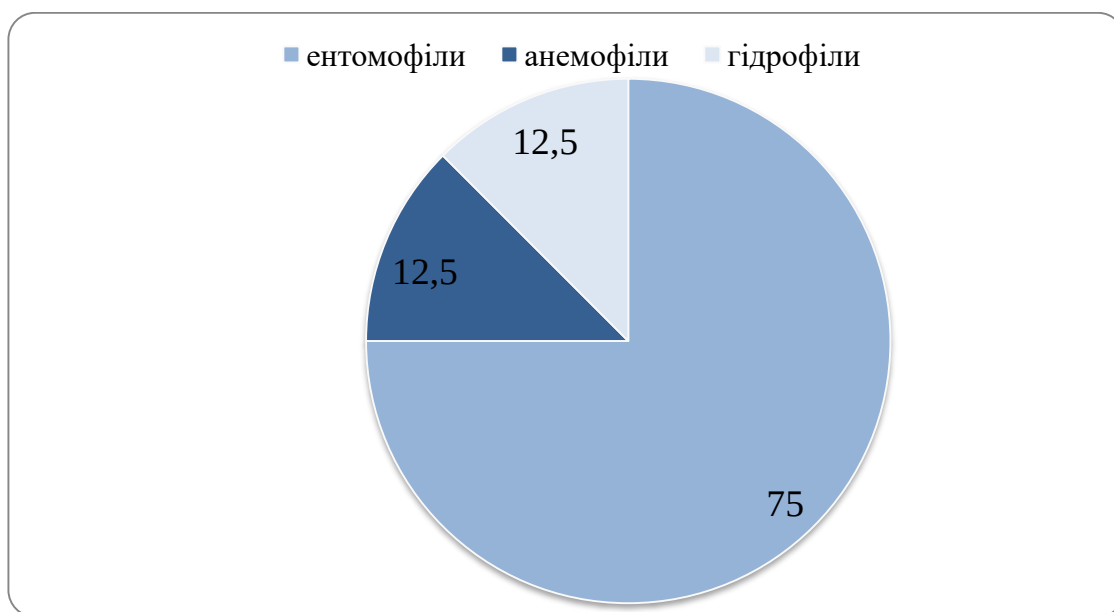


Рис. 3.2. Частка видів родини Asteraceae у контексті шляхів запилення, %

Однак, на відміну від Apidae, ефективність їх запилення зумовлена не частотою відвідування, а великою чисельністю особин у популяціях (Horsburgh et al., 2011). Водночас поведінкові аспекти запилення у двокрилих досліджені значно меншою мірою, ніж у перетинчастокрилих. Варто зазначити, що запилювачі в агроecosистемах взаємодіють не лише з культурними рослинами, а й із сегетальними, які входять до агробіоценозу (Deeksha et al., 2023).

Представники роду *Bombus* відвідували квітки лише восьми видів. Всі інші запилювачі відвідували п'ять і менше видів рослин, зокрема окремі представники бджіл (Duchenne et al., 2020), а також комахи з ряду Lepidoptera. Провідну роль серед агентів запилення рослин родини Asteraceae відіграють представники роду *Apis*.

Таблиця 3.6

Антофільний комплекс представників родини Asteraceae
(за результатами аналізу літературних джерел)

№ з/п	Назва видів/гібридів/родів	Ряди					Інші комахи
		Перетинчастокрилі (Hymenoptera Linnaeus, 1758)		Двокрилі (Diptera Linnaeus, 1758)	Лускокрилі (Lepidoptera Linnaeus, 1758)		
		Родини					
		Бджолині (Apidae Linnaeus, 1758)	Справжні оси (Vespidae Latreille, 1802)	Повисюхові мухи (Syrphidae Latreille, 1802)			
1	Artemisia dracunculus	-	-	-	-	-	-
2	Bidens tripartita	x				x	
3	Callistephus chinensis	x					x
4	Carthamus tinctorius	x					
5	Chrysanthemum	x			x		
6	Chrysanthemum hortorum x	x			x		
7	Cichorium endivia	x	x		x	x	
8	Cichorium intybus	x	x	x			
9	Dahlia	x	x				
10	Echinacea purpurea	x	x		x		
11	Echinops sphaerocephalus	x	x		x		
12	Helianthus annuus	x	x		x	x	
13	Helianthus tuberosus	x		x			
14	Helianthus tuberosus x Helianthus annuus	x			x		
15	Helichrysum arenarium	x		x			x
16	Inula helenium	x	x		x	x	
17	Lactuca sativa						x
18	Lactuca sativa var. angustana						x
19	Lactuca sativa var. longifolia						x
20	Matricaria recutita	x		x	x		
21	Silphium integrifolium	x					
22	Silphium perfoliatum L.	x					
23	Silybum marianum	x	x				
24	Stevia rebaudiana	x			x	x	
	Разом	20	8	4	10	5	5
	частка від всіх взаємодій (Σ=52), %	38,5	15,4	7,7	19,2	9,6	9,6
	частка від всіх взаємодій перетинчастокрилих (Σ=32), %	62,5	25,0	12,5	—	—	—

Отже, до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» (2024 рік), включено 18 видів, 2 гібриди, 2 різновиди 2 роди без назви видів родини Asteraceae. У досліджених рослин домінує поєднання перехресного запилення та самозапилення (характерне для 63 % представників), переважна більшість рослин – це ентомофіли (75 %). До складу антофільного комплексу родини Asteraceae входять представники трьох рядів: Hymenoptera, Diptera, та Lepidoptera, серед них домінують родини ряду Hymenoptera, серед яких провідна роль за Apidae і основний агент запилення – *A. mellifera*, що свідчить про їх ключове значення у підтриманні репродуктивного потенціалу сільськогосподарських видів Asteraceae.

Загалом, види та гібриди сільськогосподарських культур родин Rosaceae та Asteraceae, які рекомендовані до поширення в Україні, мають високу господарську цінність, переважно ентомофільні та відрізняються суттєвими біологічними показниками. Зокрема у представників Rosaceae окрема квітка зазвичай правильна (актиноморфна), тоді як у Asteraceae квітки зібрані у суцвіття кошик. Відносна структура антофільних комплексів свідчить про домінування перетинчастокрилих у запиленні обох родин, однак у Asteraceae їх частка є вищою, насамперед за рахунок Apidae. Для Rosaceae характерний більш збалансований спектр запилювачів із залученням Coleoptera та ширшого кола неспеціалізованих Hymenoptera, що відображає меншу морфологічну спеціалізацію квіток. Вагома частка Diptera в обох родині підкреслює їхню стабілізуючу роль у функціонуванні антофільних комплексів.

Отримані результати свідчать, що структурно-функціональна стійкість ентомофільних сільськогосподарських культур базується на вузькоспеціалізованих зв'язках з обмеженим колом запилювачів. Домінування *A. mellifera* як універсального агента створює ситуацію «екологічного монополізму», за якої будь-які ризики для популяції медоносних бджіл (зимова загибель, хвороби) автоматично трансформуються у загрозу продуктивності для 100 % досліджених видів Rosaceae та 75 % видів Asteraceae.

3.2. Фіторізноманіття межових смуг агроландшафтів як фактор збереження диких запилювачів

Аналіз рослинного покриву межових смуг агроценозів на території біологічної польової станції «Жучка» Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, яка належить до Прут-Дністерської лесової лісостепової рівнини описано науковцями (Moskalyk I. et al., 2025; Москалик І. та ін., 2025b). Фіторізноманіття трав'яного угруповання межових смуг представлене 98 видами, які відносяться до відділів Equisetophyta та Magnoliophyta, класів – Magnoliopsida, Liliopsida, 19 порядків, 26 родин та 74 родів (Додаток Г). Основу фіторізноманіття досліджуваної природної рослинності складають – Magnoliophyta 99 % видів, в тому числі Magnoliopsida 84,5 %, Liliopsida 15,5 %.

Аналізуючи таксономічну структуру трав'яного угруповання нами використано флористичні пропорції, які показують ступінь родового та видового різноманіття (табл. 3.7). В цілому така пропорція склала 1:2,8:3,8. Середня кількість видів в роді (родовий коефіцієнт) – 1,36. Середнє видове багатство на одну родину – 4,0, у порівнянні із показником по Україні (28 видів) це у 7 разів менше (Воронцов, 2008).

Флористичний спектр ранжує перші десять родин (за кількістю видів) (Воронцов, 2008), хоча І. Чорней (2009) відмічає важливість перших трьох родин. Згідно наших даних (рис. 3.3), у досліджених смугах трав'яного угруповання десять провідних родин включають 55 родів (74,3 %) та 77 видів (78,6 %), решта 21,4 % видів зосереджена у 20 родин.

Найбагатші за кількістю видів перші три родини (разом 45,9 % всіх видів): Asteraceae – 17,3 %, Poaceae та Fabaceae – по 14,3 % видів, що характерно для флори Палеоарктики (Воткальчук, 2013). Найбільшою кількістю родів представлена родина Asteraceae (22,7 % від загальної кількості родів). Отже, характерна риса дослідженого фітоценозу – це провідна роль невеликої кількості родин (Asteraceae, Poaceae, Fabaceae).

Таблиця 3.7

Таксономічна структура видового складу судинних рослин межових смуг

№ за/п	Порядок	Родина	Рід	Вид	Пропорція	Родовий коефіцієнт
1	Asterales	1	16	17	1:16:17	1,1
2	Poales	2	10	15	1:5:7,5	1,5
3	Fabales	1	7	14	1:7:14	2,0
4	Lamiales	4	9	12	1:2,25:3	1,3
5	Caryophyllales	2	5	8	1:2,5:4	1,6
6	Brassicales	1	6	6	1:6:6	1,0
7	Rosales	1	2	4	1:2:4	2,0
8	Apiales	1	4	4	1:4:4	1,0
9	Ranunculales	2	3	3	1:1,5:1,5	1,0
10	Geraniales	1	1	2	1:1:2	2,0
11	Gentianales	1	1	2	1:1:2	2,0
12	Malvales	1	1	2	1:1:2	2,0
13	Malpighiales	2	2	2	1:1:1	1,0
14	Ericales	1	2	2	1:2:2	1,0
15	Piperales	1	1	1	1:1:1	1,0
16	Boraginales	1	1	1	1:1:1	1,0
17	Oxalidales	1	1	1	1:1:1	1,0
18	Solanales	1	1	1	1:1:1	1,0
19	Equisetales	1	1	1	1:1:1	1,0
	Разом	26	74	98	1:2,8:3,8	1,36

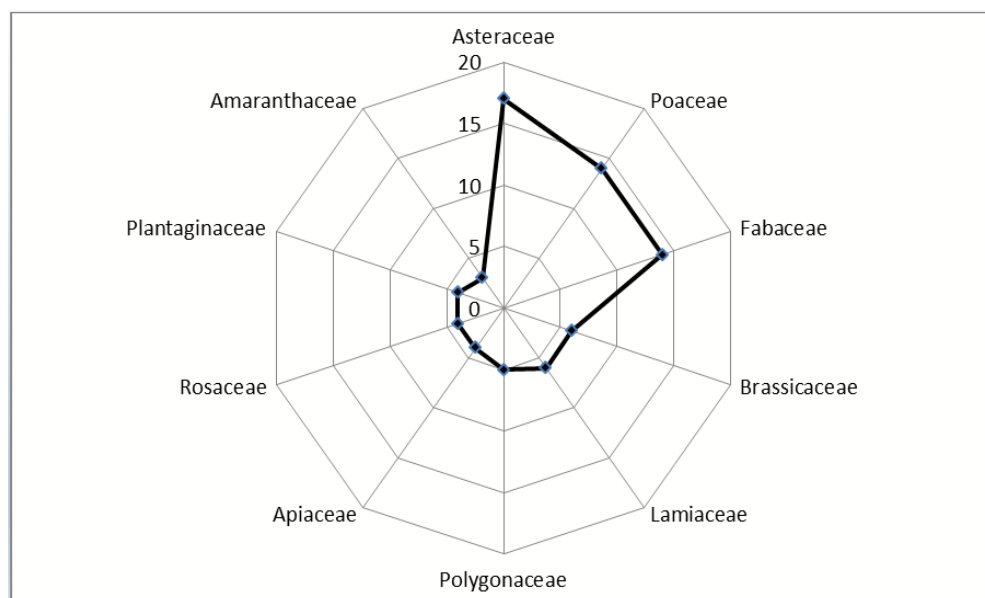


Рис. 3.3. Флористичний спектр провідних родин (за кількістю видів)

Нами здійснено аналіз видового складу трав'яного угруповання на окремих трансектах у весняний та літній період. Так, у травні серед провідних родин першої трансекти: Asteraceae (9 видів; 30 %), Poaceae (6 видів; 20 %) та Brassicaceae (4 вида; 13 %); другої – Fabaceae (9 видів; 24 %), Asteraceae і Poaceae (по 6 видів; 16 %) і Plantaginaceae (3 вида; 8 %); третьої – Asteraceae (8 видів; 20 %), Fabaceae (7 видів; 17 %), Poaceae (6 видів; 15 %) і Brassicaceae (4 вида; 10 %) (рис. 3.4).

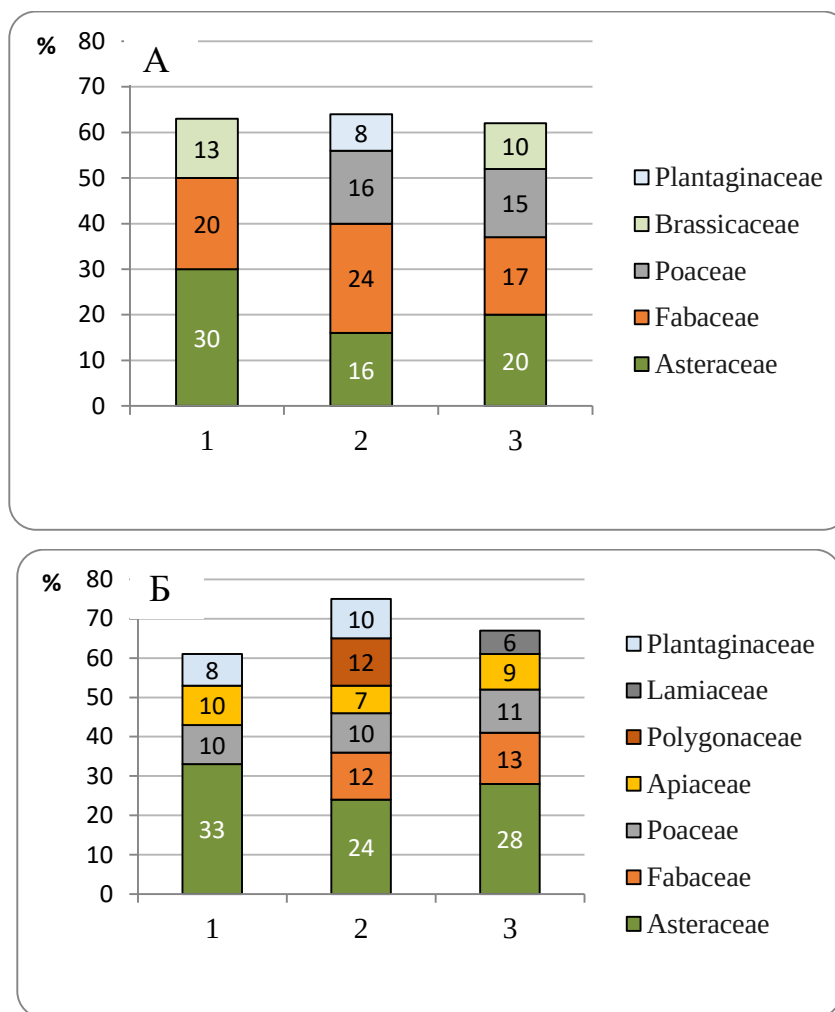


Рис. 3.4. Видова насиченість провідних родин смуг трав'яного угруповання (станом на травень – А і липень – Б), тут і надалі: 1, 2, 3 – номери трансект

У липні в трав'яному угрупованні трансекти 1 переважають Asteraceae (13 видів; 33 %), Poaceae і Apiaceae (по 4 вида; 10 %) та Plantaginaceae (3 вида;

8 %); на трансекті 2 – Asteraceae (10 видів; 24 %), Fabaceae і Polygonaceae (по 5 видів; 12 %), Poaceae і Plantaginaceae (по 4 види; 10 %) і Apiaceae (3 види; 7 %) і на трансекті 3 – Asteraceae (13 видів; 28 %), Fabaceae (6 видів; 13 %), Poaceae (5 видів; 11 %), Apiaceae (4 види; 9 %) та Lamiaceae (3 види; 6 %). Тобто у липні флористичний спектр провідних родин трав'яних угруповань розширився за рахунок Apiaceae, Polygonaceae, Lamiaceae.

Аналіз видової подібності трав'яних угруповань (за індексом Жаккара) у весняно-літній періоді в цілому показав помірний рівень схожості між трансектами ($K_J = 0,40\text{--}0,48$) (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Матриця флористичної подібності трансект (за індексом Жаккара)

	Трансекта 1	Трансекта 2	Трансекта 3
Трансекта 1	-	0,44	0,40
Трансекта 2	0,44	-	0,48
Трансекта 3	0,40	0,48	-

З метою з'ясування привабливості смуг трав'яного угруповання для запилювачів нами здійснено аналіз квітучих видів на момент спостереження за типом запилення. В цілому з'ясовано (Додаток Г), що на момент флористичного опису, 85 видів перебували у фазі цвітіння 24 вида (28,2 % від загальної кількості квітучих видів) квітнули у травні, 40 (47,1 %) – у липні, 21 вид (24,7 %) – мали тривалий період цвітіння з травня по липень. Це вказує на безперервну доступність квіткових ресурсів впродовж активного сезону життєдіяльності запилювачів.

Відмічено в кожній трансекті переважання квітучих видів не залежно від сезону дослідження (60–78 %) (рис. 3.5).

Серед всіх рослин – 62 види (73 %) належали до комахозапильних. З них 43 (69 %) види – облігатно ентомофільні, 19 (31 %) – факультативно ентомофільні. Лише у 23 видів (27 %) запилення не залежить від комах.

Аналіз по трансектах показав домінування ентомофільних видів на кожній трансекті. Причому така тенденція відмічена не залежно від сезону та типу поля (рис. 3.6).

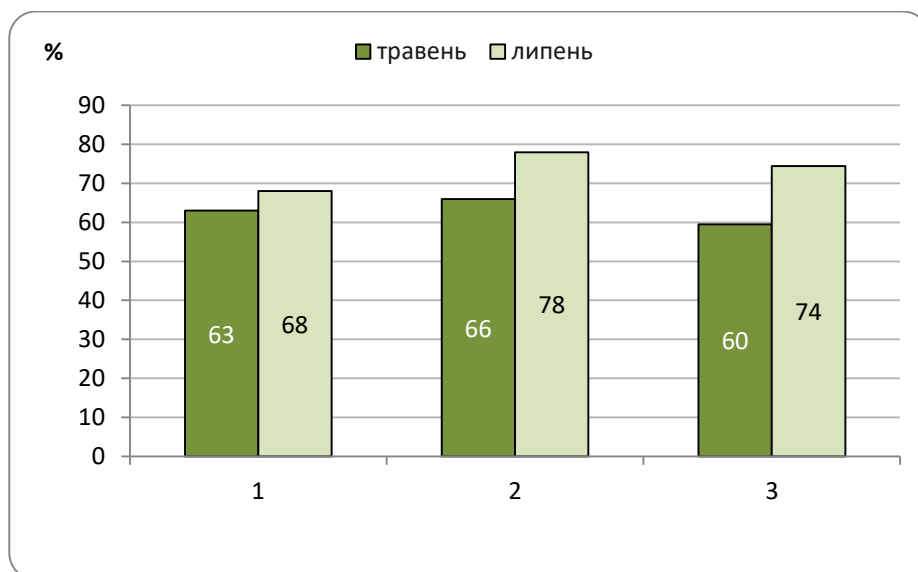


Рис. 3.5. Частка квітучих видів на різних трансектах трав'яного угруповання у весняний та літній періоди

Кінець травня для посівів сої та кукурудзи – це період фази сходів, тоді як кінець липня відповідає їх фазі цвітіння. Соя відома як самозапиљна культура, оскільки пиљки дозрівають безпосередньо у бутоні і запилюють приймочку тієї ж квітки. Проте структура квітки сої сприяє медоносним бджолам збирати пилок і переносити його з квітки на квітку. Відмічають, що самозапиљні види дають вищу продуктивність у випадку наявного перехресного запилення (Wainer et al., 2005). Дослідженнями доведено, що квітки сої можуть бути джерелом нектару та пилку для *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), диких соціальних та поодиноких бджіл (Hymenoptera: Apidea), а також мух, які відвідують квітки (Diptera) (Gill & O'Neal, 2015). Для кукурудзи характерно запилення вітром (анемофілія), проте комахи активно використовують її пилок як харчовий ресурс. Хоча пилок кукурудзи вважається другорядним джерелом їжі для бджіл через низький вміст білків і незамінних амінокислот (Ковальський & Періг, 2023) проте його роль у

підтримані трофічної бази суттєва. Це підтверджується результатами дослідження якості акацієвого меду, у зразках якого крім пилових зерен акації (40 %) виявлено пилок малини, іван-чаю, кукурудзи та ріпаку (Лазарева та ін., 2023). Тобто у липні поля сої та кукурудзи слугували додатковим резервом корму і осередком приваблення комах-запилювачів.

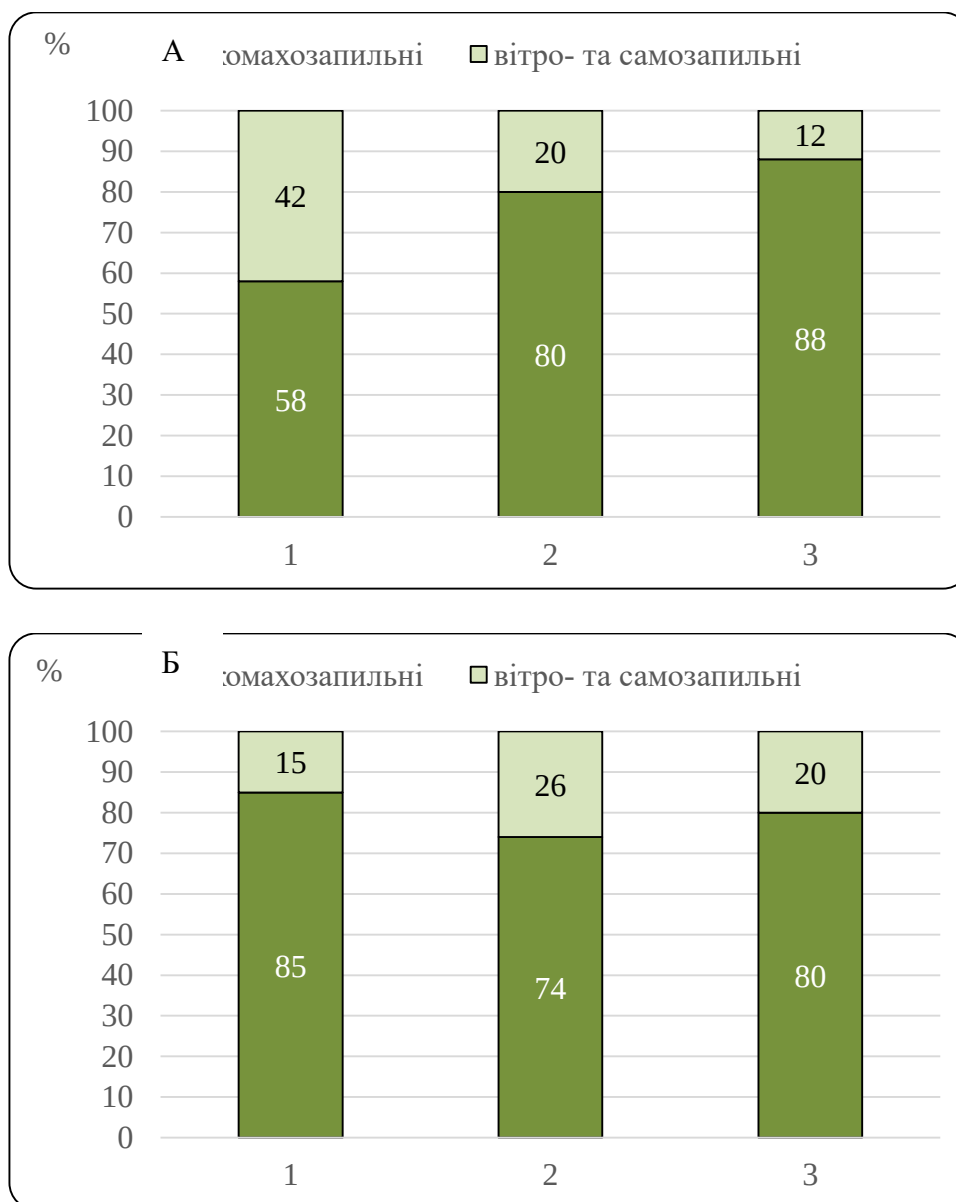


Рис. 3.6. Частка квітучих ентомофільних видів у складі трав'яного угруповання (А – у травні, Б – у липні)

Отже, за видовим складом смуги трав'яного угруповання привабливі для комах-запилювачів. Це підтверджує високу екологічну цінність трав'яних смуг як джерела нектару і пилку для широкого спектра запилювачів і узгоджується з результатами інших дослідників (наприклад, Ouvrard et al., 2018; Buhk et al., 2018; Kowalska et al., 2022). Наявність як ранньо-, так і пізньоквітучих видів, забезпечує сприятливі умови живлення для комах-запилювачів, що є важливою передумовою підтримання їхньої чисельності та видової різноманітності в агроландшафтах. Автори (Buhk et al., 2018) досліджували використання мережі квіткових смуг із багаторічників, які склали всього 10 % від посівів на полях і дійшли висновку, що квіткові смуги сприяли збільшенню кількості запилювачів. Обговорюють можливість використання багаторічної рослинності на межових смугах сільськогосподарських полів як перспективну агроекологічну практику (наприклад, Vickery et al., 2009; Li & Goslee, 2025). Доведено ефективність квітучих рослин як джерела нектару та пилку для виживання хижих комах (Kowalska et al., 2022; Mockford et al., 2023). Межові смуги з популяціями трав'яних рослин займають невеликі території, проте представлені достатньою різноманітністю та тому потребують уваги та зусиль для збереження. Аналітичний огляд щодо оптимізації квіткових смуг для залучення комах, які надають подвійні екосистемні послуги в агроекосистемах зроблено нещодавно авторами (Федоряк та ін., 2025b).

Недостатнє запилення агрокультур – одна з причин відсутності високих урожаїв. Аномально високі показники зимової смертності медоносних бджіл в останні десятиліття в Європі привертають увагу науковців до пошуку ефективних підходів для підтримки популяцій диких запилювачів в агроекосистемах (Gray et al., 2020; Федоряк та ін., 2025c).

Отже, нами доведено, що трав'яні фітоценози межових смуг виступають стабілізуючим елементом агроландшафту, оскільки їхня флористична структура на 72,9 % сформована ентомофільними видами, з яких 69 % – облігатні ентомофіли. Це дозволяє розглядати їх не як осередки

забур'яненості, а як рефугіуми, що забезпечують трофічну підтримку диких запилювачів та гарантують запилення сусідніх ентомофільних культур. Фіторізноманіття межових смуг забезпечує функціонування безперервного трофічного конвеєра протягом усього вегетаційного сезону (з піком у липні). Це створює умови для виживання популяцій полілектичних запилювачів у періоди між цвітінням основних сільськогосподарських монокультур.

Отримані результати підтверджують доцільність збереження та інтеграції смуг трав'яних угруповань у сільськогосподарські ландшафти як одного з інструментів екологізації агровиробництва та підвищення функціональної стійкості агроєкосистем.

3.3. Зимові втрати *Apis mellifera* L., 1758 як ключового компонента антофільного комплексу в контексті глобальних екологічних викликів

Тривалий час Міжнародна некомерційна організація «Prevention of honey bee COlony LOSSes» (COLOSS) здійснює моніторинг втрат бджолиних колоній після зимівлі. У міжнародному моніторингу аналізується інформація з понад 700 000 колоній (опитування майже 28 000 бджолярів) із 35 країн світу (Brodschneider & Gray, 2021). Втрати бджолиних колоній спостерігаються цілорічно, це залежить від сезону та регіону, однак зимовий період в умовах помірних широт – найскладніший проміжок для виживання колонії (Brodschneider & Gray, 2021; Nganso et al., 2025).

З огляду на вищезазначене моніторинг зимових втрат колоній *A. mellifera* та оцінка структури смертності їх в умовах України – пріоритетне завдання сучасної екології та агроєкології.

За результатами проведеного нами анкетування бджолярів України (за винятком АР Крим), після зимівлі 2022–2023 рр. кількість бджолиних колоній зменшилася з 48 696 до 43 462, що на 10,8 % менше (або 5 234 колоній). Проте у порівнянні з моніторингом 2021–2022 рр. – це майже на 2 % більше (Федоряк та ін., 2024с).

В анкеті бджолярів відмічали різні причини втрат бджолосімей. Проте в основному через загибель бджіл або їх зникнення (6,55 %), проблеми з маткою (2,92 %) та негативний вплив природних явищ (1,27 %) (рис. 3.7). Різниця між згаданими показниками статистично підтверджена (95 % CI).

Загальні втрати бджолиних колоній в Україні після зимівлі 2022–2023 рр. показали незмінність структури втрат протягом кількох років поспіль (наприклад, Федоряк та ін., 2024с; 2024d). Наші дані узгоджуються із світовими тенденціями, зокрема середній показник із 35 країн – учасниць міжнародного моніторингу зимових втрат за 2018–2019 рік склав 16,7 %. Проте між країнами це значення коливалося від 5,8 % (Болгарія) до 32,0 % (Словенія) (Gray et al., 2020).

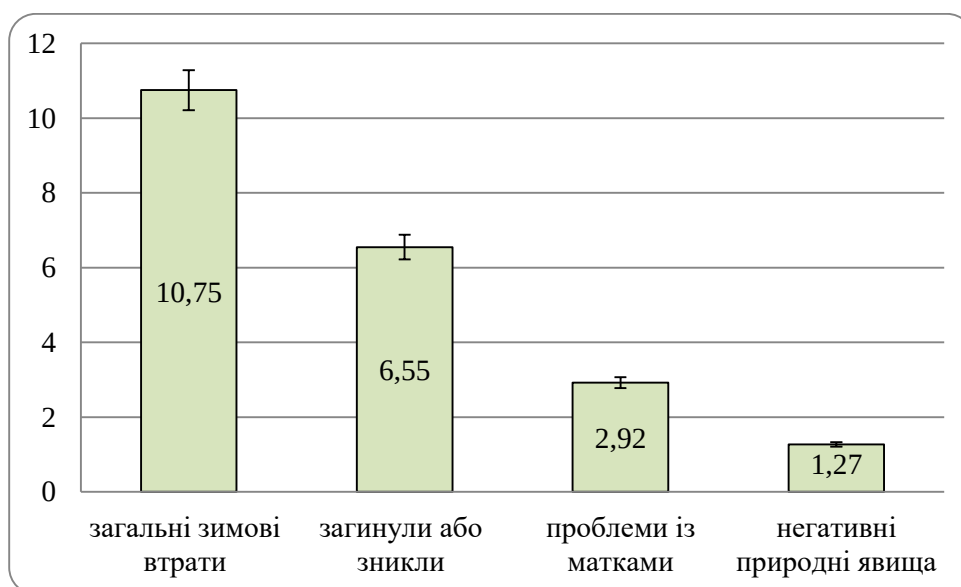


Рис. 3.7. Загальні втрати бджолиних колоній в Україні після зимівлі 2022–2023 рр. та їх складові

Серед найпоширеніших ознак смертності наводять: через зимову смертність чи зникнення бджіл ~10 % випадків, нез'ясовані проблеми з матками – ~4–5 %, вплив природних чинників (перепади температур, повені, буревії, пожежі та ін.) – ~1–2 % (Brodschneider & Gray, 2021).

Серед зареєстрованих ознак летальних випадків зимових втрат бджіл наші респонденти виділили: масову загибель бджіл у вулику або біля нього (15,89 %); загибель поодиноких особин (чи їх відсутність) у вулику або перед

ним (9,09 %); випадки загибелі особин за відсутності корму (19,0 %); випадки загибелі особин за наявності корму за невизначених причин (10,41 %), мертві бджоли у вулику із незрозумілими для пасічника симптомами (17,74 %). Оскільки це питання було необов'язковим, то окремі респонденти не дали відповіді на нього, що склало 27,87 %.

Істотні втрати бджолиних колоній вперше описані у 2006 р. у США (National Research Council, 2006). У Європі ще у 2005 році повідомляли про зменшення колоній медоносних бджіл (на 16 %) та скорочення бджолярів (на 31 %) (Potts et al., 2010b). Серед причин масової загибелі медоносних бджіл наводять надмірне використання пестицидів, біологічні інвазії, генетично модифіковані культури, хвороби, паразити (наприклад, *Varroa destructor* Anderson & Trueman, 2000; *Aethina tumida* Murray, 1867, *Vespa velutina* Lepeletier, 1836 та ін.), забруднення довкілля (Dicks et al., 2016; Potts et al., 2016; García-Vicente et al., 2024; Nganso et al., 2025), втрата аборигенних порід (Тимочко та ін., 2023).

Територія України досить різноманітна за природно-географічними характеристиками, тому нами проаналізовано показники у межах окремих природних зон, які відображають фізико-географічне районування країни (Національна академія наук України, 2007). Найбільші загальні втрати бджолиних колоній відмічено у степовій зоні (27,8 %), у лісостеповій зоні показник дещо нижчий (12,2 %), у зонах широколистяних та мішаних лісів менші втрати (9,0 % та 8,6 % відповідно), найменший показник в зоні Українських Карпат (7,3 %) (рис. 3.8).

Регіональні відмінності рівня загальних зимових втрат бджолиних колоній за фізико-географічними зонами відображають комплексний вплив низки чинників, зокрема кліматичних умов, забезпеченості кормовими ресурсами та ступеня антропогенного навантаження. Вагомість кожного з цих факторів варіює залежно від зони та може по-різному визначати зимостійкість бджолиних колоній. Сукупна дія зазначених умов формує просторову неоднорідність показників виживання колоній у межах України. Так, у степовій зоні, де зафіксовано найбільші втрати, ймовірно, негативну роль

відіграють посушливі умови, часті температурні коливання взимку, «монокультурний» рослинний покрив, та висока антропогенна трансформація угідь.

В Українських Карпатах, де зафіксовано найменші зимові страти бджолиних колоній, ймовірно, визначальними були прохолодні та відносно стабільні зимові умови, які призводять до зниження захворюваності бджіл і подовженню періоду їхнього фізіологічного спокою. Важливу роль також відіграє нижча щільність розміщення пасік, яка зменшує конкуренцію за кормові ресурси, а також збережені природні ландшафти.

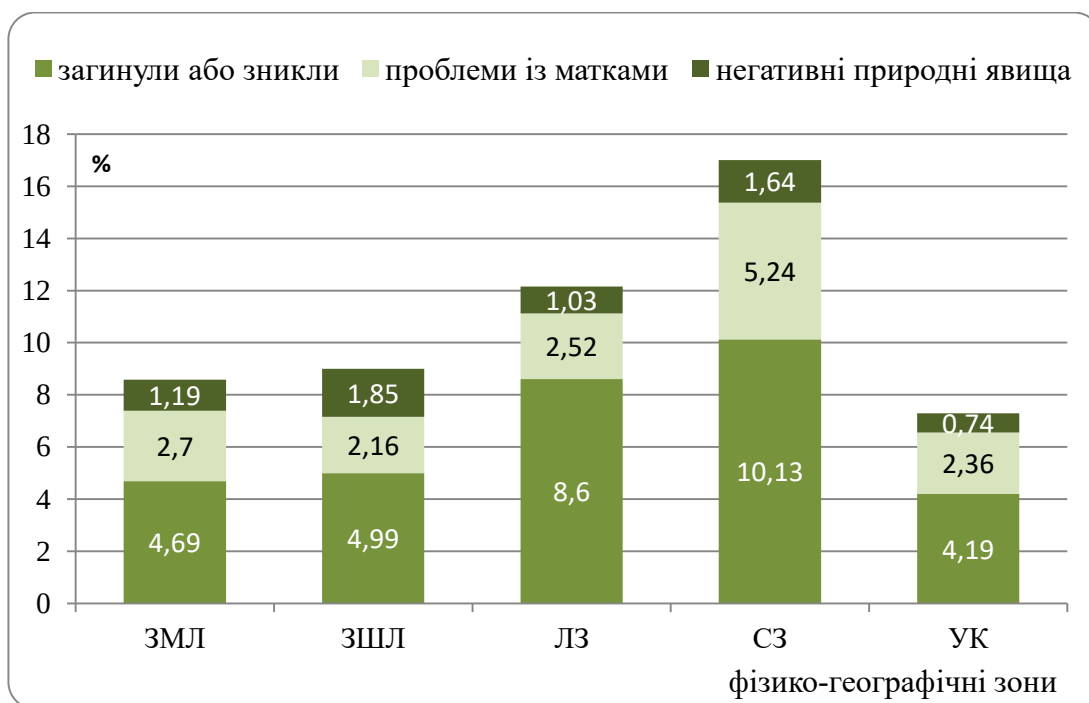


Рис. 3.8. Загальні втрати бджолиних колоній після зимівлі 2022–2023 рр. та їх складові за фізико-географічними зонами України (ЗМЛ – зона мішаних лісів; ЗШЛ – зона широколистяних лісів; ЛЗ – лісостепова зона; СЗ – степова зона; УК – Українські Карпати)

Просторовий аналіз показав нерівномірність переважання різних ознак зимової смертності колоній (табл. 3.9).

Так, респонденти, чії пасіки розташовані у зоні мішаних лісів, найчастіше відмічали випадки знахідок поодиноких особин мертвих робочих

бджіл у вулику чи біля нього (~30 %), ~20 % загиблих колоній мали мертвих бджіл за наявності корму, ~15 % загинули через відсутність корму, а ~12 % мали незрозумілі для пасічника симптоми.

Таблиця 3.9

Ознаки, якими супроводжувались загиблі/зниклі бджолині колонії після зимівлі 2022–2023 рр. за фізико-географічними зонами України, %

Показник	Фізико-географічна зона України				
	мішаних лісів	широко- листяних лісів	лісостепова	степова	Українські Карпати
Мертві бджоли у вулику чи перед ним [95 % CI]	11,94 [5,51; 23,98]	15,11 [9,79; 22,6]	7,55* [3,97; 13,86]	26,81 [18,67; 36,89]	13,22 [8,16; 20,71]
Відсутні/кілька мертвих бджіл у вулику чи перед ним [95 % CI]	30,6 [19,26; 44,91]	7,47# [4,2; 12,95]	5,85# [2,61; 12,57]	10,0# [5,62; 17,14]	9,57# [5,82; 15,34]
Голодна смерть [95 % CI]	14,93 [6,93; 29,24]	23,09 [16,48; 31,36]	19,66 [13,54; 27,65]	17,04 [10,85; 25,73]	17,91 [12,33; 25,3]
Мертві бджоли за наявності їжі [95 % CI]	18,66 [10,42; 31,14]	10,02 [6,35; 15,45]	12,65 [8,43; 18,55]	8,62 [4,94; 14,64]	8,17 [4,52; 14,33]
Невідомі симптоми [95 % CI]	12,69 [4,69; 30,01]	9,0^ [5,08; 15,45]	19,02 [12,05; 28,71]	16,3 [10,15; 25,14]	28,17 [20,71; 37,07]
Немає відповіді	11,18	35,31	35,27	21,23	22,96

Примітка: * – різниця достовірна з відповідним показником в степовій зоні ($p \leq 0,05$); # – різниця достовірна з відповідним показником в зоні мішаних лісів ($p \leq 0,05$); ^ – різниця достовірна з відповідним показником в зоні Українських Карпат ($p \leq 0,05$); у квадратних дужках нижня і верхня межі довірчого інтервалу

У зонах широколистяних лісів та лісостеповій більша частка летальних випадків пов'язана із відсутністю корму (~23 % та ~20 % відповідно). Бджолярі із степової зони України найчастіше вказували на масову загибель бджіл і знахідки великої кількості мертвих особин у вулику чи біля нього (~27 %), тоді як на території Українських Карпат, більшість загиблих колоній характеризувалися незрозумілими для пасічників симптомами (~28 %).

Для бджолярів України до сукупних негативних чинників додалися ще й ескалація військових конфліктів (Федоряк та ін., 2024с; 2024d; 2025a; 2025с). Щоб з'ясувати наслідки воєнних дій, у 2023 році до варіативного блоку анкети

координатором національного моніторингу додано запитання про відчутність війни у місцевості розташування пасіки, та стосовно руйнування пасіки/обладнання/ приміщення/дороги до пасіки. Частина бджолярів (12,1 %) відмітили, що їхні пасіки знаходяться на території, де відчувається вплив воєнних дій (шум, задимлення, забруднення тощо), 2,4 % респондентів повідомили про руйнування пасік, 0,1 % – про знищення медогонок чи іншого обладнання, 0,5 % – руйнування приміщення зимівника чи інших будівель, 1,3 % – про пошкодження дороги до пасіки (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Наслідки воєнних дій для бджолярів України після зимівлі 2022–2023 рр.

Показник	Пасіки, які знаходяться на території, де відчувається вплив воєнних дій (шум, задимлення, забруднення)	Зруйновано внаслідок воєнних дій			
		пасіка	медогонки чи інше обладнання	приміщення зимівника чи інші будівлі	дорога до пасіки
Кількість респондентів	91	19	1	4	10
Відносна кількість респондентів, %	12,1	2,4	0,1	0,5	1,3

Аналогічну ситуацію описано у (Поручинська та ін., 2025). Після повномасштабного вторгнення втрачено доступ до пасік, які розташовані на тимчасово окупованих територіях. Виробництво меду скоротилося на 8 %, тоді як кількість бджолиних сімей зменшилася на 10,5%.

Отже, за результатами анкетування бджолярів з усіх областей України (за винятком АР Крим), зафіксовано 10,8 % зимових втрат бджолиних колоній (2022–2023 рр.) в основному через загибель бджіл або їх зникнення (6,55 %), проблеми з маткою (2,92 %) та негативний вплив природних явищ (1,27 %). Виокремлено найбільш поширені ознаки смертності *A. mellifera*: масова загибель бджіл у вулику чи біля нього, мертві бджоли у вулику із незрозумілими для пасічника симптомами, «голодна» смерть (випадки

загибелі за відсутності корму), загибель поодиноких особин (чи їх відсутність) у вулику або перед ним. Встановлена нами нерівномірність просторового розподілу різних ознак зимової смертності колоній, вплив численних факторів ризику різної природи на успішність зимівлі колоній *A. mellifera* підтверджує доцільність систематичного моніторингу втрат бджолиних колоній як окремого напрямку досліджень.

3.4. Інвазійні види в структурі мережі запилення трав'яного угруповання

Нами здійснено аналіз трав'яного угруповання межових смуг агроценозів на присутність квітучих інвазійних видів, які поширені у Буковинському Передкарпатті (Токарюк та ін., 2018). Встановлено наявність у складі квітучих видів трав'яного угруповання (всього 85 видів, Додаток Г) 14 інвазійних (16,5 %) (табл. 3.11). У травні квітнуло 2 вида (14,3 %) – *Cardaria draba* та *Xanthoxalis dillenii*, у липні – 10 (71,4 %), тривале цвітіння з травня по липень зафіксоване для 2 видів (14,3 %) – *Capsella bursa-pastoris* та *Phalacrologium annuum*.

Останнім часом адвентизація рослинного покриву набула широкого масштабу й охоплює не лише антропогенно змінені території але й природні екосистеми. Адвентивні види спричиняють забруднення генофонду аборигенної флори, стирають зональні особливості, зменшують продуктивність рослинного покриву (Pyšek et al., 2020; Seebens et al., 2021; Шевера та ін., 2025).

Серед адвентивних рослин інвазійні види характеризуються високою екологічною пластичністю, стрес-толерантністю, значним репродуктивним потенціалом і здатністю до швидкої натуралізації. Це забезпечує їм конкурентні переваги в природних і напівприродних екосистемах (van Kleunen et al., 2019; Шевера та ін., 2025).

Квітучі інвазійні види у складі трав'яного угруповання

№ за/п	Назва виду	Період цвітіння	Спосіб запилення
1.	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	липень	вітро-, само- і комахозапильний
2.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	травень, липень	само- і комахозапильний
3.	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	травень	самозапильний
4.	<i>Cichorium intybus</i> L.	липень	само- і комахозапильний
5.	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	липень	комахозапильний
6.	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	липень	само- і вітрозапильний
7.	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	липень	само- і комахозапильний
8.	<i>Geranium sibiricum</i> L.	липень	комахозапильний
9.	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	липень	комахозапильний
10.	<i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden.	липень	комахозапильний
11.	<i>Xanthoxalis dillenii</i> (Jacq.) Holub.	травень	само- і комахозапильний
12.	<i>Phalacrolooma annuum</i> (L.) Dumort.	травень, липень	комахозапильний
13.	<i>Solidago canadensis</i> L.	липень	комахозапильний
14.	<i>Verbena officinalis</i> L.	липень	само- і комахозапильний

Ці види руйнують біогеографічні області, впливають на різноманітність місцевих видів та їх чисельність, збільшують ймовірність їх зникнення, змінюють генетичний склад місцевих популяцій та поведінку місцевих тварин. Вони також призводять до трансформації філогенетичного різноманіття в угрупованнях, змін трофічних мереж, порушують функціонування екосистем та надання екосистемних послуг, змінюючи кругообіг поживних речовин та забруднювачів, структуру середовища існування. Цей вплив на біорізноманіття та екосистему прискорюється та буде зростати ще більше в майбутньому (Pyšek et al., 2020). Прогнози щодо поширення інвазійних видів, невтішні, з 2005 по 2050 рік їх кількість збільшиться на 36 % (Seebens et al., 2021). Через глобалізацію, розвиток міжнародної торгівлі, сільського господарства та транспорту інвазійні види активно поширюються світом. На даний момент, нараховується 13 900 таксонів чужорідних видів у Світі, в Європі їх понад 4 000 (Pyšek et al., 2017).

Для довідки України наводять 100 видів з високою інвазійною спроможністю та 29 видів, які перебувають у стані експансії (Протопопова та ін., 2002; Протопопова & Шевера, 2019). Для Закарпатської області офіційно затверджено перелік інвазійних видів рослин (наразі єдиний) (Шевера та ін., 2017); запропоновано методичні рекомендації (наказ Міндовкілля № 290 від 15.03.2024) для оцінювання наявного і потенційного впливу (ризик) інвазійних чужорідних видів; регулярно публікується бібліографічне зведення про інвазійні види у флорі України (лише за 2024 рік – це 126 літературних джерела з 2544) (Бурда та ін., 2025). Аналізу адвентивних рослин Чернівецькій області та м. Чернівці присвячено чимало публікацій (наприклад, Хлистун, 2006; Токарюк та ін., 2018; Токарюк, 2019; Токарюк та ін., 2022; Знахідки чужорідних видів..., 2023 та ін.).

Екосистемні послуги, які надають інвазійні види часто корисні і шкідливі одночасно, тому їх називають «антипослугами» (Guo et al., 2022).

Науковці (Milanovic et al., 2020) обґрунтували як антипослуги інвазійних рослин впливають на сільське господарство, здоров'я людей, лісове господарство, інфраструктуру та рекреацію. Наприклад, айлант найвищий (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) викликає сильну алергію у людей через велику кількість пилку і фітотоксинів. Але водночас, його широко використовують для виготовлення ліків, а також у традиційній китайській медицині. Деякі декоративні види чужорідних рослин сприяють підвищенню рекреаційної привабливості громад. Багато інвазійних рослин мають приваблюючі механізми для запилювачів. Комахи активно відвідують їхні квітки завдяки великій кількості пилку і сильному запаху, таким чином природно забезпечують ефективне запилення, але разом з цим поширюють небажані для людини види.

Виокремлюють два види антипослуг: кінцеві та проміжні (Wu S. et al., 2021). Проміжні не завдають прямої шкоди, але запускають ланцюг змін, який в майбутньому призведе до соціально-економічних збитків. Наприклад, сама поява інвазійної рослини не є кінцевою шкодою, але її здатність витіснити

місцеві види може опосередковано спричинити: зменшення біорізноманіття, деградацію екосистем, пошкодження інфраструктури тощо. Кінцеві антипослуги – це ті, що спричинили прямий негативний вплив на добробут людини: погіршення здоров'я (наприклад, алергії), фінансові витрати на ремонт, втрати доходу тощо.

Якщо оцінювати антипослуги в грошовому еквіваленті, то у США аграрний сектор втрачає 26 млрд дол. щороку, лісовий – понад 20 млрд дол., а туристичний – біля 2 млрд. дол. (Vilà et al., 2010; Milanović et al., 2020).

Нами з'ясовано наявність різних способів запилення серед фітоінвазій. Так, ентомофільних видів виділено 12 (85,7 % від всіх інвазійних видів), серед них запилюються лише комахами – 6 (42,9 % від всіх інвазійних видів): *Geranium sibiricum*, *Helianthus tuberosus*, *Heracleum sosnowskyi*, *Solidago canadensis*, *Phalacrologium annuum*, *Conyza canadensis*; поєднують самозапилення із запиленням комах (5, 35,7 %): *Galinsoga parviflora*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cichorium intybus*, *Verbena officinalis*, *Xanthoxalis dillenii*; поєднують комахозапилення із самозапиленням та із вітрозапиленням (1, 7,1 %) – *Amaranthus retroflexus*; не потребують участі комах у запиленні – це *Cardaria draba* (облігатно самозапильний вид) та *Echinochloa crus-galli* (самота вітрозапильний).

З'ясовано, що 50 % квітучих ентомофільних інвазійних видів належали до родини Asteraceae (див. Додаток Г, Д).

Взаємодія між квітучими інвазійними видами та їх запилювачами мало досліджена. Проте відомо, що інвазійні види змінюють біорізноманіття запилювачів, створюють ризики для їх харчування, реорганізують мережу запилення та можуть поширювати вірулентні захворювання (наприклад, Vanbergen et al., 2018). Науковці (Seitz et al., 2020) порівнювали ділянку, засіяну аборигенними ентомофільними видами з ділянкою, засіяною ентомофільними чужорідними видами та реєстрували відвідувачів квіток. З'ясовано, що склад угруповання диких бджіл на досліджуваних ділянках суттєво відрізнявся. Одні види надавали перевагу аборигенним рослинам, інші

– чужорідним. Зроблено висновок, що аборигенні рослини мали більш спеціалізовані мережі відвідування диких бджіл, ніж немісцеві. На думку авторів, чужорідні рослини, інтродуковані чи інвазійні, можуть бути корисними для місцевих запилювачів, але здатні змінювати схеми харчування, склад запилювачів та структуру мережі рослини-комахи.

Інвазійні види можуть відволікати до третини запилювачів, таким чином знижують відвідуваність місцевих рослин. Інші, навпаки, створюють ефект «магніту», збільшуючи загальну активність запилювачів на ділянці (Bascompte et al., 2003).

Мережі запилення мають складну «вкладену» (*nestedness*) структуру, де універсальні види запилювачів взаємодіють з багатьма спеціалізованими видами рослин і навпаки. Чужорідні рослини можуть порушувати цю схему, змінюючи ієрархію взаємодій. Наприклад, один з сценаріїв, коли вони стають більш привабливими для екологічно пластичних запилювачів ніж місцеві види. Таким чином втрачаються взаємозв'язки між аборигенною флорою і її запилювачами. Це збільшує вкладеність мережі, «оскільки більша кількість видів запилювачів взаємодіє з меншою кількістю видів рослин в угрупованні» (Bascompte et al., 2003).

Показано (Carmo et al., 2025), що домінування інвазійних вітрозапильних рослин зменшує доступність квіткових ресурсів та скорочує різноманіття запилювачів і відповідно змінює структуру мережі «рослина–запилювач». Негативний ефект посилюється присутністю немісцевих медоносних бджіл, які конкурують із аборигенними видами за обмежені ресурси. Сукупна дія інтродукованих рослин і чужорідних запилювачів спричиняє дисбаланс екосистемних процесів та знижує стійкість угруповань. На думку авторів, зростання площ, зайнятих інвазійними травами, відіграє роль ключового чинника, який призводить до зменшення різноманіття місцевих запилювачів і може мати довготривалі наслідки для регенерації та функціонування екосистем. Тобто, інвазійні види – агенти антипослуг мережі запилення:

знижують біорізноманіття місцевих екосистем та змінюють структуру антофільного комплексу.

Отже, переважна більшість інвазійних видів рослин в складі трав'яного угруповання – ентомофільні види (85,7 % від всіх інвазійних або 14,1 % від всіх квітучих видів трав'яного угруповання), які приваблюють аборигенних агентів запилення, тим самим відволікаючи їх від автохтонних видів рослин і змінюючи структуру мережі запилення та порушуючи коадаптації у трофічних взаємодіях.

Взаємозв'язок інвазійного виду із запилювачами нами розглянуто на прикладі *Solidago canadensis*. Це високоінвазійний вид України, гемікриптофіт, мезофіт, сціогеліофіт, кенофіт, вид північноамериканського походження, агріоепекофіт, подолав F-бар'єр, віднесений до видів-трансформерів України (Протопопова & Шевера, 2019).

У Європі вперше вид описано у 1645 році, як декоративну й медоносну рослину. Нині *S. canadensis* входить до переліку найпоширеніших інвазійних видів на території Європи (Бурда та ін., 2015).

В Україні поширення виду почалося із введення у культуру Національним ботанічним садом імені М. М. Гришка НАН України у 1945 році (Бурда та ін., 2015). Сьогодні його експансія відмічена в Поліссі, Лісостепу, Передкарпатті та на Закарпатті, вид захоплює порушені та природні біотопи (рис. 3.9).

Перші знахідки *S. canadensis* у Чернівецькій області наведені у 1913 році (с. Луковиця (колишнього Глибоцького району) нині Чагорської сільської громади Чернівецького району) (Токарюк та ін., 2018). Зараз *S. canadensis* широко розповсюджений у природних, напівприродних та антропогенно змінених екосистемах Вижницького, Дністровського та Чернівецького районів Чернівецької області.

У м. Чернівці вперше вид зафіксовано у 1945 році на території ботанічного саду (Осьодло & Токарюк, 2017), наразі *S. canadensis* входить до складу культурфітоценозів парків міста, у лісових комплексах ландшафтного заказника місцевого значення «Гарячий Урбан», трав'яних угруповань

природоохоронних територій міста (Токарюк та ін., 2018). Суцільні зарості виду відмічені на антропогенно змінених або занедбаних ділянках (будівельні майданчики, покинуті поля, вздовж доріг, на кладовищах, в парках тощо) (Москалик Г. та ін., 2025b, рис. 3.10).

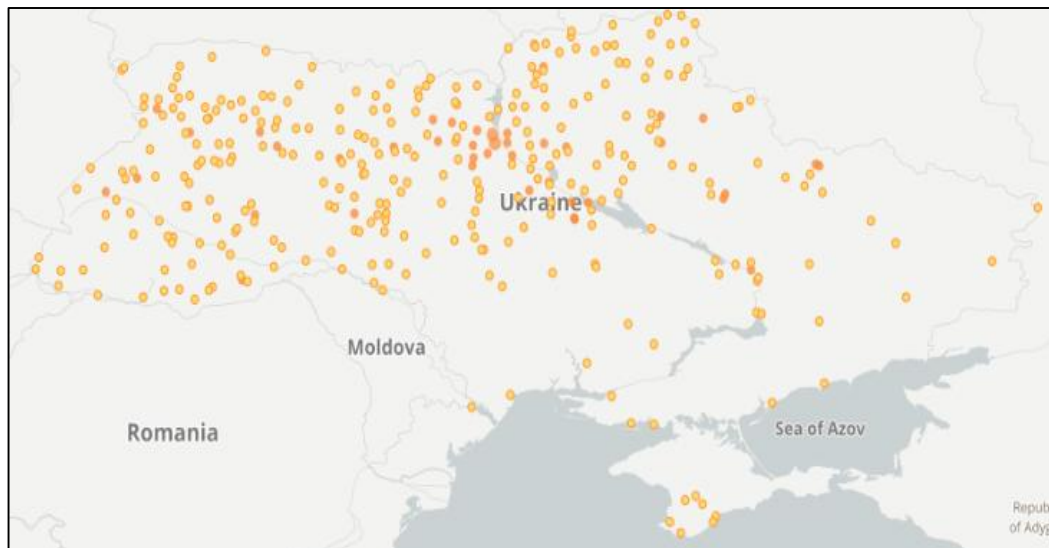


Рис. 3.9. Поширення *Solidago canadensis* на території України
(за даними GBIF)



Рис. 3.10. Суцільні зарості *Solidago canadensis* на околицях м. Чернівці
(Фото І. Москалика)

Відомо, що поширення виду на короткі відстані відбувається за допомогою кореневища, а на великі – антропогенно (наприклад, Poljuha et al.,

2024). Наразі вид агресивно захоплює нові території, через відсутність ворогів та високу біологічну продуктивність виду, адже один кущ *S. canadensis* виробляє до 100 тисяч насінин з схожістю до 95 %, а також через алелопатичну активність виду (Abhilasha et al., 2008; Pisula & Meiners, 2010; Москалик & Легета, 2019; Токарюк та ін., 2024).

Нами відмічено, що квітки *S. canadensis* приваблює для комах як джерело харчування, місце розмноження, захисту та житла. Зафіксовано представників наступних рядів: напівтвердокрилі (Hemiptera), твердокрилі (Coleoptera), двокрилі (Diptera), перетинчастокрилі (Hymenoptera) та прямокрилі (Orthoptera) (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Комахи-відвідувачі квіток *Solidago canadensis*

(Фото І. Москалика)

Дослідженнями (Schuler, 1982) доведено, що близько 181 вид комах відвідували квітки *S. canadensis* та *S. virgaurea*.

Найбільша частка комах-відвідувачів – це представники ряду Hymenoptera (55,1) (табл. 3.12; рис. 3.12) – серед них комахи наступних родин: бджолині (Apidae) (52,8 % від усіх комах), мегахілиди (Megachilidae) (0,8 %), мурашки (Formicidae) (0,8 %), справжні оси (Vespidae) (0,8 %). З ряду Diptera (26 %) відмічено представників родин: повисюхові мухи (Syrphidae) (18,9 %), тахіні (Tachinidae) (4,7 %), каліфориди (Calliphoridae) (2,4 %).

Таблиця 3.12

Антофільний комплекс *Solidago canadensis*

Ряд	Родина/ Вид	Кількість відвідувань комахами	Відсоток від загальної кількості відвідувань
Перетинчастокрилі (Hymenoptera Linnaeus, 1758) 70/55,1 *	бджолині (Apidae Linnaeus, 1758)	67	52,8
	мегахілиди (Megachilidae Latreille, 1802)	1	0,8
	мурашки (Formicidae Latreille, 1809)	1	0,8
	справжні оси (Vespidae Latreille, 1802)	1	0,8
Двокрилі (Diptera Linnaeus, 1758) 33/26,0	повисюхові мухи, дзюрчалки, сирфіди (Syrphidae Latreille, 1802)	24	18,9
	тахіні (Tachinidae Robineau-Desvoidy, 1830)	6	4,7
	каліфориди (Calliphoridae Brauer et Bergenstamm, 1889)	3	2,4
	зелена падальна муха (<i>Lucilia vicina</i> Linnaeus, 1758)		
Прямокрилі (Orthoptera Latreille, 1793) 1/0,8	коники справжні (Tettigoniidae Krauss, 1902) коник зелений (<i>Tettigonia viridissima</i> Linnaeus, 1758)	1	0,8
Твердокрилі (Coleoptera Linnaeus, 1758) 8/6,3	пластинчастовусі (Scarabaeidae Latreille, 1802)	1	0,8
	сонечка (Coccinellidae Latreille, 1807)	1	0,8
	попикові (Chrysomelidae Linnaeus, 1758)	4	3,1
	довгоносики (Curculionidae Latreille, 1802)	2	2,4
Напівтвердокрилі (Hemiptera Linnaeus, 1758) 15/11,8	цикадки (Cicadellidae Latreille, 1802)	2	2,4
	червоноклопові (Pyrrhocoridae Fieber, 1860) клоп солдатик (<i>Pyrrhocoris apterus</i> Linnaeus, 1758)	2	2,4
	редувіїди (Reduviidae Latreille, 1807)	2	2,4
	трав'яні клопи (Miridae Hahn, 1831)	2	2,4
	набіди (Nabidae Costa, 1853)	2	2,4
	крайовикові (Coreidae Leach, 1815)	2	2,4
	щитники (Pentatomidae Leach, 1815) щитник ягідний (<i>Dolycoris baccarum</i> Linnaeus, 1758)	2	2,4

Примітка*: у чисельнику зафіксована кількість відвідувань комах, у знаменнику – відсоток від загальної кількості відвідувань

Відмічено поодинокі коники зеленого (*Tettigonia viridissima*) (0,8 %) з родини коники справжні (Tettigoniidae), представників чотирьох родин жуків:

пластинчастовусі (Scarabaeidae) (0,8 %), сонечка (Coccinellidae) (0,8 %), попикові (Chrysomelidae) (3,1 %), довгоносики (Curculionidae) (2,4 %). Найбільше родин ряду Hemiptera, причому всіх однаково – 2,4 %: цикадки (Cicadellidae), червоноклопові (Pyrrhocoridae), редувіїди (Reduviidae), трав'яні клопи (Miridae), набіди (Nabidae), крайовикові (Coreidae), щитники (Pentatomidae).

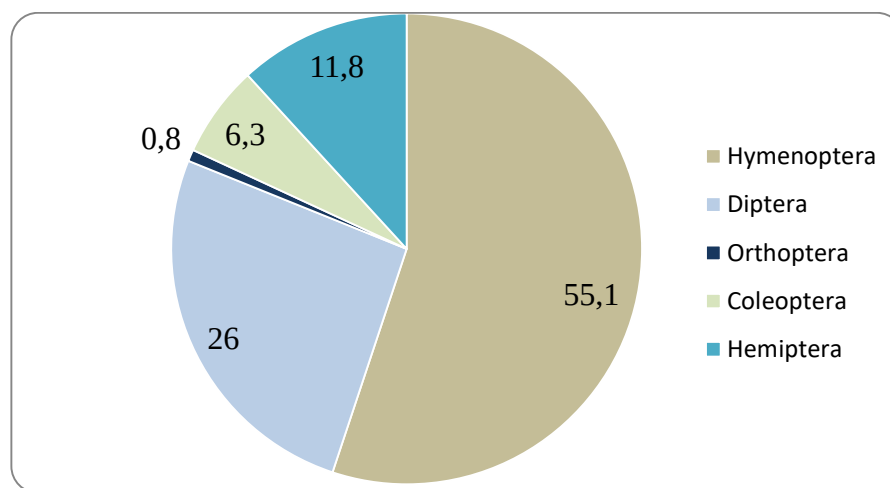


Рис. 3.12. Частка відвідувачів *Solidago canadensis* представниками окремих рядів комах, %

Отже, квітки *S. canadensis* активно відвідують комахи різних рядів. Частіше це були представники родини Apidae ряду Hymenoptera (52,8 %) та Syrphidae з Diptera (18,9 %), що свідчить про високу атрактивність цього інвазійного виду для запилювачів. У перспективі така тенденція призведе до змін у мережі запилення через «перетягування» запилювачів від аборигенних видів рослин. Такі зсуви здатні трансформувати функціонування екосистем, сприяти подальшій експансії інвазійних рослин і зменшенню біорізноманіття. Таким чином, поширення інвазійних медоносів виступає важливим фактором зміни просторово-часової організації систем запилення на локальному та ландшафтному рівнях.

3.5. Інвазійні види в складі фітоценозів природно-заповідних територій м. Чернівці

Агроландшафти доцільно розглядати як єдину екологічну систему, у межах якої взаємодія природних, напівприродних і аграрних фітоценозів визначає стабільність запилювальних послуг. Трав'яні угруповання природоохоронних територій заслуговують на особливу увагу з точки зору їх медоносного потенціалу, оскільки становлять основу природної кормової бази комах-запилювачів (Москалик І. та ін., 2025b). Проте, викликає занепокоєння той факт, що інвазійні чужорідні види, які заселяють в першу чергу антропогенно-трансформовані екотопи, з часом проникають і у природні та напівприродні екосистеми (Зав'ялова, 2017; Токарюк та ін., 2021). А з огляду на негативний вплив інвазій на екосистеми, здоров'я людини та значні економічні збитки, пов'язані з їх контролем і ліквідацією, виникає потреба у посиленні локальних і регіональних досліджень інвазійних чужорідних видів.

Нами здійснено аналіз інвазійного компоненту природоохоронних територій різних категорій м. Чернівці (Москалик Г. та ін., 2025a). Серед них території парків (Центральний парк культури і відпочинку ім. Т. Г. Шевченка; парк ім. Ф. Шиллера; парк «Жовтневий»; парк ім. Ю. Федьковича; парк «Садгірський» по вул. Миколи Приймака; парк «Садгірський» по вул. Івана Підкови) та об'єктів природно-заповідного фонду (ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Цецино»; ландшафтний заказник місцевого значення «Гарячий Урбан»; дендрологічний парк загальнодержавного значення «Чернівецький»; ботанічний сад загальнодержавного значення).

З'ясовано, що природоохоронні території по-різному засмічені інвазійними рослинами. Загальна їх кількість коливалася від 4 у парку «Садгірський» по вул. Миколи Приймака до 24 у парку «Жовтневий». У всіх інших – від 10 до 18 видів (табл. 3.13).

Відмічено, що *Coryza canadensis* та *Phalacrolooma annuum* зростають на всіх досліджених територіях, що відображає високу інвазійну спроможність цих видів. Сім видів, серед яких дерева і трав'яні рослини, зустрічалися досить

часто: *Acer negundo*, *Impatiens parviflora*, *Robinia pseudoacacia* – 90 %, *Capsella bursa-pastoris*, *Lamium album*, *Setaria glauca*, *Solidago canadensis* – 80 %. П'ять видів зростали лише на одній із ПЗТ, зокрема в парку «Жовтневому» таких видів описано чотири: *Cardaria draba*, *Echinocystis lobata*, *Impatiens glandulifera*, *Juncus tenuis*, у ботанічному саду – *Heracleum mantegazzianum*.

Площі досліджених ПЗТ варіюють від 2 до 430 га, тому для об'єктивного порівняння розраховували їхню насиченість інвазійними видами у розрахунку на 10 га. Найвищий показник зафіксовано в ботанічному саду – 51 вид на 10 га, найнижчий – у ландшафтному заказнику «Цецино» (0,2 виду на 10 га), тобто чим більша територія, тим менша її насиченість фітоінвазіями.

Відомо, що найвищий інвазійний потенціал притаманний видам-трансформерам (Протопопова & Шевера, 2019; Richardson et al., 2000), які часто виконують функцію едифікатора рослинних угруповань, тому на думку науковців (Протопопова та ін., 2010) їх необхідно вивчати для подальшого прогнозування процесів адвентизації флори регіону.

Із переліку інвазійних видів виділили види-трансформери для України згідно з (Протопопова & Шевера, 2019). Це 11 видів, що склало 44 % від всіх інвазійних видів (табл. 3.13). *Acer negundo*, *Ambrosia artemisifolia*, *Conyza canadensis*, *Echinocystis lobata*, *Heracleum mantegazzianum*, *Impatiens glandulifera*, *I. parviflora*, *Phalacrolooma annuum*, *Reynoutria japonica*, *Robinia pseudoacacia*, *Solidago canadensis*. Серед них види-трансформери для Буковинського Передкарпаття (Токарюк та ін., 2018): *Acer negundo*, *Ambrosia artemisifolia*, *Impatiens parviflora*, *Phalacrolooma annuum*, *Solidago canadensis*, що склало 20 % від всіх інвазійних видів.

В межах кожної природоохоронної території ростуть види-трансформери, найменше у парку «Садгірський» по вул. Миколи Приймака (лише *Conyza canadensis*, та *Phalacrolooma annuum*), найбільше представників цієї групи у парку «Жовтневий» (10 видів із 24, що склало 41,6 %) та ботанічному саду (9 видів– трансформерів, що склало 50 %).

Таблиця 3.13

Частота трапляння інвазійних видів на досліджених природоохоронних територіях

№з а/п	Види	ПЗТ*										Трапл яння
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
1	×^!Acer negundo L.	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	90
2	×^!Ambrosia artemisifolia L.	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	50
3	Bunias orientalis L.	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	30
4	!Capsella bursa-pastoris (L.) Medik	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	80
5	Cardaria draba (L.) Desv.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	10
6	!Cichorium intybus L.	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	50
7	^!Conyza canadensis (L.) Cronq.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100
8	Echinochloa clusgalli (L.) P. Beauv.	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	60
9	^!Echinocystis lobata (Mixch.) Tor. et A. Gray	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	10
10	!Galinsoga parviflora Cav.	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	70
11	!Galinsoga urticifolia (Kunth) Benth.	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	70
12	Geranium sibiricum L.	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	70
13	^!Heracleum mantegazzianum Sommier et Levier	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	10
14	^!Impatiens glandulifera Royle	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	10
15	×^!Impatiens parviflora DC.	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	90
16	Juncus tenuis Willd.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	10
17	Lamium album L.	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	80
18	×^!Phalacrolooma annuum (L.) Dumort.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100
19	^!Reynoutria japonica Houtt.	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	50
20	^!Robinia pseudoacacia L.	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	90
21	Setaria glauca (L.) P. Beauv.	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	80
22	×^!Solidago canadensis L.	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	80
23	Verbena officinalis L.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	20
24	!Xanthium albinum (Widd.) H. Scholz	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	20
25	!Xanthoxalis dillenii (Jacq.) Holub	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	60
	Разом видів	15	16	24	12	4	16	10	12	12	18	
	Площа ПЗТ	16,9	10	70	10	2	7,3	430	108	5	3,5	
	Кількість видів /10 га	9	16	3	12	20	21,9	0,2	1	24	51	

Примітка: * тут і в подальших рисунках: 1 – Центральний парк культури і відпочинку ім. Т. Г. Шевченка; 2 – парк ім. Ф. Шиллера; 3 – парк «Жовтневий»; 4 – парк ім. Ю. Федьковича; 5 – парк «Садгірський» по вул. Миколи Приймака; 6 – парк «Садгірський» по вул. Івана Підкови; 7 – ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Цецино»; 8 – ландшафтний заказник місцевого значення «Гарячий Урбан»; 9 – дендрологічний парк загальнодержавного значення «Чернівецький»; 10 – ботанічний сад загальнодержавного значення; виділені сірим кольором – види, які наведені в Європейському чорному списку (European Commission, 2016); ! – позначено високоінвазійні види флори України (за Протопопова & Шевера, 2019); ^ – позначено види-трансформери для України (за Протопопова & Шевера, 2019); × – позначено види-трансформери для Буковинського Передкарпаття (за Токарюк та ін., 2018)

Важливий показник для оцінки інвазійних видів – це їх хроноелемент (рис. 3.13). В усіх досліджених територіях переважають кенофіти (69–75 %), частка археофітів близько 30 % від загальної кількості видів. У статті (Протопопова & Шевера, 2019) відмічено, що окремі археофіти у сучасний період відзначаються міграційною та ценотичною активністю тому їх варто теж враховувати.

Наші дослідження узгоджуються із загально національною тенденцією щодо інвазійних видів за хроноелементом (Токарюк та ін., 2018; Протопопова & Шевера, 2019).

Серед кенофітів найбільш розповсюджені: *Acer negundo*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Bunias orientalis*, *Galinsoga parviflora*, *Galinsoga urticifolia*, *Geranium sibiricum*, *Heracleum mantegazzianum* та ін. Представники археофітів: *Capsella bursa-pastoris*, *Echinochloa crusgalli*, *Cichorium intybus* та ін.

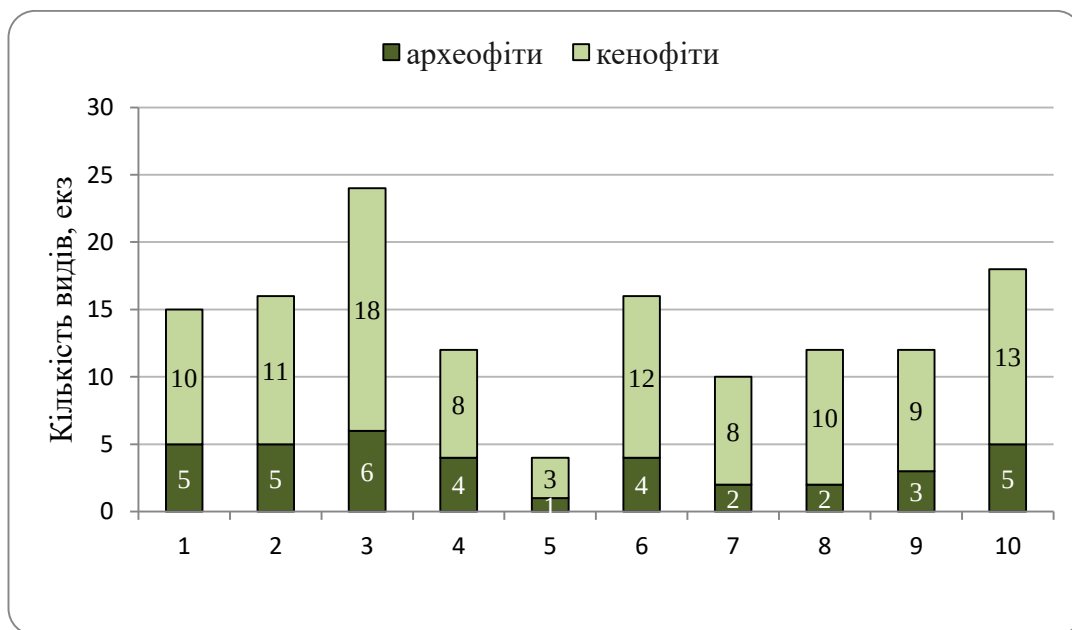


Рис. 3.13. Розподіл видів інвазійних рослин за хроноелементом

За походженням домінують північноамериканські види (9 видів), що доводить легшу адаптацію рослин до нових умов з подібними кліматичними умовами у первинному ареалі. Наступними за кількістю – це види з Середземномор'я (5 видів). У парку «Жовтневий» інвазійні види характеризувалися значною різноманітністю за походженням, що відображає

різноманітні шляхи їх занесення та активну роль антропогенних факторів у формуванні адвентивної флори (рис. 3.14). Аналогічну тенденцію відмічено для видів із ботанічного саду та дендрологічного парку.

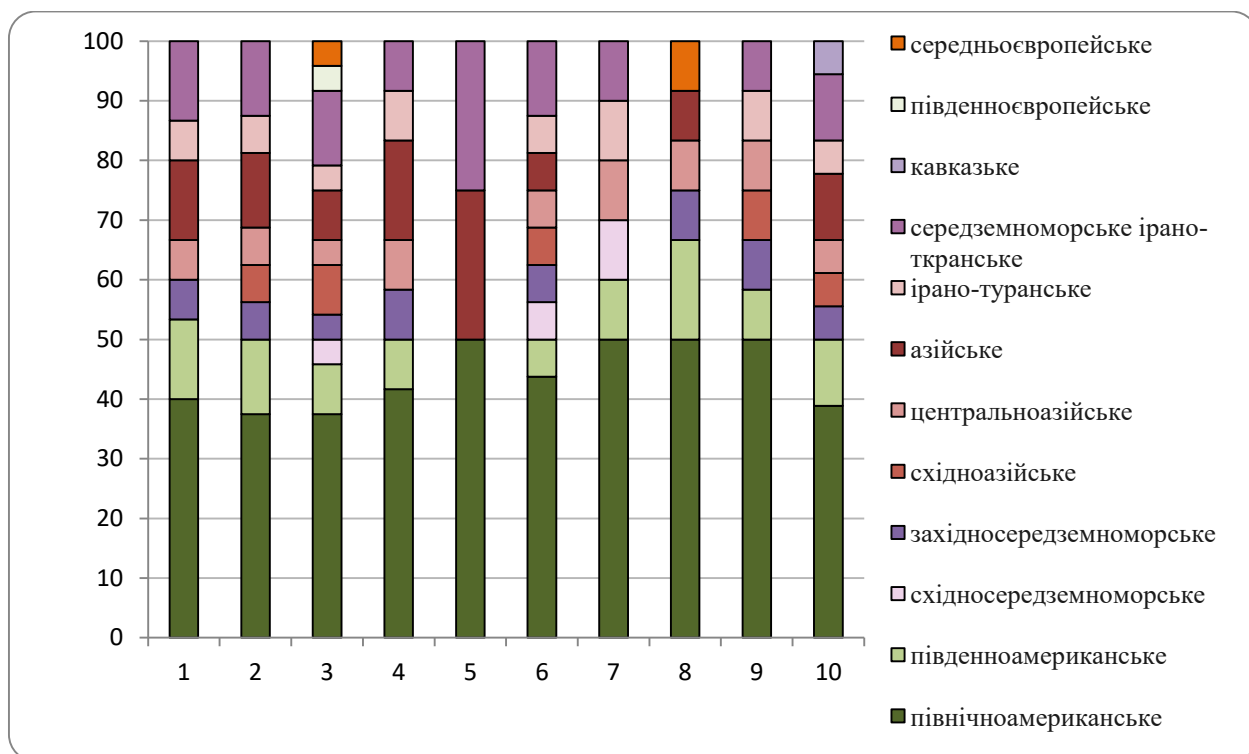


Рис. 3.14. Розподіл видів інвазійних рослин за походженням, %

Найменш представлені види європейського походження: зафіксовано лише по одному виду південноєвропейського та середньоевропейського географічного генезису. Це свідчить про обмежену участь цих флорогенетичних елементів у формуванні сучасної структури досліджуваного фітоценозу.

Дослідженнями (Протопопова & Шевера, 2019) доведено переважання у флорі України інвазійних видів середземноморського походження, що свідчить про кращу адаптацію видів із трансконтинентальним ареалом, ніж тих рослин, які ростуть на суміжних флористичних областях.

Ступінь натуралізації видів показує, наскільки дана рослина здатна поширюватись та розмножуватись в новій екосистемі. Відмічено більшість видів агріоепекофітів, які склали 40–60 % на всіх територіях (рис. 3.15). Найбільша кількість представників цієї групи спостерігається у парку

«Жовтневий» – 11 видів, а у парку «Садгірський» по вул. Івана Підкови та у ботанічному саду – по 8 видів. Найменш представлена група на всіх ПЗТ – агріофіти, тобто види, які здатні вкорінюватися у напівприродні та природні місцезростання (Протопопова та ін., 2002).

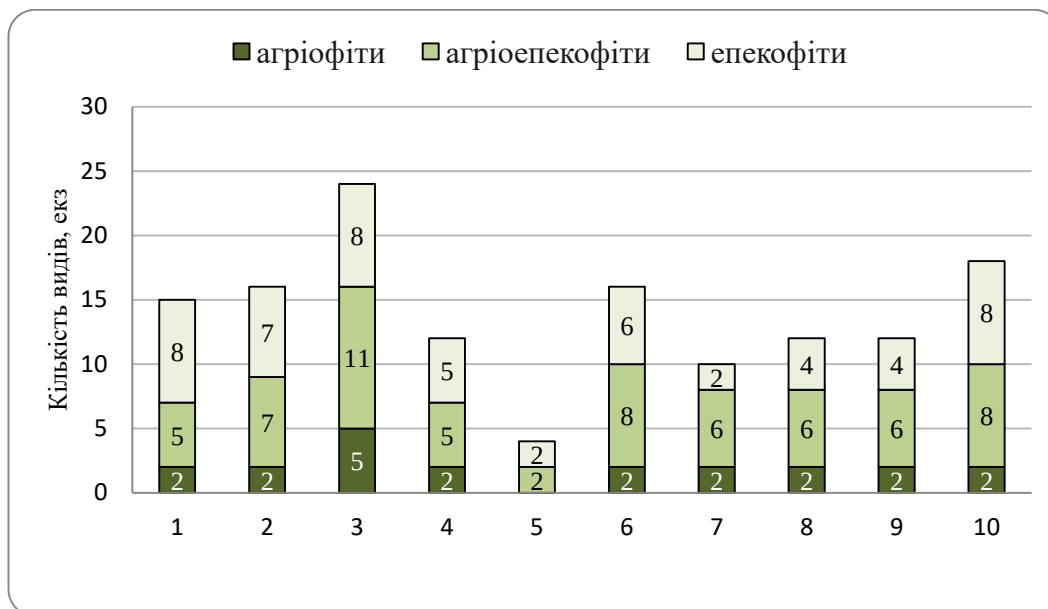


Рис. 3.15. Розподіл видів інвазійних рослин за ступенем натуралізації, екз.

Деструкція природних біотопів або трансформація корінних ландшафтів сприяє зростанню чисельності й поширенню небезпечних видів, що посилює їхній вплив на природне, зокрема раритетне, біорізноманіття. Це призводить до засмічення генофонду аборигенної флори, уповільнення відновлення рослинного покриву та зниження резистентності цінних угруповань (Зав'ялова, 2017).

Нами проаналізовано відношення інвазійних видів до вологості середовища та освітленості. Відмічено переважання ксеромезофітів та мезофітів на всіх ПЗТ, тобто види адаптовані до посушливих умов, але здатні перебувати і у помірно-зволожених місцях (рис. 3.16).

За відношенням до інтенсивності освітлення (рис. 3.17) види належать до трьох груп: геліофіти, сціогеліофіти та геліосціофіти, причому домінують геліофіти на усіх ПЗТ. Така тенденція характерна для адвентивної фракції флор багатьох регіонів та України в цілому (Протопопова та ін., 2002).

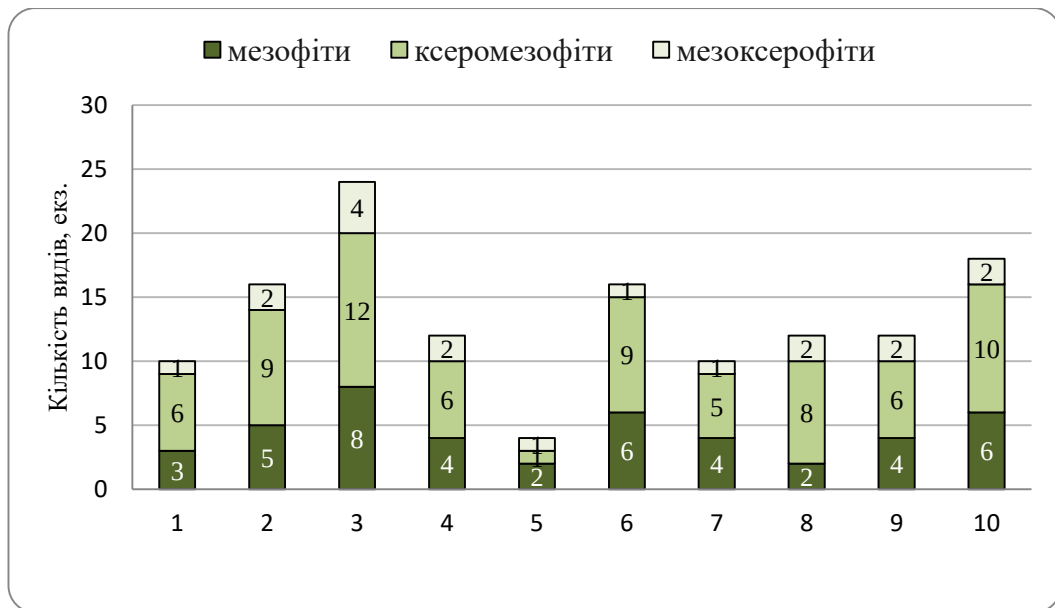


Рис. 3.16. Розподіл видів інвазійних рослин за відношенням до вологості, екз.

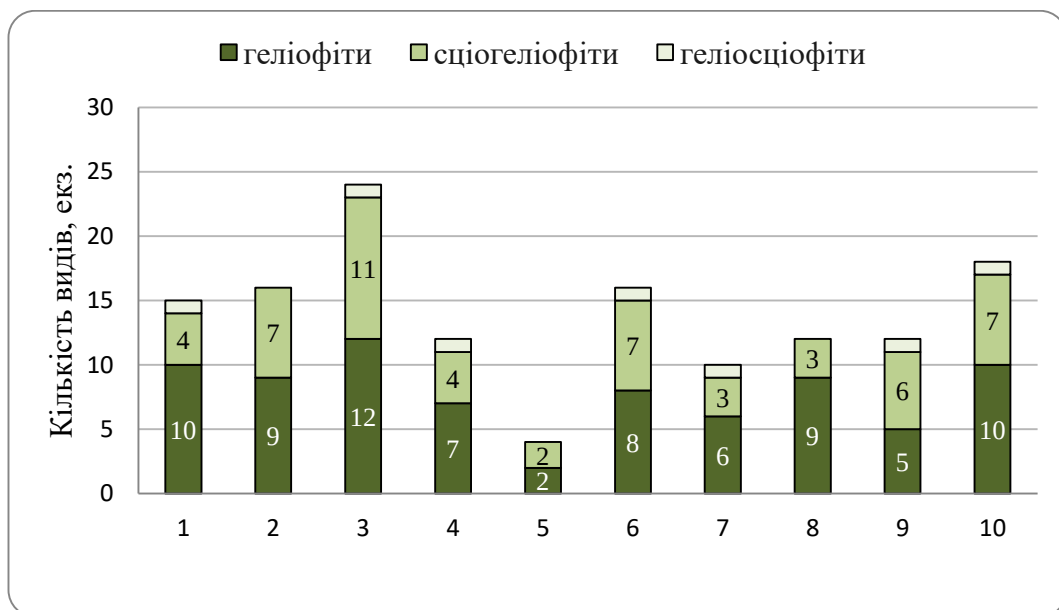


Рис. 3.17. Розподіл видів інвазійних рослин за відношенням до інтенсивності світла, екз.

Відомо, (Зав'ялова, 2017), що проникнення інвазійних видів у природні біотопи можливе за умови їх ушкодження або трансформації. Для природного біорізноманіття найбільш небезпечні чужорідні види, які впливають на ценотичному та екосистемному рівнях тому їх відносять до Чорного Списку

(Black List). Інвазійні види, які становлять потенційну загрозу, відносять до Сірого Списку (Grey List) або Тривожного (Watch List) (Зав'ялова, 2017).

Нами з'ясовано (рис. 3.18), що з усіх досліджуваних видів природоохоронних територій – 7 видів (28 %) належать до Чорного списку, 7 (28 %) – Сірого, решта (11 видів, 44 %) – Тривожного. У цілому на окремих ПЗТ переважають види із Тривожного списку, проте досить висока частка видів із Чорного списку. Зокрема, найбільше видів із Чорного списку зростає у парку «Жовтневий» (7 видів, що склало 29,2 %).

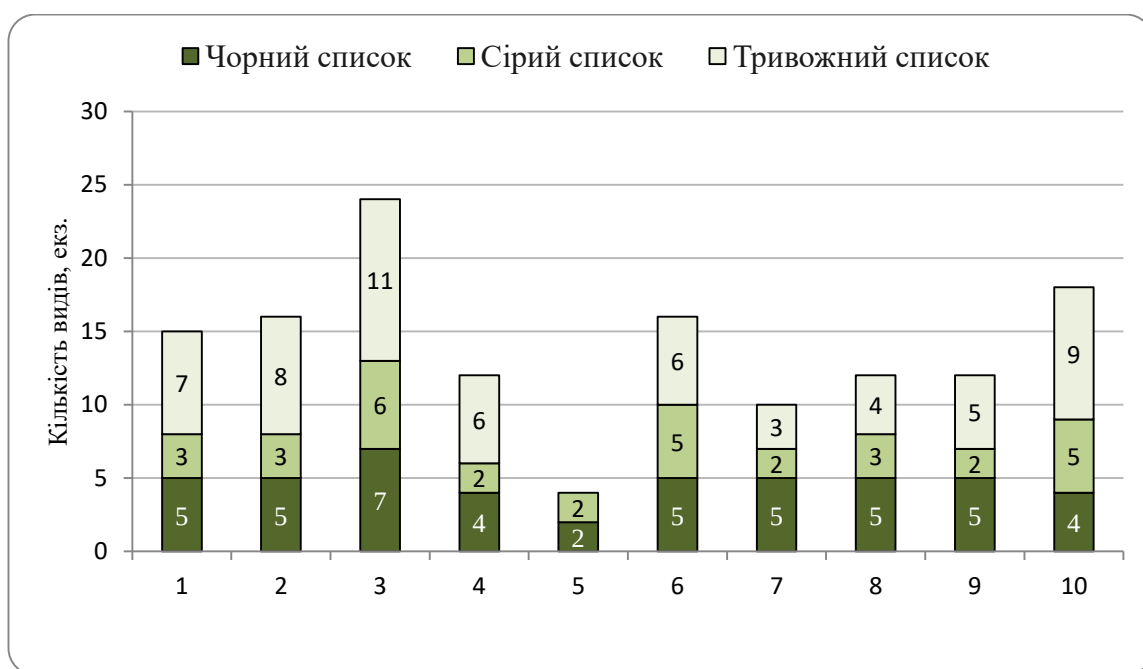


Рис. 3.18. Розподіл видів інвазійних рослин за приналежністю до різних списків, екз.

Крім того, з'ясовано, що до інвазійних видів нашого списку входять представники Європейського чорного списку (European Commission, 2016): *Acer negundo*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Heracleum mantegazzianum*, *Reynoutria japonica*, *Solidago canadensis* (див. табл. 3.13).

Отже, інвазійний компонент природоохоронних територій м. Чернівці представлений 25 видами. Серед яких переважають: за часом занесення – кенофіти, за ступенем натуралізації – агріо-епокофіти; за походженням – північноамериканські види. Інвазійний компонент парку «Садгірський» по вул. Миколи Приймака, «Цецино», дендрологічного парку «Чернівецький»,

ботанічного саду на 50 % складається із видів-трансформерів. Представники Чорного списку, зростають на всіх природоохоронних територіях.

У контексті глобалізації поширення інвазійних рослин у межах природоохоронних територій має безпосереднє значення для функціонування прилеглих агроландшафтів. Такі території виконують роль джерел флористичного різноманіття, кормової бази та оселищ для запилювачів, тому трансформація їх рослинного покриву під впливом інвазій може змінювати структуру запилювальних мереж, конкурентні взаємодії між видами та стабільність екосистемних послуг. Масове поширення видів-трансформерів здатне уніфікувати рослинні угруповання, витіснити аборигенні медоноси і перерозподілити потоки запилювачів у ландшафті. У результаті інвазії стають важливим чинником, що впливає на структурно-функціональну стійкість агроландшафтів, продуктивність ентомофільних культур і збереження біорізноманіття. Це зумовлює необхідність системного моніторингу інвазійних видів і розроблення інтегрованих підходів до управління ними як у природоохоронних, так і в агроекосистемах.

3.6. Зооінвазії як чинник втрати біорізноманіття (на прикладі *Arion lusitanicus sensu lato* та *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859))

На структуру та функціонування агроландшафтів і природних екосистем впливають не лише інвазійні види рослин, а й тварини, зокрема безхребетні, які швидко освоюють антропогенно трансформовані ландшафти, впливають на біорізноманіття, змінюють систему харчових зв'язків, призводять до трансформації екосистем. Тому, для з'ясування ступеня інвазійного тиску на агроландшафти та природоохоронні території, нами досліджено окремі інвазійні види безхребетних.

Зооінвазії, зокрема *Arion lusitanicus sensu lato* та *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) дослідженні щодо поширення та шкодочинності (Moskalyk H. et al., 2025). Попри це, ці фітофаги виступають дестабілізуючим фактором системи «рослина-запилювач», оскільки знищують вегетативну масу та

генеративні органи ентомофільних рослин, що призводить до фрагментації кормової бази запилювачів і зниження нектарного потенціалу агроландшафту.

A. lusitanicus – це наземні черевоногі легеневі молюски, які належать до сотні найбільш небезпечних інвазійних видів в Європі (Balashov et al., 2018). Це найнебезпечніший шкідник сільського господарства серед європейських молюсків (Speiser et al., 2001). Експансія виду почалася у 1950-х роках, розповсюджується вид через західну і більшу частину Центральної та Північної Європи у північно-східному напрямку (Engelke et al., 2011).

Відмічено активне розселення *A. lusitanicus* по Україні (Balashov et al., 2018). Якщо перші знахідки локалітетів шкідника зафіксовано на Львівщині у 2007 році (Гураль-Сверлова & Гураль, 2009), то наразі це близько ста населених пунктів різних частин України (Balashov et al., 2018; Москалик та ін., 2020; Moskalyk H. et al., 2025).

У Чернівецькій області перша інформація про *A. lusitanicus* з'явилася на початку 2011 року одночасно в кількох населених пунктах: колишніх Новоселицького, Кіцманського (с. Шипинці) та Сторожинецького (с. Панка) районів (Balashov et al., 2018; Москалик та ін., 2020), які наразі входять до Чернівецького району. У 2013 р. вперше помічають *A. lusitanicus* в смт. Глибока поблизу агрофірми «Флоріум», а вже у 2016–2017 рр. – у багатьох господарствах. У смт Лужани масово реєструють *A. lusitanicus* з 2016 р., у м. Сторожинець – у 2017 р. В цілому станом на 2019 рік *A. lusitanicus* поширений у 8 районах Чернівецької області (назви районів дано до реформи 2020 року): Вижницькому, Глибоцькому, Заставнівському, Кіцманському, Новоселицькому, Путильському, Сторожинецькому, Хотинському (рис. 3.19).

Відмічено, що *A. lusitanicus* надає перевагу ландшафтам населених пунктів міського типу (рис. 3.20), хоча зустрічається і у сільських місцевостях, тобто урбанізовані та інші регульовані людиною екосистеми Чернівецької області слугують плацдармом для подальшого розповсюдження шкідника на інші території. Одна з причин такої просторово-екологічної приуроченості

виду узгоджується з проблемою твердих побутових відходів в Чернівецькій області (Легета та ін., 2025a).

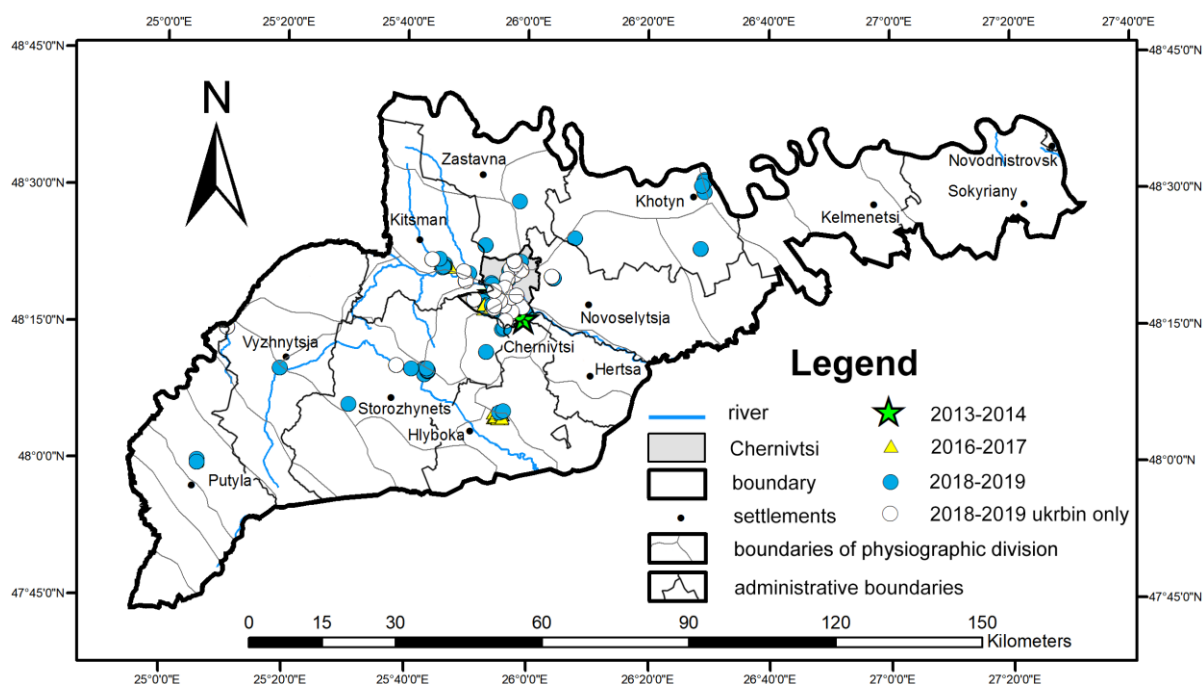


Рис. 3.19. Локалітети *Arion lusitanicus* у межах Чернівецької області

Оскільки домінуючим способом поводження з відходами на території області залишається їх видалення та захоронення на полігонах і звалищах, тому вони стають сприятливими мікрооселища з підвищеною вологістю, наявністю укриттів і стабільною кормовою базою, що оптимізує умови для виживання та їх розмноження. Водночас такі осередки виконують функцію джерел вторинного розселення, з яких інвазійні організми поширюються у прилеглі агро- та природні екосистеми, посилюючи трансформацію біоценозів і поглиблюючи екологічні ризики, пов'язані як із зоо-, так і фітоінвазіями.

Перших шкідників у м. Чернівці зафіксували на території садового товариства (інформація із ЗМІ «Версії» від 31.07.2014). Упродовж 2014–2015 рр. відмічено поодиноких моллюсків у окремих просторово розмежованих локалітетах; у 2016–2017 рр. році зареєстровано близько 14 % нових локалітетів. У 2018 році – майже 49 %, а 2019 – трохи більше 29 % (Москалик та ін., 2020). Відносна чисельність *A. lusitanicus* на території м. Чернівці представлена на рис. 3.21, 3.22.

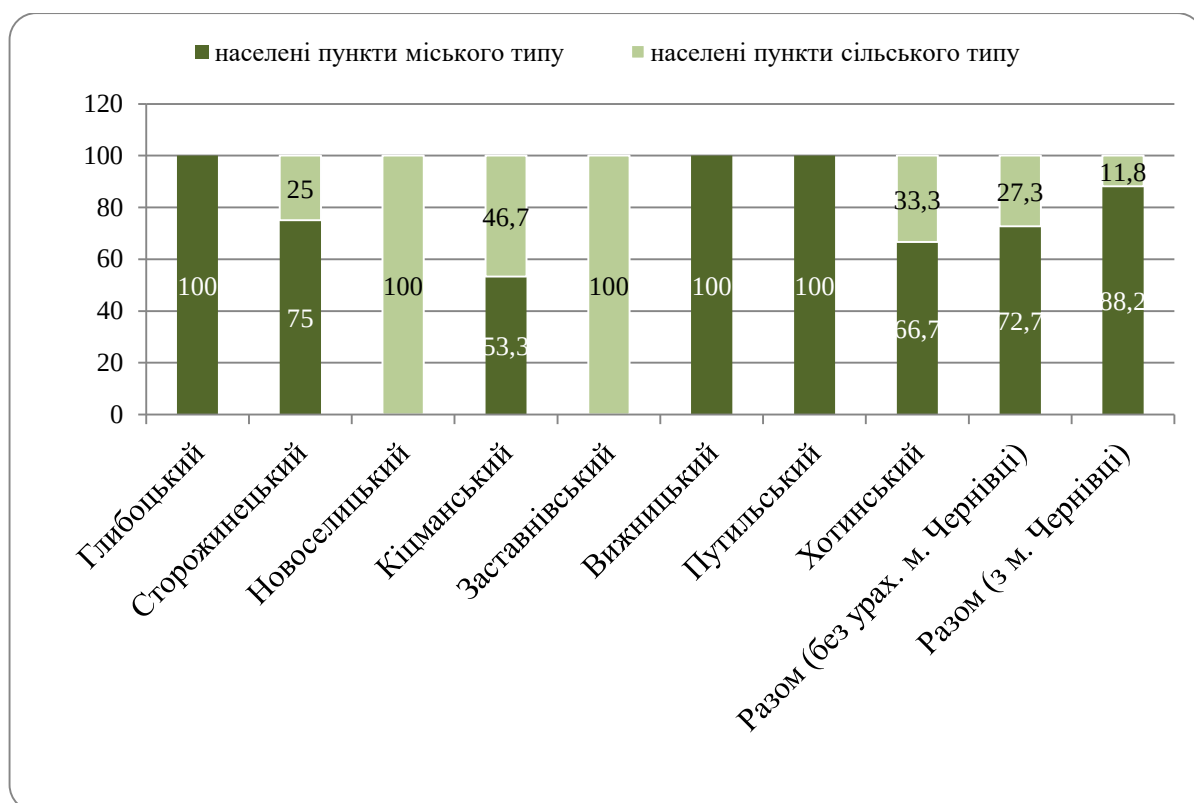


Рис. 3.20. Розподіл виявлених локалітетів *Arion lusitanicus* у районах Чернівецької області (до реформи 2020) за типом населених пунктів

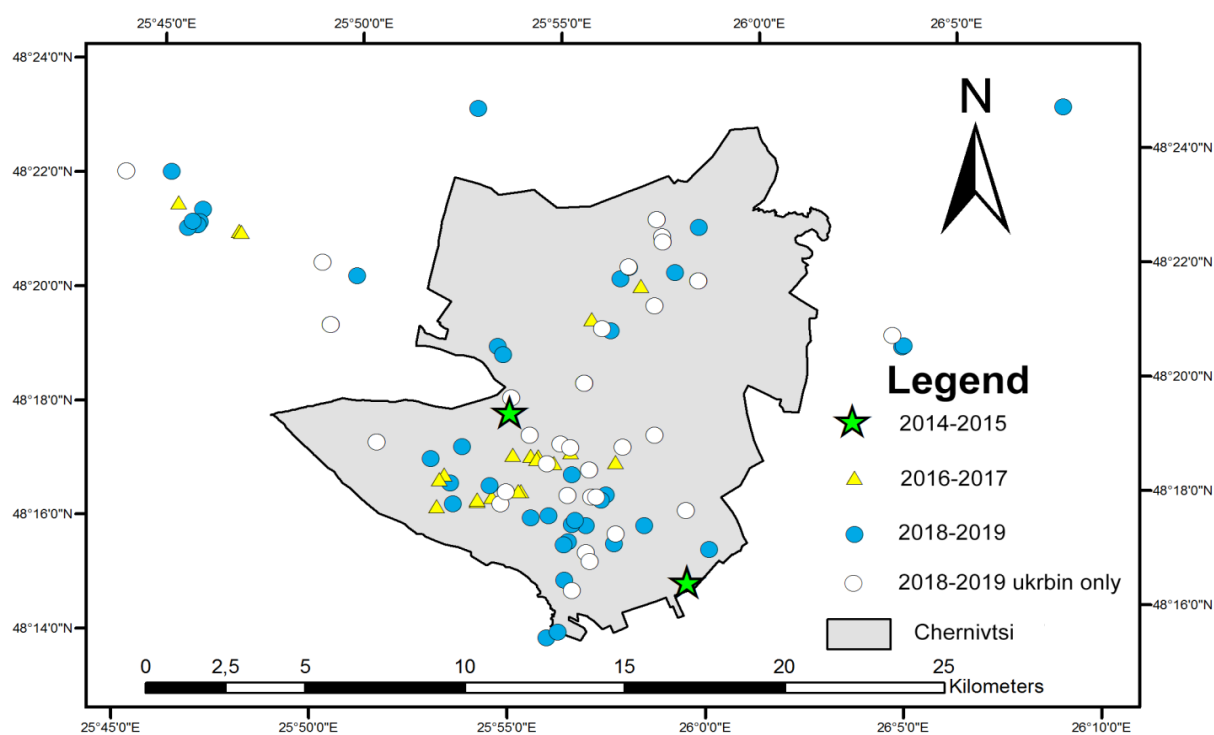


Рис. 3.21. Розподіл колоній *Arion lusitanicus* по території м. Чернівці



Рис. 3.22. *Arion lusitanicus* у м. Чернівці (Фото І. Москалика, 2024)

Отже, *A. lusitanicus* за останні роки значно розповсюдився в культурфітоценозах м. Чернівці (садах, городах, палісадниках, клумбах тощо), поступово опановуючи як периферійні райони із приватною та багатоповерховою забудовою, так і центральну частину міста. Експансія виду на початкових етапах обумовлена занесенням разом із посадковим матеріалом та/або ґрунтом, а на більш пізніх – переповзанням моллюсків у селітебних зонах.

Відомо про поліфагію *A. lusitanicus*. В лабораторних умовах вивчено харчові преферендуми щодо 78 видів рослин (Briner & Frank, 1998). Різні автори наводять широкий спектр живлення *A. lusitanicus* рослинами (Kozłowski, 2005; 2007) та тваринними кормами (Turzanska & Chachulska, 2016). У (Москалик та ін., 2020) наведено свідчення мешканців м. Чернівці

щодо харчових ресурсів слимаків. Зокрема, вони виїдали городину, бур'яни, пошкоджували ягідники, малину, листя айстр, хризантем, циній, хост, чорнобривців, плодових кущів. Проте не їли барвінок (хоча ховалися під його листям вдень) та саджанці мандарин. Зафіксовані випадки канібалізму.

Узагальнюючи отримані результати та відомості літератури щодо екологічних преферендумів (Briner & Frank, 1998; Kozłowski, 2005; 2007 та ін.), репродуктивної здатності виду (Dreijers et al., 2013; Kozłowski, 2000 та ін.), швидкості експансії (Grimm & Paill, 2001; Papureanu et al., 2014; Balashov et al., 2018), можна спрогнозувати суттєві економічні витрати та екологічні ризики, які пов'язані із появою *A. lusitanicus* в екосистемах.

Самшитова вогнівка – *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera: Crambidae) – вид походить з країн Східної Азії (Китай, Індія, Японія, Корея). Це агресивний шкідник, олігофаг, гусениці якого живляться листками та іноді корою різних видів самшиту (*Buxus* L.), тому в їх гемолімфі накопичуються отруйні алкалоїди і вони стають неїстівними для птахів (Park, 2008; Мацях & Крамарець, 2020). Присутність *C. perspectalis* на кущах *Buxus* помітна візуально (рис. 3.23). Спочатку гусениці вигризають паренхіму листка знизу, а зверху залишається неушкоджений верхній епідерміс. Пізніше залишаються лише центральні жилки; в окремих місцях пошкоджена кора; між листям добре помітні кокони з лялечками; гілки та листя вкриті павутиною; багато екскрементів та чорних головних капсул, які гусениці скидають в процесі життєдіяльності (Мацях & Крамарець, 2020).

Шкодочинність *C. perspectalis* пов'язана із складністю виявлення шкідника на початкових етапах через непомітність яєць (маленькі, напівпрозорі, зеленувато-жовтого кольору), які самки відкладають з нижнього боку листка (Гнатюк & Гапоненко, 2016). Крім того вид активно розповсюджується на стадії імаго, зафіксовано міграцію дорослих особин на 7–10 км на рік (Leuthardt et al., 2010). Відмічають, що кількість поколінь виду залежить від наявної кормової бази та температури району проживання, так у Європі *C. perspectalis* дає два покоління (Nasambo et al., 2013), в Україні – два

(Мацях & Крамарець, 2020) або три в умовах Закарпатської області (Тирус, 2015), у Молдові – три (Elisovetcaia et al., 2020), у північному Ірані – два, іноді три (Farahani et al., 2021), у межах первинного ареалу – від одного до п'яти поколінь (Park, 2008; Wan et al., 2014).



Рис. 3.23. Ушкодження куща *Viburnum* та гусениця *Cydalima perspectalis*
(Фото І. Москалика)

Історія проникнення *C. perspectalis* в Україну починається із повідомлення (Тирус, 2015) щодо виявлення кількох гусениць у розсаднику дендрарію ВЛНС «Березинка» ДП «Мукачівське ЛГ» влітку 2014 року. Ця експансія могла відбутися двома шляхами: або із території Угорщини, або із Словаччини (Bakay & Kollár, 2018).

На думку науковців (Shparyk & Zamoroka, 2019), *C. perspectalis* не має перспектив для поширення в Україні, оскільки природних насаджень самшиту немає, і тому він локалізований лише в антропогенних або близьких до них оселищах, де його буде легко знищити. Проте відмічають (Ткаленко та ін., 2019), що шкідник продовжує активно поширюватися по території України.

У різних містах України повідомляли про появу комах: в травні 2017 року у Києві (Мацях & Крамарець, 2020); у 2018 – 2019 рр. у Львові (Мацях &

Крамарець, 2020); у вересні 2019 року на території Івано-Франківської області (Shparyk & Zamoroka, 2019); у серпні 2021 року – у м. Вінниця (ГУ Держпродспоживслужби у Вінницькій обл., 2021), у Тернопільській області (ГУ Держпродспоживслужби у Тернопільській обл., 2021), Полтавській (ГУ Держпродспоживслужби у Полтавській обл., 2022), Хмельницькій (ГУ Держпродспоживслужби у Хмельницькій обл., 2021), Рівненській (ГУ Держпродспоживслужби у Рівненській обл., 2022), зазначають присутність виду в Чернівецькій, Дніпропетровській, Харківській, Херсонській, Хмельницькій, Житомирській, Київській, Львівській, Одеській, Полтавській, Закарпатській областях, АР Крим (Shparyk & Zamoroka, 2019; Голуб та ін., 2021; Москалик та ін., 2024). Вцілому вторинний ареал *C. perspectalis* охоплює території 14 областей України (це 50 % від усіх областей).

Поширення та шкодочинність виду в Чернівецькій області вивчали з різних джерел. У 2019 році зафіксовано суттєві пошкодження кущів *Viburnum* sp. гусеницями цієї комахи. У 2021 році відмічено появу виду на території лікарні, в комунгоспі, в приватних домогосподарствах м. Кіцмань (Кіцмань City..., 2021; ГУ Держпродспоживслужби в Чернівецькій області, 2020).

Нами здійснено опитування населення, що дозволило розширити список населених пунктів Чернівецької області, в яких виявлено *C. perspectalis* і зробити висновок, що майже 2/3 території області *C. perspectalis* використовує в якості вторинного ареалу. Більша частина *Viburnum* sp. була пошкоджена гусеницями цього метелика (рис. 3.24).

У м. Чернівці нами виділено 45 локалітетів *Viburnum* sp., в яких зростало 1322 куща, з них 716 (54 %) були пошкоджені, що підтверджувало присутність *C. perspectalis* (Додаток Е).

Ступінь пошкодження кущів *Viburnum* sp. різна (рис. 3.25; рис. 3.26). Так, у 13 % локалітетів – кущі слабо пошкоджені (1 бал), у 22 % – середньо пошкоджені (2 бали), у 18 % – сильно, проте кора не пошкоджена або незначно (3 бали), у 47 % – сильно пошкоджені кущі, причому обгризені не лише листки,

а й кора (4 бали). На карті (рис. 3.27) відображено локалітети *Vixus* sp. з різним ступенем ушкодження *C. perspectalis* у м. Чернівці.

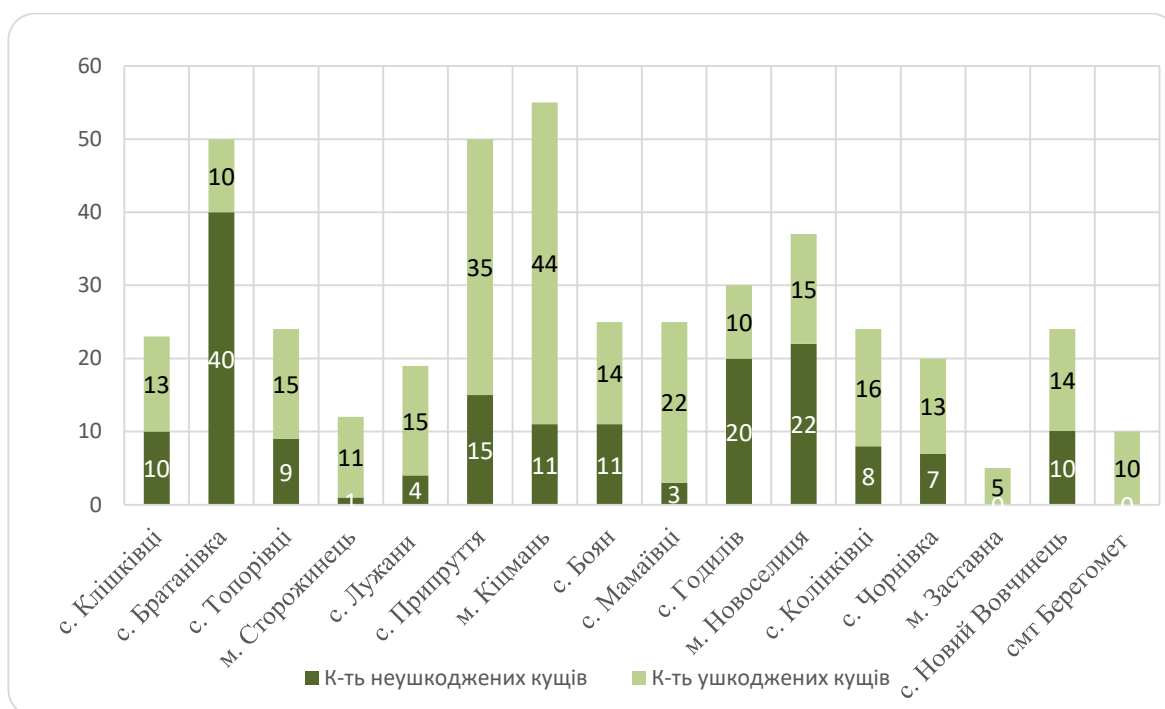


Рис. 3.24. Кількість кущів *Vixus* sp. ушкоджених *Cydalima perspectalis* у Чернівецькій області (за даними анкетування), екз.

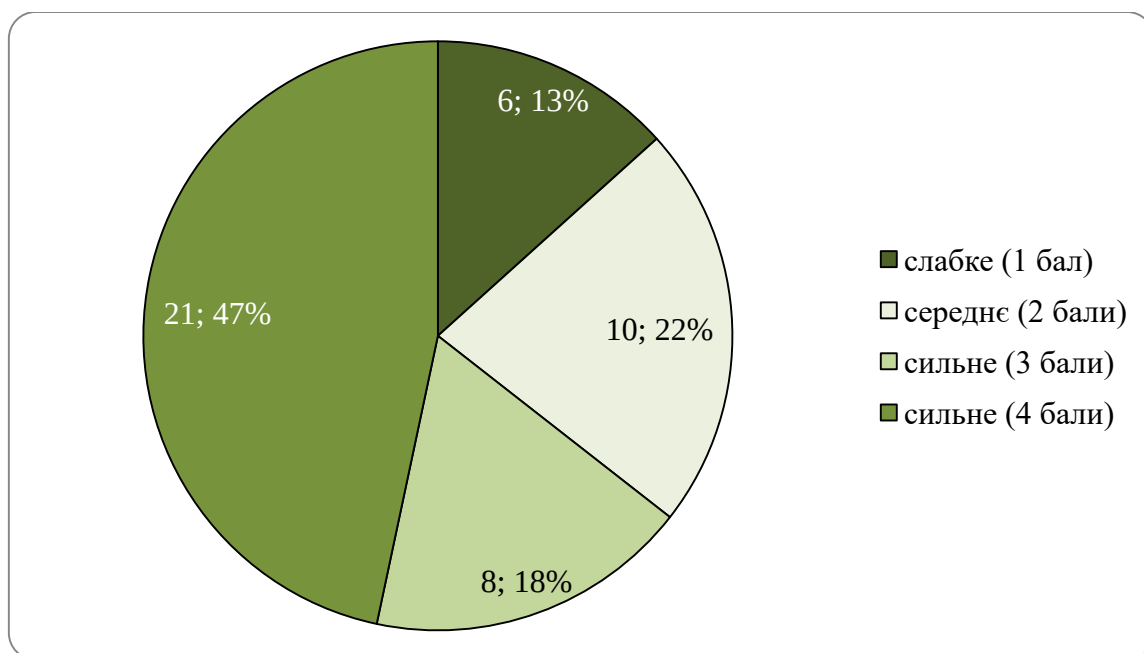


Рис. 3.25. Кількість локалітетів з різним ступенем пошкодження насаджень *Vixus* sp. в м. Чернівці

Дослідженнями (Москалик та ін., 2024) визначено середню щільність гусениць у перерахунку на м² куща *Vixus*, це у середньому 100–141 ос./м², що підтверджує високу трофічну активність та відповідно шкодочинність виду. Автори (Попович & Симочко, 2018) встановили залежність кількості павутинних гнізд комахи від розмірів та віку куща. Так, виявлено 25 павутинних гнізд на одному кущі, а в одному гнізді – близько 4-х гусениць. На кущах самшиту вічнозеленого у Київській області середня чисельність склала 2,0–2,6 гусениці на кущ (Ткаленко та ін., 2019).

Порівнюючи координати поширення *S. perspectalis* на території м. Чернівці та колоній *A. lusitanicus* (рис. 3.28), відмічено, що ядро їх вторинного ареалу приурочене до центральної частини міста, яка в межах урбоекосистеми представлена трансформованими агроландшафтами (урбанізованими зеленими насадженнями, парками, присадибними ділянками), які характеризуються високим рівнем антропогенного навантаження та сприятливими умовами для інвазійних видів.



Рис. 3.26. Кущі *Vixus* sp. з різним ступенем пошкодження (локалітети у м. Чернівці, фото І. Москалика, 2024)

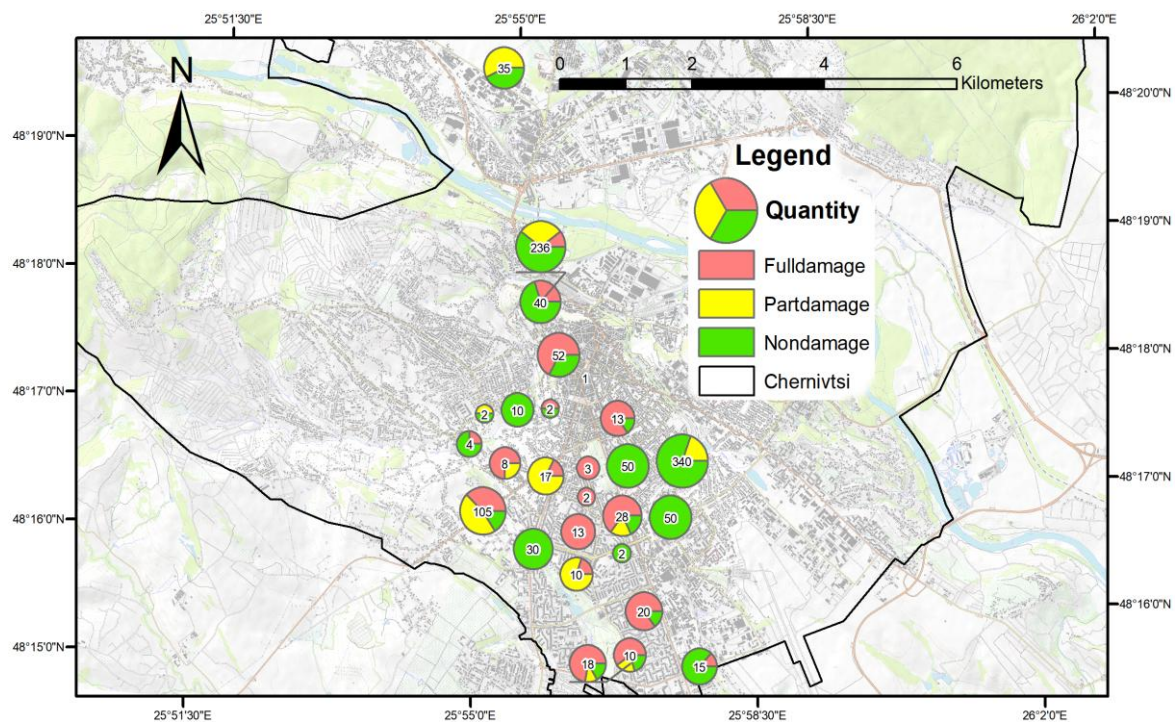


Рис. 3.27. Локалітети *Vuxus* sp. з різним ступенем ушкодження *Cydalima perspectalis* на території м. Чернівці

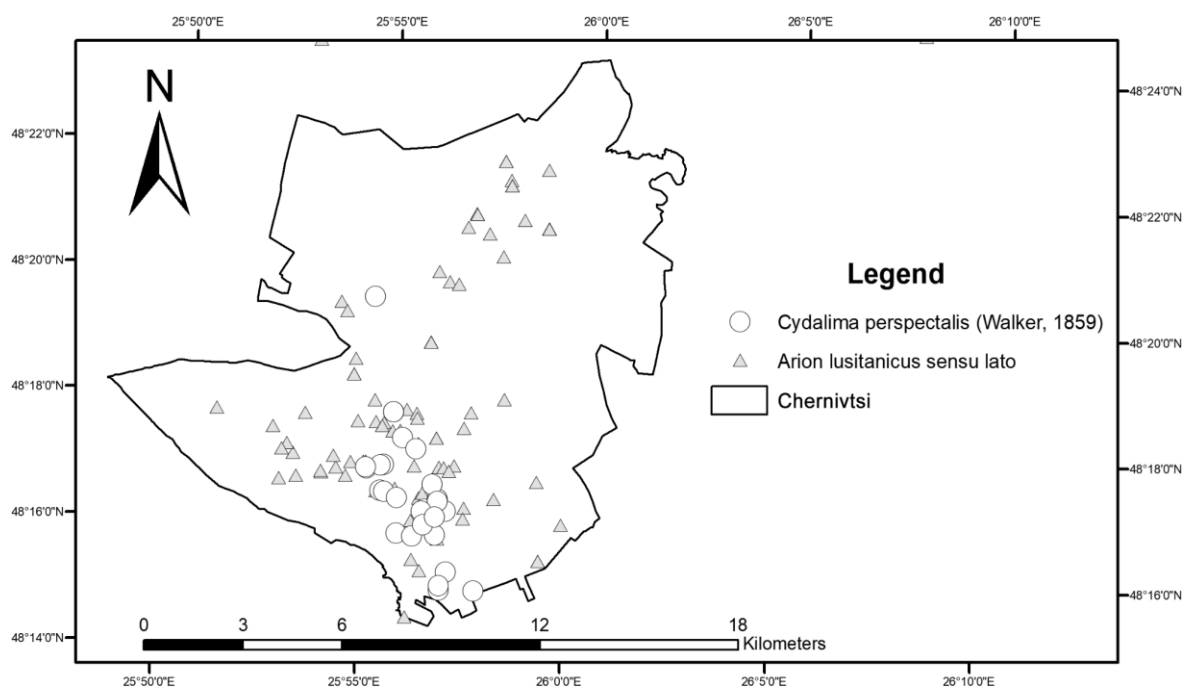


Рис. 3.28. Виявлені локалітети *Arion lusitanicus* та *Cydalima perspectalis* на території м. Чернівці

3.7. Застосування QGIS для візуалізації поширення інвазійних видів (на прикладі *Acer negundo* L.)

Моніторинг біологічних фітоінвазій неможливий без візуалізації їх просторового розподілу. Використання геоінформаційних систем (ГІС), зокрема програмного забезпечення QGIS, дозволяє поєднати картографічні і табличні дані, що підвищує точність оцінювання поширення інвазійних видів (Мокін & Вікторов, 2008; Федоряк & Москалик, 2025).

В якості модельного виду обрали *Acer negundo* L., який зростає в м. Чернівці. Вид успішно натуралізувався та широко розповсюджений в Україні (з 1809 року), а також в багатьох країнах Світу (Протопопова та ін., 2010; Вихор & Проць, 2013; Гичка & Мигаль, 2013; Протопопова & Шевера, 2019), належить до Чорного списку Європи (European Commission, 2016), має широку екологічну амплітуду, що дозволяє розширити екологічний ареал (Абдулоєва та ін., 2008). Цей вид володіє високим інвазійним потенціалом, належить до видів-трансформерів, включений до «Переліку чужорідних видів дерев, заборонених у відтворенні лісів» (наказ Міністра захисту довкілля та природних ресурсів України № 695/39751 від 05.05.2023).

У результаті проведеної нами інвентаризації вулиць м. Чернівці обліковано 420 екземплярів *A. negundo*, які зростали нерівномірно: на узбіччі доріг, на території шкіл як солітери, у фігурних композиціях (табл. 3.14). Зокрема, по вул. М. Леонтовича зростає 84 екземпляра, на Д. Ясенка – лише 2.

Для візуалізації зростання *A. negundo* використовували атрибутивну інформацію про географічне поширення (координати), віковий стан та діаметр стовбура кожного дерева. Відмічено домінування віргінільних особин – 44,5 % (187 екз.), решта вікових груп представлені наступним чином: іматурні – 29,6 % (124 екз.), ювенільні – 16,0 % (63 екз.), віргінільні – найменше – генеративні – 11,0 % (46 екз.). Більшість дерев мали кілька тонких стовбурів з діаметром менше 10 см (82,6 %), а 11,9 % були діаметром понад 20 см.

Атрибутивну інформацію зберігали в Excel документі та здійснили кілька обов'язкових кроків для отримання візуальної карти поширення виду.

Таблиця 3.14

Атрибутивна інформація про *Acer negundo*

Назва вулиці	К-ть дерев різного вікового стану								К-сть дерев з діаметром стовбура, екз./%		
	ювенільні		іматурні		віргінільні		репродук.				
	екз.	%	екз.	%	екз.	%	екз.	%	<10 см	10-20 см	>20 см
Корнія Товстюка	3	11,1	10	37,0	12	44,4	2	7,4	18/66,7	0	9/33,3
Небесної Сотні	5	13,5	14	37,8	15	40,5	3	8,1	33/89,2	2/5,4	2/5,4
Олександра Щербанюка	5	21,7	8	34,8	9	39,1	1	4,3	23/100	0	0
Головна	0	0	6	100	0	0	0	0,0	6/100	0	0
Миколи Леонтовича	14	16,7	25	29,8	27	32,1	18	21,4	56/66,7	13/15,5	15/17,9
Миколи Коперника	1	8,3	3	25,0	5	41,7	3	25,0	6/50	3/25	3/25
Дмитра Ковальова	9	18,0	19	38,0	21	42,0	1	2,0	50/100	0	0
Південно-Кільцева	3	10,3	8	27,6	18	62,1	0	0,0	29/100	0	0
Проспект Незалежності	9	13,0	11	15,9	37	53,6	12	17,4	54/78,3	5/7,2	10/14,5
Героїв Майдану	6	18,2	8	24,2	18	54,5	1	3,0	29/87,9	0	4/12,1
Павла Каспрука	0	0,0	2	25,0	5	62,5	1	12,5	5/62,5	0	3/37,5
Дмитра Ясенка	0	0,0	0	0,0	2	100	0	0,0	2/100	0	0
Сергія Скальда	8	22,2	10	27,8	14	38,9	4	11,1	32/88,9	0	4/11,1
Фізкультурна	0	0,0	0	0,0	4	100	0	0,0	4/100	0	0
Разом	63	16,0	124	29,6	187	44,5	46	11,0	347/82,6	23/5,5	50/11,9

Процес створення ГІС-проекту реалізовано за наведеним нижче алгоритмом. На етапі ініціалізації створено єдиний файл проекту, що виступав контейнером для агрегації геопросторової та атрибутивної інформації. Для забезпечення коректності метричних вимірювань та сумісності з веб-сервісами

здійснено уніфікацію картографічної основи шляхом конвертації вхідних даних у проєкцію EPSG:3857 (WGS 84 / Pseudo-Mercator).

Первинний масив польових даних, структурований у форматі таблиць MS Excel, імпортовано до середовища QGIS через процедуру геокодування координат. На основі отриманих точкових об'єктів згенеровано векторні шари, які для забезпечення крос-сумісності експортовано та збережено у форматі ESRI Shapefile (*.shp).

На етапі компонування карти сформовано робочу поверхню з накладанням тематичних векторних шарів на базову мапу. Фіналізацію результатів здійснено у двох форматах: статичному (експорт макетів карт у растрові зображення високої роздільної здатності) та динамічному (генерація інтерактивної веб-карти з інтерфейсом HTML/JavaScript для забезпечення віддаленого доступу та візуалізації даних у браузері) (рис. 3.29).

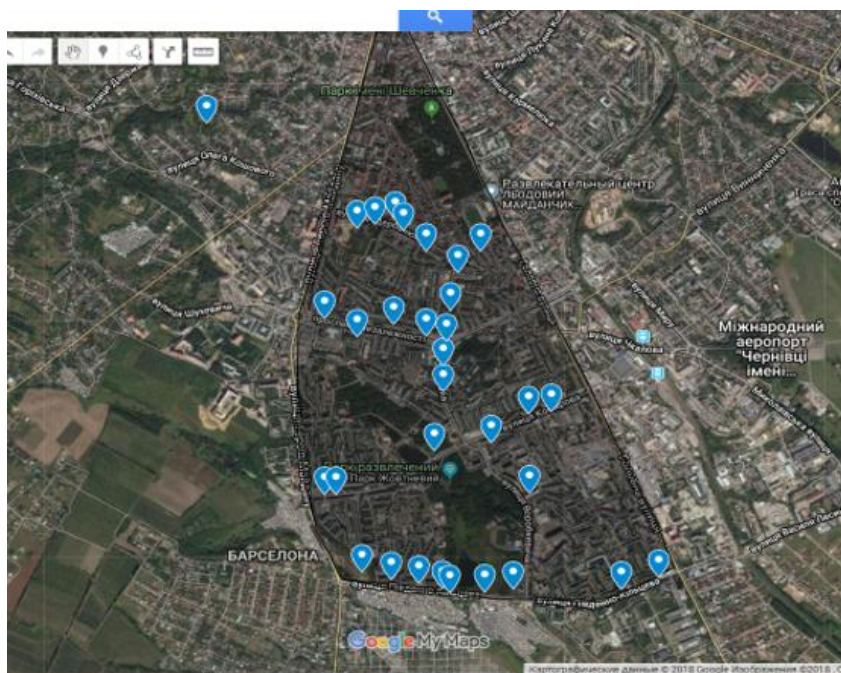


Рис. 3.29. Вигляд інтерактивної карти поширення *Acer negundo*

Розроблена інтерактивна карта поширення інвазійного виду *A. negundo* відображає не лише поточне поширення виду, але й функціонує як довгостроковий проєкт із залученням учнів шкіл, студентів різних навчальних закладів, громадян, всіх зацікавлених осіб.

Висновки до розділу 3

У результаті аналізу запилювальних стратегій 17 представників родини Rosaceae та 24 видів родини Asteraceae, внесених до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні», встановлено домінування комбінованого типу запилення, із переважанням мелітофілії у складі антофільного комплексу. Частка таких видів становить 64,7 % у Rosaceae та 63,0 % у Asteraceae, що забезпечує стабільність їхнього агровиробничого потенціалу. Попри наявність механізмів факультативної автогамії, повна продуктивність культур значною мірою залежить від перехресного запилення, де частка облігатних ентомофілів сягає 35,3 % та 25,0 % відповідно.

Продемонстровано, що структурно-функціональна стійкість запилювальних систем для 87 % представників родини Asteraceae і 100 % – Rosaceae забезпечується основним агентом *Apis mellifera*. Водночас екологічна надійність процесу підтримується функціональною комплементарністю дикої ентомофауни. Для Rosaceae характерний більш збалансований спектр запилювачів із залученням Coleoptera та неспеціалізованих Hymenoptera, що відображає меншу морфологічну спеціалізацію квіток. Вагомий внесок представників Diptera, зокрема, Syrphidae (у 44 % випадків для Asteraceae), сприяє диверсифікації запилювальних мереж та формуванню біотичних механізмів стабілізації агроценозів шляхом поєднання діяльності одомашнених і диких комах-запилювачів.

Аналіз фіторізноманіття трав'яних угруповань межових смуг агроландшафтів засвідчив їхню високу екологічну цінність як осередків біорізноманіття, у складі яких виявлено 98 видів судинних рослин. Домінування родин Asteraceae, Rosaceae та Fabaceae (45,9 % флористичного списку) у поєднанні з високою часткою ентомофільних видів (72,9 %, з яких 69 % – облігатні) та розтягнутим у часі періодом цвітіння формує сприятливі умови для підтримання диких запилювачів і функціонування антофільних комплексів у трансформованому середовищі.

Моніторингові дослідження стану колоній *Apis mellifera* після зимівлі 2022–2023 рр. засвідчили відносну стабільність загальних зимових втрат в Україні на рівні 10,8 %. У структурі цих втрат частка безпосередньо загиблих колоній зросла до 6,6 %, майже вдвічі перевищивши показники попереднього року. Пасіки степової зони зазнали найвищих загальних втрат на рівні 17,0 %, що створює локальні ризики дефіциту запилення у регіонах інтенсивного землеробства, тоді як у зоні Українських Карпат цей показник склав лише 7,3 %. Висока частота ознак голодної смерті бджіл (19,0 %) вказує на потенційні технологічні ризики для життєздатності колоній та, як наслідок, для забезпечення екосистемної послуги запилення.

Встановлено значну участь адвентивної фракції в структурі трав'яного покриву межових смуг агроландшафтів. Її частка становить 16,5 % від загального видового складу квітучих рослин (14 видів із 85). З'ясовано, що абсолютна більшість ідентифікованих інвазійних видів (85,7 %) належать до групи ентомофілів, причому пік їхнього цвітіння припадає на липень (71,4 % видів), що створює висококонкурентне середовище для аборигенної флори у боротьбі за запилювачів. Висока атрактивність цих видів для комах трансформує їхню роль в екосистемі у категорію антипослуг, оскільки вони дестабілізують усталені мутуалістичні зв'язки в мережах запилення та знижують репродуктивний успіх місцевих видів рослин. Отримані результати підтверджують доцільність включення показників інвазійного навантаження до системи адаптивного моніторингу ентомофільних рослин як складової оцінювання структурно-функціональної стійкості агроландшафтів.

На прикладі модельного виду-трансформера *Solidago canadensis* експериментально підтверджено механізм перебудови антофільних комплексів під впливом фітоінвазій. Аналіз спектра відвідувачів суцвіть цього виду засвідчив домінування універсальних запилювачів із рядів Hymenoptera (55,1 % відвідувань, з яких 52,8 % припадає на родину Apidae) та Diptera (26,0 %, де субдомінантами виступають Syrphidae – 18,9 %). Такий розподіл трофічної активності свідчить про здатність інвазійних видів ефективно

перехоплювати потоки основних груп запилювачів, що призводить до спрощення структури мережі запилення, зниження її спеціалізації та сприяє подальшій експансії чужорідних видів у напівприродних та антропогенно змінених біотопах.

Відмічено проникнення у всі природоохоронні території м. Чернівці інвазійних видів рослин, четверта частина яких – найбільш небезпечні, що впливають на ценотичному та екосистемному рівнях: *Acer negundo*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Heracleum mantegazzianum*, *Reynoutria japonica*., *Solidago canadensis*. Адвентивна фракція включає 25 видів, причому 44 % становлять трансформери. Переважання серед інвазійних рослин геліофітів та ксеромезофітів свідчить про їхню високу адаптивність до трансформованого середовища. Отримані результати вказують на потенційне зміщення ролі напівприродних екосистем від підтримання аборигенного біорізноманіття до сприяння поширенню фітоінвазій, сприяючи уніфікації рослинних угруповань та потенційно модифікуючи запилювальні мережі на ландшафтному рівні.

Доведено експансію на території Чернівецької області та м. Чернівці інвазійних видів *Arion lusitanicus* та *Cydalima perspectalis*, які через особливості трофічної спеціалізації формують негативні передумови для стабільності рослинного покриву та опосередковано впливають на функціонування системи запилення. Результати підкреслюють необхідність інтеграції моніторингу інвазійних фітофагів до систем адаптивного моніторингу.

Запропонований підхід із застосуванням ГІС-технологій (QGIS) та залученням громадськості, фермерів, освітніх закладів, забезпечить отримання різних даних, що сприятиме своєчасному виявленню загроз для екосистем, підвищить екологічну обізнаність та сформує науково обґрунтовані передумови для збереження і відновлення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів в умовах сучасних екологічних і соціальних викликів.

РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1. Створення просторового каркасу мережі живої лабораторії для впровадження заходів із відновлення середовища існування диких комах-запилювачів

Сучасні підходи до збереження запилювачів дедалі більше орієнтуються на співпрацю між науковцями, агровиробниками та громадськістю, що підвищує ефективність і практичну цінність природоохоронних заходів (Breeze et al., 2020; Stout & Dicks, 2022; Bergamo et al., 2023). Водночас зберігається низка міждисциплінарних викликів, пов'язаних із розробленням адаптивних методів відновлення, їх інтеграцією в аграрні політики та відсутністю усталених систем моніторингу результативності таких ініціатив (López-Cubillos et al., 2023; Whipple & Bowser, 2023). Для подолання цих обмежень у межах консорціуму RestPoll започатковано створення мережі «живої лабораторії» – динамічних дослідницьких платформ, що функціонують у реальних агроландшафтах і забезпечують спільне продукування знань за участю ключових стейкхолдерів (Lupp et al., 2020). Саме в цьому контексті реалізовано наше дослідження в рамках проєкту «RestPoll», яке спрямоване на формування просторового каркасу живої лабораторії для впровадження заходів із відновлення популяцій диких запилювачів на засадах мультипартисипативного підходу (Жук та ін., 2025; Москалик І. та ін., 2025а).

Сформовано просторовий каркас мережі живої лабораторії (рис. 4.1). Він включає 5 локалітетів живої лабораторії (ЛЖЛ) та 5 локалітетів зовнішнього контролю (ЛЗК). У межах Чернівецького району Чернівецької області виділено дві дослідні території: ЛЖЛ-1 і ЛЗК-1 розташовані на одній дослідній території (м. Чернівці та його околиці), ЛЖЛ-2 і ЛЗК-2 – на другій (с. Червона Діброва, с. Топорівці та с. Чорнівка) (рис. 4.1, А). Відповідно до концептуальної схеми міжнародного проєкту RestPoll (див. рис. 2.9), відстань між ЛЖЛ та ЛЗК не повинна перевищувати 20 км.

Всього виділено 20 локалітетів, з них 10 – розміщені у монокультурних насадженнях сільськогосподарських культур (ріпак, соя), що відповідають агропрофілю краю, та в суміші культур, які характерні для присадибного господарства (рис. 4.1, Б). Інші 10 локалітетів розташовані у плодкових садах (рис. 4.2, А). Кожному локалітету відповідає одна трансекта (див. рис. 2.6, Б).

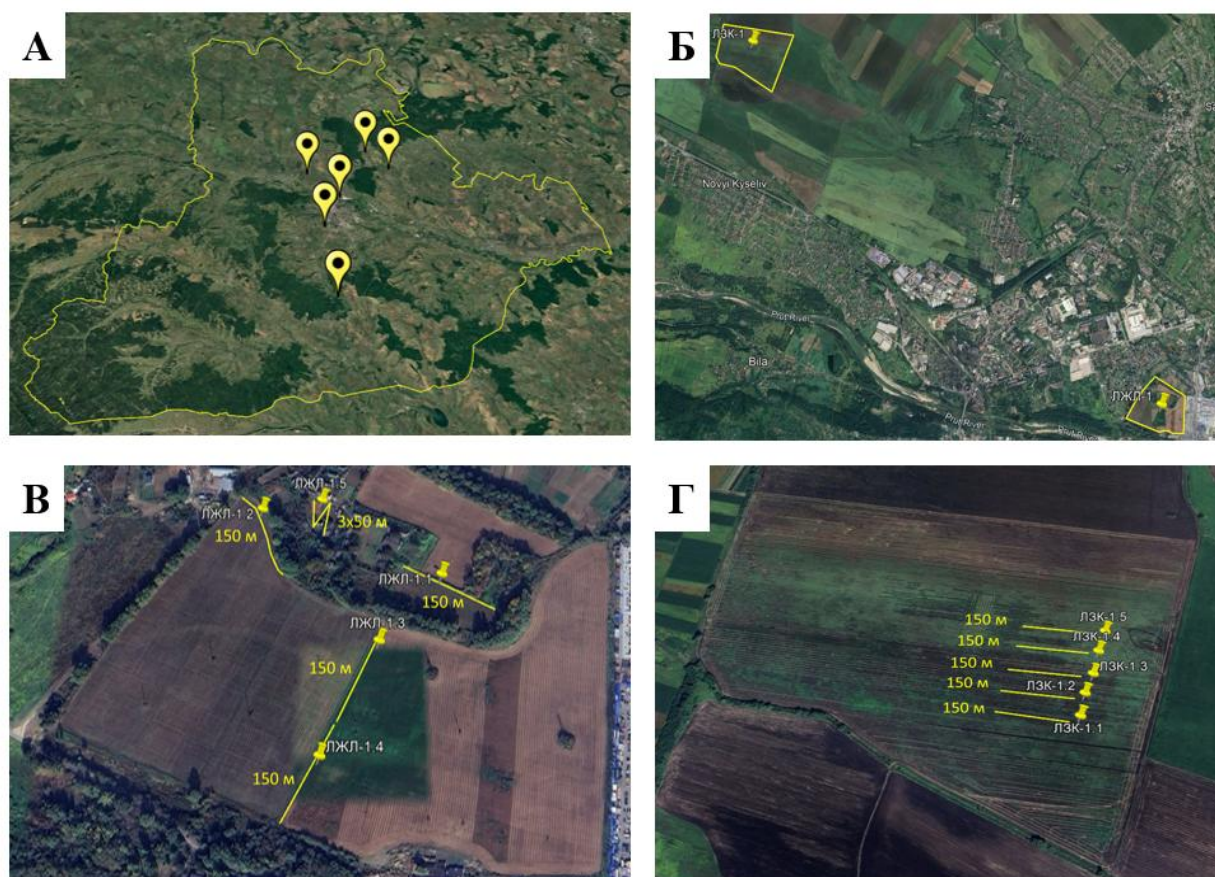


Рис. 4.1. Схеми розташування дослідних локалітетів (геомітки) та трансект (лінії): А – дослідні локалітети на мапі регіону дослідження (Чернівецький район Чернівецької області); Б – територія дослідження із зазначенням просторових полігонів ЛЖЛ-1 і ЛЗК-1; В – розміщення трансект ЛЖЛ-1.1–ЛЖЛ-1.5 у межах просторового полігону ЛЖЛ-1 (м. Чернівці); Г – розміщення трансект ЛЗК-1.1–ЛЗК-1.5 у межах дослідного полігону ЛЗК-1 (м. Чернівці)

Всі п'ять ЛЖЛ-1 розташовані на одному полігоні, який знаходиться на території біобазису «Жучка» Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Виділили трансекти різної геометричної конфігурації:

прямолинійні, криві, ламані (рис. 4.1, В). Так, ЛЖЛ-1.5 закладено у присадибному господарстві з сумішню сільськогосподарських культур, тому представлений трансектою ламаної конфігурації.

На момент закладання трансект на полях біобазі вирощували переважно сою, невелика ділянка відведена під кукурудзу та злакові зернові культури. Оскільки ці культури належать до самозапильних, то трансекти закладали на межових смугах між монокультурними посівами. Закрайки полів сформовані переважно спонтанною лучно-рудеральною рослинністю з елементами синантропного фітоценозу. Ділянки не розорюються і не косяться, що сприяє формуванню неперервного цвітіння видів упродовж вегетаційного сезону. У межах смуг відмічено наявність відкритих ділянок ґрунту, старих трав'яних стебел, які відіграють роль мікрооселищ для гніздування диких запилювачів. Крім того поблизу росли плодові і дикорослі дерева та чагарники.

П'ять ЛЗК-1 розташовані на дослідному полі ріпаку Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України (рис. 4.1, Г). Всі трансекти відображають високий ступінь антропогенної трансформації агроландшафту, однорідність рослинного покриву мінімізує різноманітність трофічної бази для диких запилювачів. А на додачу конкуренція з боку медоносних бджіл, оскільки на період цвітіння ріпаку по периметру поля розміщували кочову пасіку.

Решта 10 локалітетів охоплюють плодові сади із різними агротехнічними особливостями (рис. 4.2, А). Усі 5 ЛЖЛ-2 закладені на території Придністровської дослідної станції садівництва Інституту садівництва НААН (рис. 4.2, Б). ЛЖЛ-2.1–2.3 розташовані у міжряддях старого черешневого саду і представлені шістьма підтрансектами (50 м кожна) та трьома підтрансектами в старих змішаних насадженнях зі сливи та аличі. Міжряддя у саду не косять, не використовують хімічних засобів, не застосовується важка техніка. Тому трав'яне угруповання представлене багатьма видами, різноярусне, трапляються кущі шипшини, свидини та дикого клематису. У ґрунті міжрядь

помічено нори земляних бджіл. ЛЖЛ-2.4–2.5 представлені двома 150-метровими трансектами в міжряддях з волоського горіху та сливи. У межах яких ведеться помірна господарська діяльність та мінімальний обробіток (4–6 разів на рік) хімічними засобами захисту рослин.

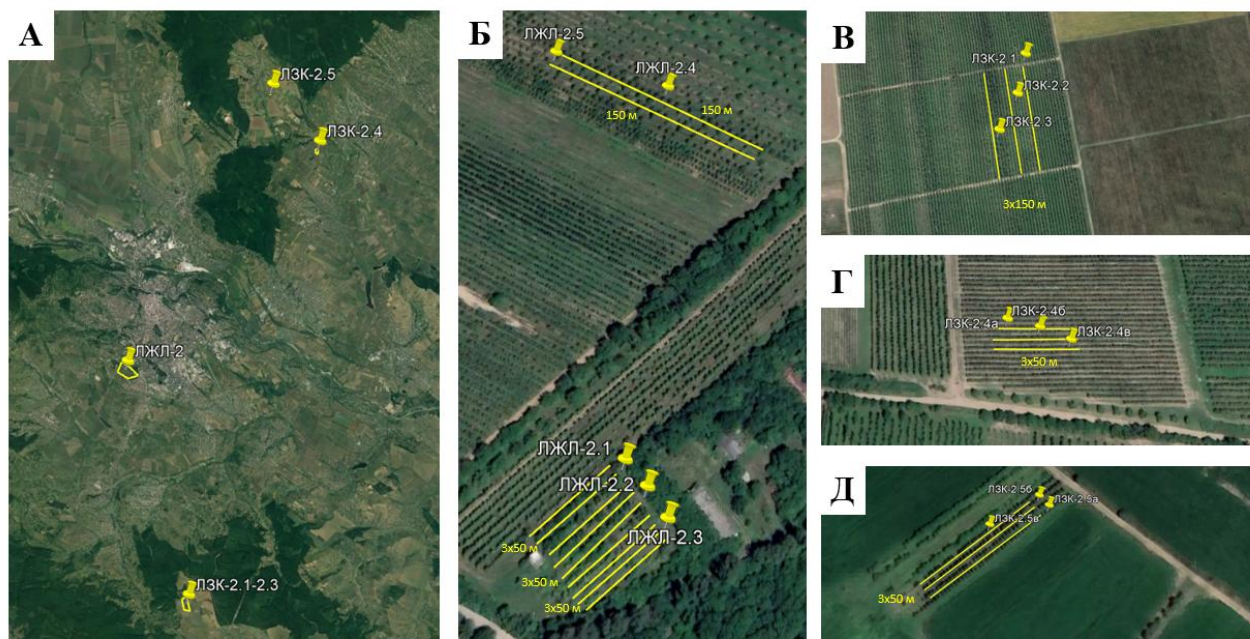


Рис. 4.2. Схеми розташування дослідних локалітетів (геомітки) та трансект (лінії): А – розміщення дослідних полігонів ЛЖЛ-2 і ЛЗК-2.1–2.3, ЛЗК-2.4, ЛЗК-2.5 на території дослідження; Б – розміщення трансект ЛЖЛ-2.1–ЛЖЛ-2.5 у межах дослідного полігону ЛЖЛ-2 (м. Чернівці); В – розміщення трансект ЛЗК-2.1–ЛЗК-2.3 у межах дослідного полігону с. Червона Діброва; Г – розміщення трансекти ЛЗК-2.4 у межах дослідного полігону с. Топорівці; Д – розміщення ЛЗК-2.5 у межах дослідного полігону с. Чорнівка

П'ять локалітетів ЛЗК-2 розміщені в трьох приватних яблуневих садах. Трансекти ЛЗК-2.1–ЛЗК-2.3 – у с. Червона Діброва в господарстві з помірним використанням агрохімікатів (4 рази на рік), оскільки продукція саду постачається для виготовлення дитячого харчування. Прилеглі території не обробляються пестицидами, що сприяє збереженню природного трав'яного покриву та квітучої рослинності в межах саду (рис. 4.2, В).

ЛЗК-2.4 представлена трьома підтрансектами (50 м кожна), розташована в міжряддях яблуневого саду в с. Топорівці (рис. 4.2, Г). У саду часто застосовують агрохімікатами (до 30 разів на рік). Міжряддя представлене невисоким трав'яним покривом, переважно з представників сегетальної флори. ЛЗК-2.5 знаходиться у приватному яблуневому саду с. Чорнівка з мінімальним антропогенним втручанням протягом сезону (рис. 4.2, Д). Трав'яний покрив до 70–140 см, представлений багатим на види різнотрав'ям. Проте плодові дерева старі та хворі, потребують формування крони.

Обрані локалітети сформовано відповідно до визначених критеріїв відбору, які охоплювали різноманіття агроландшафтів, наявність типових проблем сільськогосподарського розвитку, зацікавленість стейкхолдерів у співпраці та сприятливі природні умови для відновлення оселищ диких запилювачів.

Просторове моделювання виконано в середовищі QGIS із використанням космознімків ESA WorldCover, що дало змогу уточнити межі локалітетів і трансектів з урахуванням фізичних контурів господарств і типів землекористування. Отримані результати представлено у вигляді картографічних фрагментів, які відображають просторову структуру дослідних і контрольних локалітетів у межах регіону дослідження (рис. 4.1, А–Г; рис. 4.2, А–Д).

Живі лабораторії розглядаються як ефективний інструмент стимулювання інновацій і спільного планування та активно інтегруються в інноваційні програми Європейського Союзу (Lupp et al., 2020). У межах проєкту RestPoll вони функціонують як трансдисциплінарні платформи, що об'єднують щонайменше три групи стейкхолдерів для спільного впровадження заходів із відновлення оселищ диких запилювачів. У нашому дослідженні ключовими учасниками стали науковці, фермери та бджолярі, а провідна роль науковців і агровиробників на етапі просторового планування визначила вибір і конфігурацію дослідних територій. Попри автономний старт окремих локалітетів, їх діяльність координується в межах міжнародної мережі

RestPoll, що охоплює 16 країн і базується на спільних цілях, протоколах та обміні знаннями.

Сформований просторовий каркас у Чернівецькій області відповідає принципам RestPoll, поєднуючи різні типи агроландшафтів і забезпечуючи репрезентативність регіонального аграрного профілю (Заячук, 2011; Кирилюк, 2019; Кілінська та ін., 2019). Обрані локалітети охоплюють монокультури, присадибні господарства та плодові сади, що дозволяє порівнювати контрастні умови для диких запилювачів. Локалітети живої лабораторії на межових смугах біобазису «Жучка» вирізняються високим фіторізноманіттям і наявністю мікрооселищ для гніздування, що узгоджується з даними про значення некерованих або напівприродних ділянок для підтримання різноманіття членистоногих (Frenzel et al., 2021; Rischen et al., 2022). Натомість контрольні локалітети в монокультурах характеризуються обмеженою трофічною базою та конкуренцією з кочовими пасіками, підтверджуючи негативний вплив інтенсивного землеробства на спеціалізованих запилювачів (Diekötter et al., 2010).

Плодові сади виявилися перспективними середовищами для відновлення оселищ запилювачів, особливо за умов екстенсивного управління, відсутності скошування та застосування агрохімікатів, що сприяє формуванню гніздових і трофічних ресурсів (Garratt et al., 2023). Водночас інтенсивне використання садів із високим пестицидним навантаженням істотно знижує чисельність членистоногих і порушує екосистемні послуги запилення та біологічного контролю (Armstrong et al., 2015; Федоряк та ін., 2017), тоді як мінімальне втручання може частково компенсувати негативний ефект навіть за незадовільного санітарного стану насаджень (Wu P. et al., 2021). Виявлені просторові відмінності між локалітетами підкреслюють необхідність адаптації відновлювальних заходів до локальних агроєкологічних умов, що відповідає сучасним рекомендаціям (Fijen et al., 2025; Gebhardt et al., 2025). Попри відсутність локалітетів внутрішнього контролю через логістичні обмеження, створена мережа є надійною платформою для довгострокового моніторингу, оцінки ефективності природоорієнтованих рішень.

4.2. Рекомендації щодо підвищення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів

Результати дослідження свідчать, що підтримання структурно-функціональної стійкості агроландшафтів неможливе без **збереження та системного управління осередками ентомофільної рослинності**. Саме ці ділянки забезпечують просторову й трофічну цілісність системи запилення, нівелюючи розриви у кормовій базі комах. На цій основі розроблено науково обґрунтовані рекомендації як систему взаємопов'язаних управлінських рішень, орієнтованих на адаптацію технологій землекористування до сучасних екологічних і соціально-економічних ризиків.

- 1. Застосування адаптивного моніторингу як базового інструменту прийняття рішень у менеджменті агроєкосистем.** Практична реалізація передбачає перехід від разових флористичних описів до регулярного аудиту функціональних зв'язків, що включає оцінку просторової доступності кормових ресурсів та інтенсивності біотичних інвазій. Такий підхід дозволяє перетворити моніторинг з пасивної фіксації даних на інструмент превентивного реагування для збереження функціональної стійкості системи запилення.
- 2. Оптимізація просторової конфігурації агроландшафтів,** яка виступає лімітуючим фактором реалізації репродуктивного потенціалу ентомофільних рослин. У практичному вимірі це обґрунтовує необхідність переходу до мозаїчної структури землекористування, де суцільні масиви монокультур фрагментуються функціональними буферними зонами. Необхідно передбачити просторове планування посівів на основі моделювання з урахуванням радіусів активності основних груп запилювачів, що гарантуватиме повне покриття площі агроценозу та мінімізує ризики дефіциту запилення у центральних частинах поля.
- 3. Раціональне управління напівприродними елементами агроландшафтів** (межові смуги, узлісся, трав'яні екотони). Ці

компоненти доцільно розглядати не як залишкові території, а як функціональні буфери, що підтримують безперервність запилювальних мереж. Практичне управління цими елементами має ґрунтуватися на пріоритетному збереженні аборигенної ентомофільної флори з фенологічно диференційованими строками цвітіння. Як наслідок, формування безперервного трофічного конвеєру нівелює сезонні розриви у кормовій базі запилювачів і гарантує стабільність репродуктивних процесів в агроценозах.

4. **Оптимізація використання *Apis mellifera* L. на засадах синергії з аборигенною антофільною фауною.** Результати досліджень доводять, що екологічний монополізм одного виду-запилювача критично знижує адаптивний потенціал агроландшафту, роблячи його вразливим до кліматичних флуктуацій. Тому практичний менеджмент має спрямовуватися на забезпечення функціональної комплементарності агентів запилення. Це досягається шляхом збереження природних місць гніздування та підтримання мозаїчної флористичної структури, що мінімізує трофічну конкуренцію та гарантує стабільність екосистемної послуги запилення.
5. **Інтегроване управління інвазійними видами.** В управлінських стратегіях фіто- та зооінвазії слід розглядати не лише як загроза біорізноманіттю, а як фактор трансформації запилювальних мереж. Практичні протоколи регулювання чисельності чужорідних видів доцільно інтегрувати з програмами відновлення аборигенної флори. Такий комплексний підхід сприятиме поверненню до агроландшафту з функціональним різноманіттям ентомофільних рослин, що є необхідною умовою для ревіталізації стійких консортивних взаємодій.
6. **Використання ГІС-технологій у плануванні.** Доведено перспективність використання ГІС-технологій як прикладного інструменту в системі адаптивного моніторингу. Просторовий аналіз поширення інвазійних видів та напівприродних елементів дозволяє

здійснювати екологічне зонування агроландшафту: виділяти зони ризику (інвазійного тиску) та зони ресурсної підтримки (рефугіуми). Його застосування – необхідна передумова для оптимізації мозаїчної структури угідь з урахуванням збереження цілісності функціональних зв'язків.

7. Імплементация розроблених рекомендацій забезпечить перехід від стратегії ситуативного реагування до моделі екологічної інтенсифікації агровиробництва. У цій моделі збереження та відновлення ентомофільної рослинності виступає не обмеженням господарської діяльності, а технологічним імперативом, що гарантує надійність системи запилення. Комплексне поєднання адаптивного моніторингу, ГІС-планування та біотичної регуляції дозволяє сформувати агроєкосистеми з відновленими механізмами біоценотичного контролю, стійкі до кліматичних змін та антропогенного навантаження.

Висновки до розділу 4

На основі методологічних протоколів міжнародної ініціативи RestPoll обґрунтовано та спроектовано просторовий каркас мережі моніторингу біорізноманіття в агроландшафтах Чернівецької області, що створює наукову основу для впровадження практичних заходів із відновлення середовищ існування диких комах-запилювачів та підвищення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів. За основу взято репрезентативні модельні ділянки з контрастними типами землекористування. Встановлення стаціонарних трансект у цих локаціях забезпечило створення верифікованої інфраструктури для довгострокового порівняльного аналізу динаміки популяцій запилювачів та оцінки ефективності заходів із відновлення їхніх оселищ у градієнті антропогенного навантаження.

Запропоновані рекомендації формують цілісну прикладну модель підвищення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів, що базується на поєднанні адаптивного моніторингу, просторового ГІС-планування та цілеспрямованого управління ентомофільним компонентом

флори. Обґрунтовано, що перехід до мозаїчної структури землекористування з функціональними буферними зонами, підтримка напівприродних елементів і забезпечення комплементарності *Apis mellifera* з дикою антофільною фауною дозволяють мінімізувати ризики дефіциту запилення та знизити вразливість агроценозів до кліматичних змін і біотичних інвазій. Інтеграція контролю чужорідних видів із відновленням аборигенної флори та використання ГІС-інструментів для зонування ризиків і ресурсної підтримки створює підґрунтя для переходу від реактивного управління до екологічно орієнтованої інтенсифікації агровиробництва.

ВИСНОВКИ

Науково обґрунтовано застосування теоретико-методологічних засад адаптивного моніторингу ентомофільних рослин як інтегральної системи оцінювання, що базується не лише на флористичних показниках, а й на аналізі стану асоційованої біоти. Структурно-функціональні особливості антофільних комплексів, включно з зимовими втратами *Apis mellifera*, та ступінь інвазійного навантаження розглянуто як індикатори структурно-функціональної стійкості агроландшафтів.

1. Теоретично обґрунтовано, що традиційні підходи до екологічного моніторингу, орієнтовані на фрагментарний збір даних, не відповідають складності сучасних викликів в агросфері. Доведено необхідність впровадження системи адаптивного моніторингу, що базується на інтеграції ландшафтного підходу та використанні популяційних параметрів комах-запилювачів як біоіндикаторів репродуктивного потенціалу ентомофільних рослин. Розроблено методологічну платформу дослідження, яка поєднує біоекологічні методи, стандартизовані протоколи міжнародних проєктів (COLOSS, RestPoll) та ГІС-аналіз, що дозволяє комплексно оцінювати стан системи «рослина–запилювач» в умовах антропогенної трансформації довкілля.

2. Встановлено, що агровиробничий потенціал ентомофільних культур родин Rosaceae та Asteraceae, внесених до Державного реєстру, залежить від ефективності перехресного запилення. Попри домінування стратегії комбінованого запилення (64,7 % видів Rosaceae та 63,0 % Asteraceae), частка облігатних ентомофілів сягає 25,0 % і 35,3 % відповідно, що визначає технологічну необхідність цілеспрямованого управління запилювальними мережами як важливої складової системи екологічно орієнтованого агровиробництва. Структурна стійкість цих мереж забезпечується абсолютним домінуванням *Apis mellifera* (від 87 % для Asteraceae до 100 % для Rosaceae), тоді як екологічна надійність гарантується функціональною комплементарністю дикої ентомофауни, зокрема родини

Syrphidae (44 % для Asteraceae), що створює механізм біотичної стабілізації агроценозів.

3. За результатами анкетування бджолярів з усіх областей України (крім АР Крим) з використанням стандартизованого протоколу COLOSS рівень зимових втрат бджолиних колоній у 2022–2023 рр. становив 10,8 %. Основними причинами були загибель або зникнення бджіл (6,55 %), проблеми з маткою (2,92 %) та негативні природні явища (1,27 %). Найпоширенішими ознаками смертності *Apis mellifera* визначено масову загибель бджіл у вулику або поблизу нього, загибель за відсутності корму, наявність мертвих бджіл із неідентифікованими симптомами.

4. Виявлені просторові відмінності зимових втрат бджолиних колоній *Apis mellifera* та додаткові втрати, зумовлені воєнними діями, засвідчують зростання вразливості системи запилення у різних природно-кліматичних зонах. Це дає підстави вважати запилювачів чутливими біоіндикаторами стану агроєкосистем та підтверджує доцільність систематичного моніторингу втрат бджолиних колоній як окремого напрямку досліджень.

5. З'ясовано, що основу фіторізноманіття трав'яних угруповань межових смуг агроландшафтів у складі Прут-Дністерської лісової рівнини складають 98 видів (переважно з Magnoliophyta – 99 %), серед яких 73 % (62 види) – ентомофільних, з них 69 % (43 вида) – облігатні, що вказує на екологічну цінність цих напівприродних елементів як стійкої кормової бази для диких комах-запилювачів та підтверджує доцільність їх збереження в структурі агроландшафтів.

6. Встановлено вагомий роль інвазійного компонента у формуванні антофільних комплексів трав'яних угруповань межових смуг агроландшафтів, де ідентифіковано 14 чужорідних видів, з яких абсолютна більшість (12 видів, або 14,1 % від загального флористичного складу) характеризується ентомофільною стратегією запилення. На прикладі *Solidago canadensis* доведено здатність інвазійних видів конкурувати з аборигенними видами за

ресурси запилення: у спектрі відвідувачів цього виду домінують ключові запилювачі агроценозів – представники родин Apidae (52,8 %) і Syrphidae (18,9 %). Така трофічна привабливість інвазійних видів відіграє в агроландшафті амбівалентну роль: формуючи додаткову ресурсну базу, вони водночас виступають потужним дестабілізуючим фактором, що трансформує архітектоніку мереж запилення через переорієнтацію потоків запилювачів на чужорідні медоноси та призводить до розриву усталених мутуалістичних зв'язків з аборигенною флорою.

7. Оцінено масштаб загрози біологічного забруднення напівприродних екосистем (природоохоронних територій м. Чернівці), де адвентивна фракція становить 25 видів із домінуванням видів-трансформерів (44 %). Підтверджено, що експансія інвазійних фітофагів *Arion lusitanicus* та *Cydalima perspectalis* виступає додатковим фактором деградації біотопів, спричиняючи руйнування рослинного покриву та фрагментацію кормової бази запилювачів. Це обґрунтовує необхідність включення показників інвазійного навантаження (як фіто-, так і зоокомпонента) до системи моніторингу ентомофільних рослин у складі запилювальної системи як основи стійкості агроландшафтів.

8. Обґрунтовано та розроблено прикладну організаційно-інструментальну модель підвищення структурно-функціональної стійкості агроландшафтів на основі регіональної мережі моніторингу за принципом «живої лабораторії» на ділянках із контрастним землекористуванням. Показано, що перехід від реактивного управління до екологічної інтенсифікації можливий за інтеграції адаптивного моніторингу, ГІС-планування та біотичної регуляції. Формування мозаїчної структури угідь із буферними зонами, відновлення аборигенної ентомофільної флори й контроль інвазійних видів створюють передумови для функціональної комплементарності *Apis mellifera* з дикою антофільною фауною, зменшують ризики дефіциту запилення та підвищують адаптивний потенціал агроекосистем в умовах кліматичних змін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абдулоєва, О., Карпенко, Н., & Сенчило, О. (2008). Обґрунтування «чорного списку» загрозливих для біорізноманіття інвазійних видів рослин України. *Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка*, 108–110.
2. Асоціація «Укрсадпром». (2019). *Річний галузевий звіт «Садівництво та ягідництво в Україні – 2018»*. Київ.
3. Білоножко, В. Я., Дерій, С. І., Полторецький, С. П., & Полторецька, Н. М. (2015). Оцінка підходів до управління агроєкосистемами і фітосанітарним станом посівів з метою збереження біорізноманіття в агроландшафтах. *Вісник Черкаського університету. Серія «Біологічні науки»*, (19), 19–27.
4. Боголюбов, В. М., Клименко, М. О., Мокін, В. Б., та ін. (2020). *Моніторинг довкілля* (стереотипне вид.; за ред. В. М. Боголюбова & Т. А. Сафранова). Олді-Плюс.
5. Бурда, Р. І., Пашкевич, Н. А., Бойко, Г. В., & Фіцайло, Т. В. (2015). *Чужорідні види охоронних флор Лісостепу України*. Київ: Наукова думка.
6. Бурда, Р. І., Протопопова, В. В., Шевера, М. В., Конякін, С. М., & Кучер, О. О. (Упоряд.). (2025). *Чужорідні види флори України: роки і автори. Бібліографічний показник* (Вип. 12). Київ.
7. Васильєва, Т. В., Немерцалов, В. В., & Коваленко, С. Г. (2019). Екологічні особливості та динаміка родини Айстрових у флорі міста Одеси за 100 років. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*, 3(26), 194. <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-3-26-19>
8. Вихор, Б. І., & Проць, Б. Г. (2013). Клен ясенелистий (*Acer negundo* L.) на Закарпатті: екологія, поширення та вплив на довкілля. *Біологічні системи*, 7, 130–148. http://nbuv.gov.ua/UJRN/bist_2013_7_2_14
9. Воронцов, Д. П. (2008). Аналіз флори Національного природного парку «Сколівські Бескиди». *Наукові записки Державного музею природничої історії*, 24, 99–108.

10. Воткальчук, К. А. (2013). Систематичний аналіз флори Вігорлат-Гутинського рангу. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 5(4), 553–557.
11. Галузева програма розвитку садівництва України на період до 2025 року. <http://www.minagro.gov.ua>
12. Геренчук, К. І. (Ред.). (1978). *Природа Чернівецької області*. Львів: Вища школа.
13. Гичка, А. А., & Мигаль, А. В. (2013). Клен ясенolistий (*Acer negundo* L.) у рослинному покриві Закарпаття. *Науковий вісник Ужгородського університету*, 2, 168–172.
14. Гнатюк, А. М., & Гапоненко, М. Б. (2016). Новий інвазійний шкідник *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) в м. Києві (Україна). У *Сучасні тенденції збереження, відновлення та збагачення фітоторізноманіття ботанічних садів і дендропарків* (Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 70-річчю дендрологічного парку «Олександрія» НАН України, с. 99–101). Біла Церква.
15. Голуб, А., Ковальська, М., & Москалик, Г. (2021). Експансія нових інвазійних видів *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) та *Arion lusitanicus sensu lato* на теренах Чернівецької області. Матеріали науково-практичної конференції всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт зі спеціальності «Екологія», Полтава, 24.
16. Гончар, Г. Ю. (2021). *Біоекологічні особливості диких бджіл (Hymenoptera: Apoidea) в умовах антропогенно змінених територій* [Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук. ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»].
17. Грод, І. М., Шевчик, Л. О., & Кравець, Н. Я. (2018). Спроба прогнозування динаміки чисельності популяцій антофільних комах методом комп'ютерного моделювання. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Біологія*, (3–4(74)), 47–52.

18. ГУ Держпродспоживслужби в Полтавській області. (2023). <http://polvet.gov.ua/uk/home/>
19. ГУ Держпродспоживслужби в Рівненській області. (2023, травень). *Сигналізаційне повідомлення про початок відродження личинок сашишової вогнівки (Cydalima perspectalis).* <https://www.rivneprod.gov.ua/2023/05/01/sygnalizatsijne-povidomlennya-pro-pochatok-vidrozhennya-lychynok-samshytovoyi-vognivky-cydalima-perspectalis/>
20. ГУ Держпродспоживслужби в Тернопільській області. (2023, березень). *Увага! Сашишова вогнівка – новий небезпечний шкідник.* <https://dpss-te.gov.ua/golovni-novini/uvaga-samshitova-vognivka-novii-nebezpechnii-shkidnik>
21. ГУ Держпродспоживслужби в Хмельницькій області. (2023). *Насадженням сашишту загрожує сашишова вогнівка.* <https://consumerhm.gov.ua/3039-nasadzhennyam-samshitu-zagrozhue-samshitova-vognivka>
22. ГУ Держпродспоживслужби в Чернівецькій області. (2020). <http://www.consumer-cv.gov.ua/>
23. ГУ Держпродспоживслужби у Вінницькій області. (2023, травень.). *Увага! У Вінниці з'явився новий небезпечний шкідник – сашишова вогнівка.* <https://www.vingudpss.gov.ua/news/uvaga-u-vinnyci-zyavyvsya-novyy-nebezpechnyy-shkidnyk-samshytova-vognivka>
24. Гураль-Сверлова, Н. В., & Гураль, Р. І. (2009). Проникнення нових видів слизняків на територію Львівської області, їх можливе господарське значення та особливості діагностики. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*, 11(3), 269–276.
25. Департамент екології та природних ресурсів Чернівецької обласної державної адміністрації. (2023). *Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Чернівецькій області за 2022 рік.* Чернівці.

26. Державна служба з охорони прав на сорти рослин. (2022). *Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні*. https://sops.gov.ua/uploads/page/2022-01-17_reestr.pdf.
27. Дідух, Я. (2009). Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії. *Вісник Національної академії наук України*, (2), 34–44.
28. Дорошенко, К. (2019). Ценопопуляції *Corydalis solida* (L.) Clairv. в умовах урбоєкосистем м. Львова. П. Репродуктивні параметри. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 80, 90–104.
29. Жук, А. В. (2024). *Теоретико-методологічні основи адаптивних стратегій збереження біорізноманіття та підтримання екосистемних послуг в агроландшафтах* [Дисертація доктора біологічних наук, спеціальність 03.00.16 – Екологія. Інститут агроєкології і природокористування НААН, Київ]. Репозитарій Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича <https://archer.chnu.edu.ua/handle/123456789/11748>
30. Жук, А. В., Зароченцева, О. Д., Тимочко, Л. І., Филипчук, Т. В., & Федоряк, М. М. (2024). Моніторинг зимових втрат бджолиних колоній в Україні. У Р. А. Волков & І. І. Панчук (Ред.), *Бджола медоносна* (с. 165–200). Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича.
31. Жук, А., Москалик, І., & Федоряк, М. (2025). Запилення як ключова екосистемна послуга: шляхи оптимізації та збереження. У *Соціоекосистеми в умовах війни та інших викликів: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 150-річчю Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича* (с. 172–176).
32. Зав'ялова, Л. В. (2017). Види інвазійних рослин, небезпечні для природного фіторізноманіття об'єктів природно-заповідного фонду України. *Біологічні системи*, 2(1), 87–107.
33. Зароченцева, О. Д., Черлінка, Л. В., Жук, А. В., Черлінка, В. Р., Герасимюк, П. В., & Федоряк, М. М. (2022). Вплив комахозапилення на

насіненні характеристики та врожайність гібридів соняшника. *Бджільництво України*, (9), 46–56. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.9.06>

34. Заячук, М. (2011). Фермерство в Чернівецькій обл.: становлення та спеціалізація. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*, (39), 167–174.

35. Знахідки чужорідних видів рослин та тварин в Україні. (2023). *Conservation Biology in Ukraine. Вип. 29*. Київ; Чернівці: Друк Арт.

36. Ільмінська, Л. (2020). *Запилення рослин комахами. Екосистемні послуги*. Ukrainian Nature Conservation Group. Електронний ресурс]. <https://lnk.ua/ANDKwgbVx>

37. Кабінет Міністрів України. (1998). *Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля* (Постанова № 391). Офіційний вісник України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-п#Text>

38. Кирилюк, С. М. (2019) *Ландшафтно-екологічна оцінка Хотинської височини для садівництва: монографія*. Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича.

39. Кілінська, К., Сухий, П., Андрусак, Н., & Березка, І. (2019). Екологічні проблеми галузі садівництва у Чернівецькій області. *Науковий вісник Чернівецького університету. Географія*, (808), 47–54.

40. Кіцмань City. (2023). Гусінь знищує кущі самшиту на Буковині: як врятувати рослини. <https://lnk.ua/mNBmMY1VG>

41. Ковальський, Ю. В., & Періг, М. Д. (2023). Вплив способу консервації бджолиного обніжжя на розвиток глоткової залози у медоносних бджіл *Apis mellifera* L. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 1, 88–96. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2023-178-1-88-96>

42. Комарова, О. В. (2019). Стійкий розвиток агроландшафтів як основа екологічної безпеки. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*, 4(24), 34–40. doi: 10.31435/rsglobal_ijite/30062019/6534

43. Кононенко, Р. О., & Пацюк, М. К. (2025). Лікарські рослини (Rosaceae, Asteraceae, Fabaceae, Apiaceae) околиць м. Житомира. *Екологічні науки*, 3(60). <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.3-60.22>
44. Коржик, В., Чорней, І., Токарюк, А., & Скільський, І. (2024). Фізико-географічне районування Чернівецької області. *Науковий вісник Чернівецького університету. Географія*, 847, 55–72. <https://doi.org/10.31861/geo.2024.847.55-72>
45. Кравець, Н. (2008). Антофільні перетинчастокрилі (Hymenoptera) Західного Поділля. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 46, 89–96.
46. Кравець, Н. Я. (2013а). Перетинчастокрилі (Hymenoptera) як компонент агробіоценозів Західної України. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 61, 120–128.
47. Кравець, Н. Я. (2013b). Перетинчастокрилі (Hymenoptera) як невід’ємна складова антофільного комплексу суходільних лук Західного Поділля. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія*, 35, 84–90.
48. Кравець, Н. Я. (2016). Видове різноманіття та еколого-фауністичний огляд антофільних комах ряду твердокрилі (Coleoptera) суходільних лук Західно-Подільського Придністров’я. *Наукові записки Державного природничого музею*, 32, 121–128. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzdpm_2016_32_15
49. Кушинська, М. (2012). Функціональне значення комах-запилювачів п’яти видів роду *Gentiana* L. у масиві Чорногора (Українські Карпати). *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 59, 167–172.
50. Лавренко, С. О., Соболев, О. М., Корбич, Н. М., & Кривий, В. В. (2022). Напрями та перспективи використання комах-запилювачів для біоіндикації стану екосистем та зміни клімату в умовах півдня України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 1(47), 80–90. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.11>

51. Лазарева, Л. М., Акименко, Л. І., Постоєнко, В. О., Ковальська, Л. М., Постоєнко, Г. В., Шаповал, Ж. В., & Дерунець, М. І. (2023). Фізико-хімічні показники якості акацієвого меду України. *Вісник аграрної науки*, 4(841), 38–44. DOI:[10.31073/agrovisnyk202304-05](https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202304-05)
52. Легета, У. В., Герасимюк, П. В., Москалик, І. М., Федоряк, М. М., Москалик, Г. Г. (2025a). Стратегія сталого розвитку як основа регіональної політики поводження з вторинною сировиною в Чернівецькій області з урахуванням потреб агровиробництва. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 17(2), 279–288. <https://doi.org/10.31861/biosystems2025.02.279>
53. Легета, У. В., Москалик, Г. Г., & Москалик, І. М. (2023). Запилення видів рослин родини Asteraceae, внесених до державного реєстру України. У О. В. Мудрак (Ред.), *Vin Smart Eco: Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції* (с. 100–102). КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти».
54. Легета, У. В., Москалик, Г. Г., Москалик, І. М., & Федоряк, М. М. (2025b). Аналіз запилення видів Asteraceae, внесених до Державного реєстру України. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 17(1), 110–119. <https://doi.org/10.31861/biosystems2025.01.110>
55. Легета, У. В., Москалик, Г. Г., Москалик, І. М., & Федоряк, М. М. (2022). Комахи-запилювачі плодово-ягідних культур, придатних для поширення в Україні (на прикладі родини Rosaceae). *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 14(2), 155–165. <https://doi.org/10.31861/biosystems2022.02.155>
56. Лісогурська, Д., Адамчук, Л., Фурман, С., Лісогурська, О., & Тимошук, Т. (2025). Кероване бджолозапилення – важлива передумова розвитку зеленого сільського господарства в Україні. *Аграрний вісник Причорномор'я*, 115, 64–73. DOI: <https://doi.org/10.37000/abbsl.2025.115.06>

57. Ліщук, А. В. (2007). До вивчення мух-дзюрчалок (Diptera, Syrphidae) грабово-дубових лісів НПП «Подільські Товтри». *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія*, 20, 136–140.
58. Ліщук, А. М., Парфенюк, А. І., Городиська, І. М., Драга, М. В., Терновий, Ю. В. (2022). Екологічні ризики порушення оптимального співвідношення земельних угідь. *Збалансоване природокористування*, 2, 85–92. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2022.261255
59. Макаренко, Н. В., Гнатюк, А. М., Пилипчук, В. Ф., & Шевченко, Я. С. (2019). Застосування біологічних препаратів проти самшитової вогнівки (*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)). *Інтродукція рослин*, 4(84), 97–107.
60. Мацях, І. П., & Крамарець, В. О. (2020). Інвазії комах-філофагів на територію України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 20, 11–25. DOI: [10.15421/412001](https://doi.org/10.15421/412001)
61. Мокін, В. Б., & Вікторов, М. С. (2008). Оптимальний вибір ГІС-програм для інтернет-картографування даних екологічного моніторингу. *Наукові праці ВНТУ*, 57–63.
62. Монастирська, С. С., Павлишак, Я. Я., & Гайнович, Н. К. (2016). Флористичне різноманіття медоносних рослин Надзбруччя. *Науковий вісник НЛТУ України*, 26(7), 224–229.
63. Москалик, Г. Г., & Легета, У. В. (2019). Алелопатичні властивості деяких інвазійних видів рослин-трансформерів. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*, 1(75), 73–79.
64. Москалик, Г. Г., Голуб, А. В., Ситнікова, І. О. Филипчук, Т. В., Жук, А. В., Легета, У. В., Гелецький, П. І., & Федоряк, М. М. (2024). Інвазійний вид комах *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859): глобальне поширення, проникнення в Україну та шкодочинність у Чернівецькій області. *Наук. вісн. Чернів. ун-ту. Біологія (Біологічні системи)*, 16(1), 98–115. <https://doi.org/10.31861/biosystems2024.01.098>

65. Москалик, Г. Г., Москалик, І. М., Гелецький, П. І., & Федоряк, М. М. (2025a). Фітоінвазійний компонент природоохоронних територій м. Чернівці. У Н. М. Сичак & О. К. Вікирчак (Ред.), *Наукові засади природоохоронного менеджменту екосистем Каньйонового Придністер'я* (збірка матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-річчю створення Національного природного парку «Дністровський каньйон», 11 вересня 2025 р., м. Заліщики, Україна). Львів: Галич-Прес (с. 84–89).

66. Москалик, Г. Г., Хлус, Л. М., Черлінка, В. Р., Ковальська, М. С., Тимчук, К. Ю., & Федоряк, М. М. (2020). Формування вторинного ареалу інвазійного виду моллюсків *Arion lusitanicus sensu lato* на території Чернівецької області. *Наук. вісн. Чернів. ун-ту. Біологія (Біологічні системи)*, 12(2), 202–216. <https://doi.org/10.31861/biosystems2020.02.202>

67. Москалик, І. М., Жук, А. В., & Федоряк, М. М. (2025a). Проектування просторового каркасу Живої лабораторії для відновлення оселищ диких запилювачів: експериментальний підхід RestPoll. *Вісник СНАУ. Серія «Агрономія і біологія»*, 3(61), 135–142. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2025.3.16>

68. Москалик, І. М., Федоряк, М. М., Ситнікова, І. О., & Филипчук, Т. В. (2025b). Систематичний аналіз медоносних трав'яних рослин природоохоронних територій. У *Адаптація до глобальних змін та викликів в економіці, туризмі, рекреації та захисті довкілля: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів і молодих вчених* (с. 404–406). ІФНТУНГ.

69. Москалик, Г., Подюк, Н., & Москалик, І. (2025b). Екологічні наслідки поширення *Solidago canadensis* L. (на прикладі м. Чернівці). У *Соціоекосистеми в умовах війни та інших викликів: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 150-річчю Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича* (с. 111–115).

70. Національна академія наук України. (2007). *Національний атлас України*. Київ: Картографія.
71. Національна мережа інформації з біорізноманіття (Ukrainian Biodiversity Information Network UkrBIN). (2022). Сайт. <http://ukrbn.com>
72. Нікорич, В. А., Цвик, Т. І., Гуцул, Т. В., & Демид, І. Е. (2025). Дерново-борові ґрунти першої надзаплавної тераси річки Прут (на прикладі біобазис «Жучка»): морфологія, властивості та таксономія. *Науковий вісник Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Біологічні системи*, 17(1), 189–198. <https://doi.org/10.31861/biosystems2025.01.189>
73. Осьодло, Л. М., & Токарюк, А. І. (2017). *Solidago canadensis* L. (Asteraceae) у лучних комплексах Буковинського Прикарпаття. У *Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції* (с. 47–50). Чернівці: Друк Арт.
74. Панцирева, Г. В. (2019). Перспективність використання *Asteraceae* L. в озелененні зони Поділля. *Науковий вісник НЛТУ України*, 29(8), 55–59. <https://doi.org/10.36930/40290808>
75. Попович, Т. Ю., & Симочко, В. В. (2018). Основні засади біологічної боротьби з самшитовою вогнівкою *Cydalis perspectalis*. У *Пермакультура та екологічно-безпечне землеробство* (Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 24–25 лютого 2018 р., с. 115–117). Ужгород: УжНУ «Говерла».
76. Поручинська, І. В., Поручинський, В. І., & Слащук, А. М. (2025). Аналіз ринку продукції бджільництва в Україні та світі. *Бджільництво України*, 14, 64–69. <https://doi.org/10.32782/beekeepingjournal.2025.14.08>
77. Протопопова, В. В., & Шевера, М. В. (2019). Інвазійні види у флорі України. І. Група високоактивних видів. *Geo&Bio*, 17, 116–135. <https://doi.org/10.15407/gb.2019.17.116>
78. Протопопова, В. В., Мосякін, С. Л., & Шевера, М. В. (2002). *Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє*. Київ: Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України.

79. Протопопова, В. В., Шевера, М. В., & Чорней, І. І. (2010). Види-трансформери у флорі Буковинського Передкарпаття. *Український ботанічний журнал*, 67(5), 852–864.
80. Разанов, С. Ф., Недашківський, В. М., & Вергеліс, В. І. (2020). Вплив температурних параметрів і тривалості цвітіння ріпаку озимого на продуктивність бджолиних сімей. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, (2), 97–102. doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-97-102
81. Раназонов, О. П., Голубенко, Т. Л., & Скоромна, О. І. (2023). *Шляхи підвищення конкурентоспроможності галузі бджільництва у контексті євроінтеграційних процесів* (279 с.). ТОВ «Друк».
82. Рожко, Н. Я. (2020). Формування експортно-імпортних відносин на ринку овочів та фруктів. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Проблеми економіки та управління*, 4(1), 83–92.
83. Рудська, Н. О. (2016). Формування видового складу запилювачів та їх вплив на насіннєву продуктивність рослин люцерни у Правобережному Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*, (62), 206–215.
84. Сидора, Н. В. (2020). Фармакогностичне дослідження представників підродини Amygdaloideae родини Rosaceae L. та створення лікарських засобів на їх основі [Дисертація доктора фармацевтичних наук. Національний фармацевтичний університет, Харків].
85. Сілі, І. І., Азархов, О. Ю., & Єфременко, Б. В. (2024). Роль електричних полів у комунікації рослин і запилювачів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 14(1). <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-24>
86. Скакун, В. О. (2018). Взаємодія представників роду *Buddleja* L. з комахами-запилювачами. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(5), 53–56. <https://doi.org/10.15421/40280511>
87. Смага, І. С., & Казімір, І. І. (2013). Сучасний якісний стан ґрунтів Чернівецької області. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*, (78), 128–134.

88. Тимочко, Л., Череватов, О., & Череватов, В. (2023). Породний склад сімей медоносних бджіл (*Apis mellifera* L.) на пасіках Північної Буковини. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 15(1), 70–78. <https://doi.org/10.31861/biosystems2023.01.070>
89. Ткаленко, Г. М., Ігнат, В. В., & Лохтенко, Д. П. (2019). Моніторинг садово-паркових насаджень в лісостепу України. *Наукові дослідження*, 3–4(254), 17–19.
90. Токарюк, А. (2019). Адвентивні види у рослинному покриві парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «парк «Жовтневий» м. Чернівці. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 11(2), 228–242.
91. Токарюк, А. І., Волюца, О. Д., Чорней, І. І., & Якушенко, Д. М. (2022). Нові знахідки адвентивних рослин у Чернівецькій області. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 14(2), 172–177. <https://doi.org/10.31861/biosystems2022.02.172>
92. Токарюк, А. І., & Гвоздецька, М. І. (2023). Адвентивна флора парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Парк ім. Ю. Федьковича» (м. Чернівці). У І. І. Чорней, І. В. Скільський, Д. І. Юзик, & О. В. Василюк (ред.), *Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: матеріали Шостої міжнародної науково-практичної конференції (с. 53–56). Друк Арт. (Серія: «Conservation Biology in Ukraine», вип. 35).*
93. Токарюк, А. І., Чорней, І. І., & Буджак, В. В. (2021). Види інвазійних рослин у Національному природному парку «Вижницький»: *Lupinus polyphyllus* Lindl. і *Quercus rubra* L. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 13(2), 192–204. <https://doi.org/10.31861/biosystems2021.02.198>
94. Токарюк, А. І., Чорней, І. І., Буджак, В. В., & Волюца, О. Д. (2020). Рослинний покрив парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Парк ім. Ф. Шиллера» (м. Чернівці). У *Наукові засади*

природоохоронного менеджменту екосистем Каньйонного Придністер'я: матеріали Третьої міжнародної науково-практичної конференції (с. 92–103). Друк Арт.

95. Токарюк, А. І., Чорней, І. І., Буджак, В. В., Протопопова, В. В., Шевера, М. В., Коржан, К. В., & Волуца, О. Д. (2018). *Інвазійні рослини в Буковинському Передкарпатті* (І. І. Чорней, наук. ред.). Чернівці: Друк Арт.

96. Токарюк, А., Чорней, І., Якушенко, Д., & Волуца, О. (2024). Високоактивні види інвазійних рослин у Національному природному парку «Вижницький». У О. В. Ротар (Відп. ред.), *Щорічник Чернівецького обласного краєзнавчого музею* (Вип. 9). Друк Арт.

97. Токарюк, А. І., & Хабайло, О. Ю. (2023). Адвентивна флора парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Садгірський» (м. Чернівці). У І. В. Скільський, І. І. Дмитраш-Вацеба, & О. В. Василюк (ред.), *Дністровські читання: матеріали круглого столу з нагоди 30-річчя Дністровського регіонального ландшафтного парку* (с. 81–85). Друк Арт. (Серія: «Conservation Biology in Ukraine», вип. 34).

98. Трегуб, О. (2023). Щодо правових засад екологічного моніторингу як гарантії дотримання прав людини в умовах війни. У *Четверті наукові читання пам'яті академіка В. К. Мамутова* (с. 218–222). Десна Поліграф.

99. Трегуб, О. А. (2020). Правове забезпечення екологічного відновлення міст на постконфліктних територіях. *Вісник Луганського державного університету внутрішніх справ імені Е. О. Дідоренка*, 4(92), 273–285. <https://doi.org/10.33766/2524-0323.92.273-285>

100. Турис, Е. В. (2015). Знахідки і особливості біології розвитку вогнівки самшитової *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera, Crambidae) в Закарпатській області, Україна. *Uzhgorod Entomological Readings. Proceedings of the 15th International Scientific Conference*, 1. <https://lnk.ua/wVljkvM4P>

101. Федорончук, М. М. (2022). Чекліст флори України. 4: родина *Rosaceae* (Rosales, Angiosperms). *Чорноморський ботанічний журнал*, 18(4), 305–349. <https://doi.org/10.32999/ksu1990-553X/2022-18-4-1>
102. Федоряк, М. М., & Москалик, І. М. (2025). Візуалізація поширення інвазійних видів із застосуванням QGIS (на прикладі *Acer negundo* L.). *Природнича освіта та наука*, 1, 109–117. DOI: <https://doi.org/10.32782/NSER/2025-1.18>
103. Федоряк, М. М., Жук, А. В., Филипчук, Т. В., Зароченцева, О. Д., Шкробанець, О. О., Джос, В. В., Москалик, І. М., & Голіней, А. В. (2024a). Аналіз зареєстрованих ознак втрат колоній *Apis mellifera* L. в Україні після зимівлі 2022–2023 рр. У *Perspectives of contemporary science: theory and practice*. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference (с. 124–130). SPC «Sci-conf.com.ua».
- 104.** Федоряк, М. М., Тимочко, Л. І., Филипчук, Т. В., Шкробанець, О. О., Жук, А. В., Делі, О. Ф., Подобівський, С. С., Миколайчук, В. Г., Зароченцева, О. Д., Мельниченко, Г. М., Москалик, Г. Г., Федоряк, Д. В., Бурдейний, М. І., Джос, В. В. (2025a). Вплив війни на втрати бджолиних колоній в Україні за результатами моніторингу після зимівлі 2023–2024 рр. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 17(1), 131–144. <https://doi.org/10.31861/biosystems2025.01.131>
105. Федоряк, М. М., Федоряк, Д. В., Руденко, С. В., & Руденко, С. С. (2025b). Оптимізація квіткових смуг для залучення комах, що надають подвійні екосистемні послуги в агроекосистемах: Аналітичний огляд. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 17(3), 411–435. <https://doi.org/10.31861/biosystems2025.03.411>
106. Федоряк, М. М., Черлінка, Л. В., Черлінка, В. Р., Москалик, Г. Г., Легета, У. В., Жук, А. В., Ситнікова, І. О., Москалик, І. М., & Курищук, А. Д. (2024b). Розробка елементів адаптивного моніторингу екосистемних послуг на модельних засадах. *Екологічні науки*, 4(55), 211–224. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.4-55.35>

107. Федоряк, М. М., Шкробанець, О. О., Тимочко, Л. І., Жук, А. В., Филипчук, Т. В., Легета, У. В., Делі, О. Ф., Герасимюк, П. В., Зароченцева, О. Д., Москалик, Г. Г., Джос, В. В. (2024с). Результати моніторингу втрат бджолиних колоній в Україні після зимівлі першого року війни (2021–2022). *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 16(3), 300–312. <https://doi.org/10.31861/biosystems2024.03.300>
108. Федоряк, М. М., Шкробанець, О. О., Тимочко, Л. І., Филипчук, Т. В., Делі, О. Ф., Москалик, Г. Г., Федоряк, Д. В., Джос, В. В., Бурдейний, М. І., Семенів, В. С., Сосновський, К. С., Мельниченко, Г. М., Кузьмінська, В. В., Миколайчук, В. Г. (2025с). Результати стандартизованого моніторингу втрат бджолиних колоній в Україні в умовах війни після зимівлі 2024–2025 років. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 17(3), 383–396. <https://doi.org/10.31861/biosystems2025.03.383>
109. Федоряк, М. М., Шкробанець, О. О., Тимочко, Л. І., Филипчук, Т. В., Жук, А. В., Делі, О. Ф., Подобівський, С. С., Миколайчук, В. Г., Легета, У. В., Зароченцева, О. Д., Гаврилець, Н. І., Мельниченко, Г. М., Джос, В. В. (2024d). Результати моніторингу втрат бджолиних колоній в Україні в умовах війни після зимівлі 2022–2023 років. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 16(1), 84–97. <https://doi.org/10.31861/biosystems2024.01.084>
110. Федоряк, М. М., Яворська, І. П., & Брушнівська, Л. В. (2008). Природно-заповідний фонд м. Чернівці. У *Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку* (с. 116–120). Львів.
111. Федоряк, М., & Москалик, І. (2024). Методи моніторингу комах-запилювачів і ефективності комахозапилення. У *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації: Збірник наукових праць міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (с. 22–25). Переяслав.
112. Федоряк, М., Руденко, С., & Жук, А. (2017). Павуки-герпетобіонти яблуневих садів на градієнті зменшення пестицидного навантаження.

Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи), 9(2), 203–210.

113. Філатов, М. О. (1997). *Поодинокі бджолині агроландшафту північного сходу України: фауна, екологія та практичне значення* [Автореферат дисертації кандидата біологічних наук. Харків].

114. Хлистун, Н. Я. (2006). *Адвентивна флора м. Чернівців*. [Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук. Київ].

115. Чипиляк, Т. Ф., Лещенюк, О. М., & Лінкевич, О. О. (2018). Особливості розмноження та вирощування *Chrysanthemum × hortorum* Bailey в умовах Криворізького ботанічного саду НАН України. *Біологічні системи, 10(2), 176–181.*

116. Чорней, І. І. (2009). *Флора Чивчинсько-Гринявських гір (Українські Карпати)* [Докторська дисертація, Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України].

117. Чорней, І. І., Коржик, В. П., Скільський, І., Буджак, В., Токарюк, А. І., Смірнов, Н., Білоконь, М. В., Аврам, М. М., Годованець, Б. Й., Бучко, В. В., Виклюк, М. І., Басняк, В. Й., Калашникова, Н. О., & Мелешук, Л. І. (2017). *Заповідні перлини Буковини: Атлас-довідник*.

118. Чумаченко, С. М., Яковлев, Є. О., Пиріков, О. В., & Парталян, А. С. (2022). Особливості реалізації мережі екологічного моніторингу бойових дій для Збройних Сил України. *Екологічна безпека та природокористування, 2(42), 23–34.* <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.2.23-34>

119. Шарапова, С. В. (2002). *Правове забезпечення екологічного моніторингу в Україні* [Дисертація кандидата юридичних наук, спеціальність 12.00.06). Національна юридична академія України імені Ярослава Мудрого, Харків, Україна].

120. Шворак, А., & Філюк, Д. (2021). Вплив екосистемних послуг на інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва. *Економічний журнал*

Волинського національного університету імені Лесі Українки, 1(25), 37–51.
<https://doi.org/10.29038/2786-4618-2021-01-37-51>.

121. Шевера, М. В., Протопопова, В. В., Зав'ялова, Л. В., Бурда, Р. І., Буджак, В. В., Коломійчук, В. П., Бойко, Н. С., Дойко, Н. М., Кучер, О. О., Конякін, С. М., Двірна, Т. С., Мордатенко, І. Л., & Міськова, О. В. (2025). Сучасні напрямки дослідження синантропізації рослинного покриву України. *Вісник Національної академії наук України*, 11, 78–94.
<https://doi.org/10.15407/visn2025.11.078>

122. Шевера, М. В., Протопопова, В. В., Томенчук, Д. Є., Андрик, Є. Й., & Кіш, Р. Я. (2017). Перший в Україні офіційний регіональний список інвазійних видів рослин Закарпаття. *Вісник НАН України*, 10, 53–61.
<https://doi.org/10.15407/visn2017.10.053>

123. Шишова, Т. В. (2007). Самозапилення нових інтродукованих сортів нектаріну (*Prunus persica* L. Batsh var. *nucipersica* (Suckow) Sc). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, 6, 66–70.

124. Шоферистов, Є. П., & Цюпка, С. Ю. (2007). Підсумки первинного вивчення віддалених гібридів нектаріну (*Prunus persica* L. Batsh var. *nucipersica* (Suckow) Sc) і персика (*Prunus persica* L. Batsh) з мигдалем звичайним (*Amygdalus communis* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, 6, 71–79.

125. Abdallah, D., Baraket, G., Perez, V., et al. (2020). Self-compatibility in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]: patterns of diversity surrounding the S-locus and analysis of SFB alleles. *Horticulture Research*, 7(170), 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00392-z>

126. Abhilasha, D., Quintana, N., Vivanco, J., & Joshi, J. (2008). Do allelopathic compounds in invasive *Solidago canadensis* s.l. restrain the native European flora? *Journal of Ecology*, 96(5), 993–1001.

127. Allen-Wardell, G., Bernhardt, P., Bitner, R., Burquez, A., Buchmann, S., Cane, J., ... Walker, S. (1998). The potential consequences of pollinator declines

on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*, 12(1), 8–17.

128. Armstrong, K. E., Griswold, T., Williams, N. M., & Winfree, R. (2015). Negative effects of pesticides on wild bee communities can be buffered by landscape context. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1806), 20150299. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.0299>

129. Bakay, L., & Kollár, J. (2018). The spread rate of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) in Slovakia (2013–2015). *Plants in Urban Areas and Landscape*, 51–54. <https://doi.org/10.15414/PUAL/2018.51-54>

130. Balashov, I., Khomenko, A., Kovalov, V., & Harbar, O. (2018). Fast recent expansion of the Spanish slug (Gastropoda, Stylommatophora, Arionidae) across Ukraine. *Vestnik Zoologii*, 52(6), 451–456. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2018-0057>

131. Barragan-Fonseca, K. B., Ortiz, J. E., García-Arteaga, J. D., & Giron, D. (2025). The Role of Insects in Agri-Food Sustainability: Taking Advantage of Ecosystem Services to Achieve Integrated Insect Management. *Insects*, 16(8), 866. <https://doi.org/10.3390/insects16080866>

132. Bascompte, J., Jordano, P., Melián, C. J., & Olesen, J. M. (2003). The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 100(16), 9383–9387. <https://doi.org/10.1073/pnas.1633576100>

133. Bell, K. L., de Vere, N., Keller, A., Richardson, R. T., Gous, A., & Burgess, K. S. (2016). Pollen DNA barcoding: Current applications and future prospects. *Genome*, 59(9), 629–640.

134. Benvenuti, S. (2024). Weed role for Pollinator in the Agroecosystem: plant–insect interactions and agronomic strategies for Biodiversity Conservation. *Plants*, 13(16), 2249. <https://doi.org/10.3390/plants13162249>

135. Bergamo, P. J., Rito, K. F., Viana, B. F., Garcia, E., Nic Lughadha, E., Maués, M. M., Rech, A. R., Silva, F. D. S., Varassin, I. G., Agostini, K., Marques, M. C. M., Maruyama, P. K., Ravena, N., Garibaldi, L. A., Knight, T. M., Oliveira,

P. E. A. M., Oppata, A. K., Saraiva, A. M., Tambosi, L. R., Tsukahara, R. Y., Freitas, L., & Wolowski, M. (2023). Integrating public engagement to intensify pollination services through ecological restoration. *iScience*, 26, 18, 107276 <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107276>

136. Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P. M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A. P., Potts, S. G., Kleukers, R., Thomas, C. D., Settele, J., & Kunin, W. E. (2006). Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313(5785), 351–354. <https://doi.org/10.1126/science.1127863>

137. Breeze, T. D., Bailey, A. P., Balcombe, K. G., Brereton, T., Comont, R., Edwards, M., Garratt, M. P., Harvey, M., Hawes, C., Isaac, N., Jitlal, M., Jones, C. M., Kunin, W. E., Lee, P., Morris, R. K. A., Musgrove, A., O'Connor, R. S., Peyton, J., Potts, S. G., Roberts, S. P. M., Roy, D. B., Roy, H. E., Tang, C. Q., Vanbergen, A. J., & Carvell, C. (2020). Pollinator monitoring more than pays for itself. *Journal of Applied Ecology*, 58(1), 44–57. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13755>

138. Briner, T., & Frank, T. (1998). The palatability of 78 wild flowers trip plants to the slug *Arion lusitanicus*. *Annals of Applied Biology*, 133, 123–133. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1998.tb05244.x>

139. Brodschneider, R., Gray, A. (2021). How COLOSS Monitoring and Research on Lost Honey Bee Colonies Can Support Colony Survival. *Bee World*. 99(1), 810. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2021.1993611>.

140. Buhk, C., Oppermann, R., Schanowski, Bleil, R., Lüdemann, J., Maus, Ch. (2018). Flower strip networks offer promising long term effects on pollinator species richness in intensively cultivated agricultural areas. *BMC Ecol.* 18, 55. <https://doi.org/10.1186/s12898-018-0210-z>

141. Carmo, R. F. R., Carvalho, C. H., Gusmão, R. A. F., Alencar, L. F. C. S., Vizentin-Bugoni, J., Boldorini, G. X., Galvão, G. A., Brito, J. C. B., & Gonçalves-Souza, T. (2025). Invasive plant and honeybee alter native plant–

pollinator network structure in dry forest. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 97(1), e20231071. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202520231071>

142. Carrie, R., Lopes, M., Ouin, A., & Andrieu, E. (2018). Bee diversity in crop fields is influenced by remotely sensed landscape characteristics. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 258, 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.054>

143. Chagnon, M., Gingras, J., & De Oliveira, D. (1993). Complementary aspects of strawberry pollination by honey and indigenous bees (Hymenoptera). *Journal of Economic Entomology*, 86(2), 416–420. <https://doi.org/10.1093/jee/86.2.416>

144. Chapman, P. M. (2012). Adaptive monitoring based on ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 415, 56–60. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.03.036>

145. Chauzat, M.P., Jacques, A., Laurent, M., Bougeard, S., Hendrikx, P., Ribière-Chabert, M., & EPILOBEE Consortium (2016). Risk indicators affecting honey bee colony survival in Europe: One year of surveillance. *Apidologie*, 47, 348–378. doi:10.1007/s13592-016-0440-z

146. Collevatti, R. G., Schoereder, J. H., & Campos, L. A. O. (2000). Foraging behavior of bee pollinators on the tropical weed *Triumfetta semitriloba*: Flight distance and directionality. *Revista Brasileira de Biologia*, 60(1). <https://doi.org/10.1590/S0034-71082000000100005>

147. COLOSS. (2024). *Prevention of honey bee COlony LOSSes*. <https://coloss.org/>

148. Cordoba, C., Triviño, C., & Toro Calderón, J. (2020). Agroecosystem resilience: A conceptual and methodological framework for evaluation. *PLOS ONE*, 15(4), e0220349. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220349>

149. Decourtye, A., Alaux, C., Conte, Y., Le, Henry, M. (2019). Toward the protection of bees and pollination under global change: present and future perspectives in a challenging applied science. *Current Opinion in Insect Science*, 35, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.07.008>

150. Deeksha, M. G., Sarfraz Khan, M., Kumar, G., & Udikeri, A. (2023). Pollinator interaction with selected “weeds” flora, Asteraceae, in the context of land use. *Oriental Insects*, 57(3), 935–950. <https://doi.org/10.1080/00305316.2022.2164373>
151. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. (2022). *DAISIE – Delivering alien invasive species inventories for Europe*. <http://www.europe-aliens.org>
152. Descamps, C., Quinet, M., Jacquemart, A-L. (2021). Climate Change–Induced Stress Reduce Quantity and Alter Composition of Nectar and Pollen From a Bee-Pollinated Species (*Borago officinalis*, Boraginaceae). *Front. Plant Sci*, 12:755843. doi: 10.3389/fpls.2021.755843
153. Dicks, L. V., Breeze, T. D., Ngo, H. T., Senapathi, D., An, J., Aizen, M. A., Basu, P., Buchori, D., Galetto, L., Garibaldi, L. A., Gemmill-Herren, B., Howlett, B. G., Imperatriz-Fonseca, V. L., Johnson, S. D., Kovács-Hostyánszki, A., Kwon, Y. J., Lattorff, H. M. G., Lungharwo, T., Seymour, C. L., & Potts, S. G. (2021). A global-scale expert assessment of drivers and risks associated with pollinator decline. *Nature Ecology & Evolution*, 5(10), 1453–1461. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01534-9>
154. Diekötter, T., Jauker, F., Wolters, V., & Holzschuh, A. (2010). Oilseed rape crops distort plant–pollinator interactions. *Journal of Applied Ecology*, 47(6), 1200–1207. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01759.x>
155. Dormann, C. F., Fründ, J., Blüthgen, N., & Gruber, B. (2009). Indices, graphs and null models: Analyzing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal*, 2, 7–24.
156. Dreijers, E., Reise, H., & Hutchinson, J. M. C. (2013). Mating of the slugs *Arion lusitanicus* auct. non Mabille and *A. rufus* (L.): Different genitalia and mating behaviour are incomplete barriers to interspecific sperm exchange. *Journal of Molluscan Studies*, 79, 51–63. <https://doi.org/10.1093/mollus/ey036>
157. Duchenne F., Thebault E., Michez D., Gerard M., Devaux C., Rasmont P., Vereecken N.J., Fontaine C. (2020). Long-term effects of global change on

occupancy and flight period of wild bees in Belgium. *Global Change Biology*. 26(12):6753-6766. <https://doi.org/10.1111/gcb.15379>

158. EasyTrace Group. (2015). *Easy Trace 7.99: Digitizing software*. <http://www.easytrace.com>

159. Elisovetcaia, D., Calestru, L., & Țugulea, C. (2020). Biological peculiarities of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) in the conditions of the Republic of Moldova. *AGROFOR International Journal*, 5, 88–99. <https://doi.org/10.7251/AGRENG2003088E>

160. Engelke, S., Kömpf, J., Jordaens, K., Tomiuk, J., & Parker, E. D. (2011). The genetic dynamics of the rapid and recent colonization of Denmark by *Arion lusitanicus* (Mollusca, Pulmonata, Arionidae). *Genetica*, 139, 709–721. <https://doi.org/10.1007/s10709-011-9580-1>

161. Ennos, R. A. (1994). Estimating the relative rates of pollen and seed migration among plant populations, *Heredity*, 72. 250–259.

162. European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2022). *EPPO Global Database*. <https://gd.eppo.int>

163. European Commission. (2016). Commission Implementing Regulation (EU) 2016/1141 of 13 July 2016 establishing a list of invasive alien species of Union concern pursuant to Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union, L 189, 4–8. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32016R1141>

164. European Environment Agency. (2025). *EUNIS habitat classification*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification>

165. Fan, J., Zhang, W., Zhang, D., Wang, G., & Cao, F. (2019). Flowering Stage and Daytime Affect Scent Emission of *Malus ioensis* 'Prairie Rose'. *Molecules*, 24(13), 1–13. DOI: 10.3390/molecules24132356

166. Farahani, S., Salehi, M., Farashiani, M. E., Kazerani, F., Kouhjani-Gorji, M., Khaleghi Trujeni, S. N., Ahangaran, Y., Babaei, M. R., Yarmand, H., Omid, R., & Talebi, A. A. (2021). Life cycle of *Cydalima perspectalis* (Walker,

1859) (Lepidoptera: Crambidae), an invasive exotic pest in Hyrcanian forests of Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(2), 361–370.

167. Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M. R., & Thomson, J. D. (2004). Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35, 375–403. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347>

168. Ferenczi, F., Szűcs, I., & Gáthy, A. (2023). Evaluation of the pollination ecosystem service of the honey bee (*Apis mellifera*) based on a beekeeping model in Hungary. *Sustainability*, 15(13), 9906. <https://doi.org/10.3390/su15139906>

169. Fijen, T. P. M., Eeraerts, M., Osterman, J., Birkhofer, K., & Kleijn, D. (2025). Crop diversification for pollinator conservation. *Landscape Ecology*, 40(1), 19. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-02027-3>

170. Fijen, T. P. M., Read, S. F. J., Walker, M. K., et al. (2022). Different landscape features within a simplified agroecosystem support diverse pollinators and their service to crop plants. *Landscape Ecology*, 37, 1787–1799. <https://doi.org/10.1007/s10980-022-01423-x>

171. Fijen, T. P. M., Scheper, J. A., Boekelo, B., Raemakers, I., & Kleijn, D. (2019). Effects of landscape complexity on pollinators are moderated by pollinators' association with mass-flowering crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1900), 20190387. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0387>

172. Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), Article 20. <https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420>

173. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *The 10 elements of agroecology: Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. FAO.

174. Frenzel, T., Wörsdörfer, A., Khedhiri, S., Di Giulio, M., Leus, F., Lipperts, M. J., Martin, D., & Fischer, K. (2021). Grassland fallows as key for successful insect conservation. *Insect Conservation and Diversity*, 14(5), 837–850. <https://doi.org/10.1111/icad.12525>
175. Funk, V. A., Susanna, A., Stuessy, T. F., & Bayer, R. J. (Eds.). (2009). *Systematics, evolution, and biogeography of Compositae*. Vienna, Austria: International Association for Plant Taxonomy.
176. Galbraith, S. M., Vierling, L. A., & Bosque-Pérez, N. A. (2015). Remote sensing and ecosystem services: Current status and future opportunities for the study of bees and pollination-related services. *Current Forestry Reports*, 1(4), 261–274. <https://doi.org/10.1007/s40725-015-0024-6>
177. García-Vicente, E. J., Benito-Murcia, M., Martín Domínguez, M., Pérez Pérez, A., M González Sánchez, M. ... & Risco Pérez, D. (2024). Main causes of producing honey bee colony losses in southwestern Spain: a novel machine learning-based approach. *Apidologie*, 55(67), <https://doi.org/10.1007/s13592-024-01108-1>.
178. Garibaldi, L. A., Aizen, M. A., Klein, A.-M., Cunningham, S. A., & Harder, L. D. (2011a). Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(14), 5909–5914. <https://doi.org/10.1073/pnas.1012431108>
179. Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J. M., Bommarco, R., Cunningham, S. A., ... Klein, A. M. (2011b). Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, 14(10), 1062–1072. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01669.x>
180. Garratt, M. P. D., O'Connor, R. S., Carvell, C., Fountain, M. T., Breeze, T. D., Pywell, R. F., Redhead, J. W., Kinneen, L., Mitschunas, N., Truslove, L., Xavier e Silva, C., Jenner, N., Ashdown, C., Brittain, C., McKerchar, M., Butcher, C., Edwards, M., Nowakowski, M., Sutton, P., & Potts, S. G. (2023). Addressing pollination deficits in orchard crops through habitat management for

wild pollinators. *Ecological Applications*, 33(1), e2743.
<https://doi.org/10.1002/eap.2743>

181. Gebhardt, S., Van Dijk, J., Lof, M. E., Wassen, M. J., & Bakker, M. (2025). Understanding interactive effects between habitat configuration and pesticide use for pollination: Towards better informed landscape management. *Ecological Processes*, 14(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13717-025-00587-z>

182. Gill, K. A., & O’Neal, M. E. (2015). Survey of soybean insect pollinators: Community identification and sampling method analysis. *Environmental Entomology*, 44(3), 488–498. <https://doi.org/10.1093/ee/nvv001>

183. Giovanetti, M., Albertazzi, S., Flaminio, S., Ranalli, R., Bortolotti, L., & Quaranta, M. (2021). Pollination in Agroecosystems: A Review of the Conceptual Framework with a View to Sound Monitoring. *Land*, 10(5), 540. <https://doi.org/10.3390/land10050540>

184. Global Biodiversity Information Facility. (2022). *Global Biodiversity Information Facility (GBIF)*. <https://www.gbif.org>

185. GRASS Development Team. (2020). *Geographic Resources Analysis Support System (GRASS GIS)* (Version 7.6). <https://grass.osgeo.org>

186. Gray, A., Adjlane, N., Arab, A., Ballis, A., Brusbardis, V., Bugeja Douglas, A., Fedoriak, M.... & Brodschneider, R. (2023). Honey bee colony loss rates in 37 countries using the COLOSS survey for winter 2019–2020: the combined effects of operation size, migration and queen replacement. *Journal of Apicultural Research*, 62(2), 204–210. <https://doi.org/10.1080/00218839.2022.2113329>

187. Gray, A., Adjlane, N., Arab, A., Ballis, A., Brusbardis, V., Charrière, J. D., ... Brodschneider, R. (2020). Honey bee colony winter loss rates for 35 countries participating in the COLOSS survey for winter 2018–2019, and the effects of a new queen on the risk of colony winter loss. *Journal of Apicultural Research*, 59(5), 744–751. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1797272>

188. Grimm, B., & Paill, W. (2001). Spatial distribution and home-range of the pest slug *Arion lusitanicus* (Mollusca: Pulmonata). *Acta Oecologica*, 22, 219–227. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(01\)01132-7](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(01)01132-7)

189. Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2005). The insects: an outline of entomology. Blackwell Publishing Ltd.
190. Guo, R.-Z., Song, Y.-B., & Dong, M. (2022). Progress and Prospects of Ecosystem Disservices: An Updated Literature Review. *Sustainability*, 14(16), 10396. <https://doi.org/10.3390/su141610396>
191. Holzschuh, A., Dormann, C. F., Tscharntke, T., & Steffan-Dewenter, I. (2013). Mass-flowering crops enhance wild bee abundance. *Oecologia*, 172(2), 477–484. <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2515-5>
192. Horsburgh, M., Semple, J. C., & Kevan, P. (2011). Relative pollinator effectiveness of insect floral visitors to two sympatric species of wild aster: *Symphotrichum lanceolatum* (Willd.) Nesom and *S. lateriflorum* (L.) Löve & Löve (Asteraceae: Astereae). *Rhodora*, 113(953), 64–86. <https://doi.org/10.2307/23314689>
193. Hristov, P., Shumkova, R., Palova, N., & Neov, B. (2020). Factors associated with honey bee colony losses: A mini-review. *Veterinary Sciences*, 7(4), 166. <https://doi.org/10.3390/vetsci7040166>
194. Hung, K.L.J., Kingston, J.M., Albrecht, M., Holway, D.A., Kohn, J. R. (2018). The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. *Proc Royal Soc.*, 285(1870), 20172140. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2140>.
195. Jones, H. A. (2014). Pollination and life history studies of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Hilgardia*, 2(13), 425–479. <https://doi.org/10.3733/hilg.v02n13p425>
196. Kearns, C. A., Inouye, D. W., & Waser, N. M. (1998). Endangered mutualisms: The conservation of plant–pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 83–112. <https://www.jstor.org/stable/221703>
197. Keith, D. A., Martin, T. G., McDonald-Madden, E., & Walters, C. (2011). Uncertainty and adaptive management for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 144(4), 1175–1178. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.11.022>

198. Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
199. Kowalska, J., Antkowiak, M., Sienkiewicz, P. (2022). Flower Strips and Their Ecological Multifunctionality in Agricultural Fields. *Agriculture*, 12(9), 1470 <https://doi.org/10.3390/agriculture12091470>
200. Kozar, R., Djalante, R., Leimona, B., Subramanian, S. M., & Saito, O. (2023). The politics of adaptiveness in agroecosystems and its role in transformations to sustainable food systems. *Earth System Governance*, 17, 100191. <https://doi.org/10.1016/j.esg.2023.100191>
201. Kozłowski, J. (2000). Reproduction of *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae) introduced in Poland. *Folia Malacologica*, 8, 87–94. <https://doi.org/10.12657/folmal.008.011>
202. Kozłowski, J. (2005). Host plants and harmfulness of *Arion lusitanicus* Mabille, 1868. *Journal of Plant Protection*, 45(3), 221–233.
203. Kozłowski, J. (2007). The distribution, biology, population dynamics and harmfulness of *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae) in Poland. *Journal of Plant Protection Research*, 47, 219–230. <https://doi.org/10.2478/v10045-007-0031-5>
204. Lee, Y. D., Yokoi, T. & Nakazawa, T. (2024). A pollinator crisis can decrease plant abundance despite pollinators being herbivores at the larval stage. *Sci Rep* 14, 18523. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-69537-7>
205. Leuthardt, F. L. G., Billen, W., & Baur, B. (2010). Ausbreitung des Buchsbaumzünslers *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in der Region Basel – eine für die Schweiz neue Schädlingsart. *Entomo Helvetica*, 3, 51–57.
206. Li, K., & Goslee, S. C. (2025). Benefits of wildflower strips in agricultural field margins differ based on landscape complexity across four ecosystem services. *Landscape Ecology*, 40, 173. <https://doi.org/10.1007/s10980-025-02185-y>

207. Lindenmayer, D. B., & Likens, G. E. (2009). Adaptive monitoring: A new paradigm for long-term research and monitoring. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(9), 482–486. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.005>
208. López-Cubillos, S., McDonald-Madden, E., & Runting, R. K. (2023). Optimal restoration for pollination services increases forest cover while doubling agricultural profits. *PLoS Biology*, 21(5), e3002107. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002107>
209. Lupp, G., Huang, J. J., Oen, A., & Pauleit, S. (2020). Living Labs – A concept for co-designing nature-based solutions. *Sustainability*, 13(1), 188. <https://doi.org/10.3390/su13010188>
210. Marshman, J., Blay-Palmer, A., & Landman, K. (2019). Anthropocene Crisis: Climate Change, Pollinators, and Food Security. *Environments*, 6(2), 22. <https://doi.org/10.3390/environments6020022>
211. Medeiros, L. P., Garcia, G., Thompson, J. N., & Guimaraes Jr, P. R. (2018). The geographic mosaic of coevolution in mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(47), 12017–12022.
212. Meuwissen, M. P., Feindt, P. H., Midmore, P., Wauters, E., Finger, R., Appel, F., Spiegel, A., Mathijs, E., Termeer, K. J., Balmann, A., Mey, Y., & Reidsma, P. (2020). The struggle of farming systems in Europe: Looking for explanations through the lens of resilience. *EuroChoices*, 19(2), 4–11. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12278>
213. Milanović, M., Knapp, S., Pyšek, P., & Kühn, I. (2020). Linking traits of invasive plants with ecosystem services and disservices. *Ecosystem Services*, 42, 101072. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101072>
214. Minaud, E., Rebaudo, F., Mainardi, G., Vardakas, P., Hatjina, F., Steffan-Dewenter, I., & Requier, F. (2024). Temperature in overwintering honey bee colonies reveals brood status and predicts colony mortality. *Ecological Indicators*, 169, 112961. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112961>
215. Mockford, E. J., Marshall, E. J. P., & Westbury, D. B. (2023). Effects of perennial wildflower strips and landscape context on biodiversity and ecosystem

services in agricultural systems. *Ecology and Evolution*, 13(8), e10285. <https://doi.org/10.1002/ece3.10285>

216. Moreira, M. M., & Freitas, L. (2020). Review of the pollination system by small diverse insects. *Neotropical Entomology*, 49, 472–481. <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00779-6>

217. Moskalyk, H., Zarochentseva, O., & Moskalyk, I. (2025). The most significant animal invasions in Chernivtsi region (Ukraine): *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) and *Arion lusitanicus* sensu lato, and the formation of their secondary ranges. LAP LAMBERT Academic Publishing.

218. Moskalyk, I., Fylypchuk, T., Zhuk, A., Moskalyk, H., Sytnikova, I., Zarochentseva, O., & Fedoriak, M. (2025). Phytodiversity of herbaceous wild vegetation strips as a determinant of wild pollinator conservation. *International journal of ecosystems and ecology science*. 15(4), 161–170. DOI: <https://doi.org/10.31407/ijeess15.420>

219. Mosyakin, S., & Fedoronchuk, M. (1999). *Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist*. Kyiv.

220. Muhammad, W., Saeed, Sh., Ahmad, A., Yasir, I. M., & Mahtab, A. M. (2021). Pollinator community of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and its role in crop reproductive success. *Asian Journal of Agriculture & Biology*, (2). <https://doi.org/10.35495/ajab.2020.07.398>

221. Nacambo, S., Leuthardt, F. L. G., Wan, H., Li, H., Haye, T., Baur, B., Weiss, R. M., & Kenis, M. (2013). Development characteristics of the box-tree moth *Cydalima perspectalis* and its potential distribution in Europe. *Journal of Applied Entomology*, 137(1), 1–13. <https://doi.org/10.1111/jen.12078>

222. Nakase, Y., & Suetsugu, K. (2015). Technique to detect flower-visiting insects in video monitoring and time-lapse photography data. *Plant Species Biology*, 31, 10. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12095>

223. Nath, R., Singh, H., & Mukherjee, S. (2023). Insect pollinators decline: an emerging concern of Anthropocene epoch. *Journal of Apicultural Research*, 62(1), 23–38. <https://doi.org/10.1080/00218839.2022.2088931>

224. National Research Council. (2006). *Status of pollinators in North America*. National Academies Press.
225. Nganso, B.T., Ayalew, W., Wubie, A.J., Assefa, F., Belayhun, L. ... & Subramanianet, S. (2025). Honey bee colony losses and causes during the active beekeeping season 2022/2023 in nine Sub-Saharan African countries. *PLOS One*, 20(5): e0322489. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0322489>.
226. Nichols, J. D., & Williams, B. K. (2006). Monitoring for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(12), 668–673. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.08.007>
227. O'Connor, R. S., Kunin, W. E., Garratt, M. P. D., Potts, S. G., Roy, H. E., Andrews, C., Jones, C. M., Peyton, J. M., Savage, J., Harvey, M. C., Morris, R. K. A., Roberts, S. P. M., Wright, I., Vanbergen, A. J., & Carvell, C. (2019). Monitoring insect pollinators and flower visitation: The effectiveness and feasibility of different survey methods. *Methods in Ecology and Evolution*, 10, 2129–2140. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13292>
228. Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120, 321–326. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
229. Osborne, J. L., Martin, A. P., Carreck, N. L., Swain, J. L., Knight, M. E., Goulson, D., Hale, R. J., & Sanderson, R. A. (2008). Bumblebee flight distances in relation to the forage landscape. *The Journal of animal ecology*, 77(2), 406–415. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2007.01333.x>
230. Ouvrard, P. Ouvrard, J. Transon, A.-L. Jacquemart (2018). Flower-strip agri-environment schemes provide diverse and valuable summer flower resources for pollinating insects. *Biodivers. Conserv.*, 27, 2193–2216. DOI:[10.1007/s10531-018-1531-0](https://doi.org/10.1007/s10531-018-1531-0)
231. Papa, G, Maier, R, Durazzo, A, Lucarini, M, Karabagias, I.K, Plutino, M., Negri, I. (2022). The honey bee *Apis mellifera*: an insect at the interface between human and ecosystem health. *Biology*. 11(2), 233. <https://doi.org/10.3390/biology11020233>.

232. Papureanu, A.-M., Reise, H., & Varga, A. (2014). First records of the invasive slug *Arion lusitanicus* auct. non Mabilie (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae) in Romania. *Malacologica Bohemoslovaca*, 13, 6–11.
233. Park, I. K. (2008). Ecological characteristic of *Glyphodes perspectalis*. *Korean Journal of Applied Entomology*, 47(3), 299–301. <https://doi.org/10.5656/KSAE.2008.47.3.299>
234. Pisula, N., & Meiners, S. J. (2010). Allelopathic effects of *Solidago canadensis* on the germination of native species. *American Midland Naturalist*, 163(2), 232–245.
235. Poljuha, D., Sladonja, B., Uzelac Božac, M., Šola, I., Damijanić, D., & Weber, T. (2024). The Invasive Alien Plant *Solidago canadensis*: Phytochemical Composition, Ecosystem Service Potential, and Application in Bioeconomy. *Plants*, 13(13), 1745. <https://doi.org/10.3390/plants13131745>
236. Porto, R. G., De Almeida, R. F., Cruz-Neto, O., Tabarelli, M., Viana, B. F., Peres, C. A., & Lopes, A. V. (2020). Pollination ecosystem services: A comprehensive review of economic values, research funding and policy actions. *Food Security*, 12(6), 1425–1442. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01043-w>
237. Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010a). Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
238. Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., Dicks, L. V., Garibaldi, L. A., Hill, R., Settele, J., & Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540, 220–229. <https://doi.org/10.1038/nature20588>
239. Potts, S. G., Roberts, S. P. M., Dean, R., Marris, G., Brown, M. A., Jones, R., Neumann, P., & Settele, J. (2010b). Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 15–22. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.0233>

240. Potts, S. G., Vulliamy, B., Dafni, A., Ne'eman, G., & Willmer, P. (2003). Linking bees and flowers: How do floral communities structure pollinator communities? *Ecology*, 84(10), 2628–2642.
241. Prokop, P. (2024). Urban environment decreases pollinator availability, fertility, and prolongs anthesis in the field bindweed (*Convolvulus arvensis* Linnaeus, 1753). *Plant Signaling & Behavior*, 19(1), 2325225. <https://doi.org/10.1080/15592324.2024.2325225>
242. Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., Carlton, J. T., ... Richardson, D. M. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, 95(6), 1511–1534. <https://doi.org/10.1111/brv.12627>
243. Pyšek, P., Pergl, J., Essl, F., Lenzner, B., Dawson, W., Kreft, H., Weigelt, P., Winter, M., Kartesz, J., Nishino, M., Antonova, L. A., Barcelona, J. F., Cabezas, F. J., Cárdenas, D., Cárdenas-Toro, J., Castaño, N., Chacón, E., Chatelain, C., Dullinger, S., ... van Kleunen, M. (2017). Naturalized alien flora of the world: Species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and global hotspots of plant invasion. *Preslia*, 89(2), 203–274. <https://doi.org/10.23855/preslia.2017.203>
244. QGIS Development Team. (2024). *QGIS Geographic Information System*. <http://qgis.osgeo.org>
245. Richards, A. J. (2001). Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? *Ann. Bot.*, 88, 165–172. <http://dx.doi.org/10.1006/anbo.2001.1463>
246. Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6, 93–107.
247. Rischen, T., Geisbüsch, K., Ruppert, D., & Fischer, K. (2022). Farmland biodiversity: Wildflower-sown islands within arable fields and grassy field margins both promote spider diversity. *Journal of Insect Conservation*, 26, 415–424. <https://doi.org/10.1007/s10841-021-00363-2>

248. Sadafale, G. V. R., Vishnupandi, M., Sami, A., Sudalaiyandi, Y., Subal, B. K., Ashish Kamal, P., & Shukla, A. (2025). Global Decline of Pollinators: Drivers, Consequences and Mitigation Strategies. *J. Biol. Nature*, 17(2), 356–379. DOI: <https://doi.org/10.56557/joban/2025/v17i29697>
249. Schatte, P., & Meyer, M. A. (2025). Assessing holistic agroecological resilience of agroecosystems from a landscape perspective: A systematic review. *Ecology and Society*, 30(2), 24. <https://doi.org/10.5751/ES-16137-300224>
250. Schuler, K. (1982). Blütenbesuch durch Insekten an *Solidago canadensis* und *S. virgaurea*: Eine vergleichende Studie. *Berichte des Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereins in Innsbruck*, 69, 127–144.
251. Seebens, H., Bacher, S., Blackburn, T. M., Capinha, C., Dawson, W., Dullinger, S., ... Essl, F. (2021). Projecting the continental accumulation of alien species through to 2050. *Global Change Biology*, 27(5), 970–982. <https://doi.org/10.1111/gcb.15333>
252. Seitz, N., van Engelsdorp, D., & Leonhardt, S. D. (2020). Are native and non-native pollinator-friendly plants equally valuable for native wild bee communities? *Ecology and Evolution*, 10(23), 12838–12850. <https://doi.org/10.1002/ece3.6826>
253. Shivanna, K. R., Tandon, R., Koul, M. (2020). ‘Global Pollinator Crisis’ and Its Impact on Crop Productivity and Sustenance of Plant Diversity. In: Tandon, R., Shivanna, K., Koul, M. (eds) *Reproductive Ecology of Flowering Plants: Patterns and Processes*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4210-7_16
254. Shparyk, V. Yu., & Zamoroka, A. M. (2019). A brief overview of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) distribution in Ukraine: Evidence from professional and citizen science. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series Biology*, 46–47, 37–41. <https://doi.org/10.24144/1998-6475.2019.46-47.37-41>
255. Speiser, B., Zaller, J. G., Neudecker, A. (2001). Size-specific susceptibility of the pest slugs *Deroceras reticulatum* and *Arion lusitanicus* to the

nematode biocontrol agent *Phasmarhabditis hermaphrodita*. *BioControl*, 46(3): 311–320. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/a:1011469730322>

256. Stout, J. C., & Dicks, L. V. (2022). From science to society: Implementing effective strategies to improve wild pollinator health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 377(1853). <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0165>

257. Sun, M., Gross, K., & Schiestl, F. P. (2014). Floral adaptation to local pollinator guilds in a terrestrial orchid. *Annals of Botany*, 113, 289–300. <https://doi.org/10.1093/aob/mct219>

258. The Document Foundation. (2020). *LibreOffice Calc*. <https://www.libreoffice.org/discover/calc/>

259. Tynkevich, Y. O., Blyzniuk, K. H., Ivanovych, Y. I. Roshka, N. M. Tokaryuk, A. I., Shelyfist, A. Y., & Volkov, R. A. (2025). Genetic Diversity of Ukrainian Populations of Invasive Species of the Genus *Galinsoga* Assessed by ISSR-Markers. *Cytol. Genet.* 59(1), 11–23. <https://doi.org/10.3103/S0095452725010141>

260. Turzańska, K. & Chachulska, J. (2016). *Arion* slugs as nest predators of small passerine species – a review. *J Avian Biol*, 48: 455–458. <https://doi.org/10.1111/jav.01189>

261. United Nations. (2019). *World Population Prospects 2019*. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs.

262. van Kleunen, M., Pyšek, P., Dawson, W., Essl, F., Kreft, H., Pergl, J., Weigelt, P., Stein, A., Dullinger, S., König, C., Lenzner, B., Maurel, N., Moser, D., Seebens, H., Kartesz, J., Nishino, M., Aleksanyan, A., Ansong, M., Antonova, L. A., ... Winter, M. (2019). The Global Naturalized Alien Flora (GloNAF) database. *Ecology*, 100(1), e02542. <https://doi.org/10.1002/ecy.2542>

263. Vanbergen, A. J., Espíndola, A., & Aizen, M. A. (2018). Risks to pollinators and pollination from invasive alien species. *Nature Ecology & Evolution*, 2, 16–25. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0412-3>

264. Vickery, J. A., Feber, R. E., & Fuller, R. J. (2009). Arable field margins managed for biodiversity conservation: A review of food resource provision for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133(1–2), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.05.012>
265. Vila, M., Basnou, C., Pyšek, P., Josefsson, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Nentwig, W., Olenin, S., Roques, A., Roy, D., & Hulme, P. E. (2010). How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8(3), 135–144. <https://doi.org/10.1890/080083>
266. Wainer, C. C., de Alencar Arnaut de Toledo, V., Colla Ruvolo-Takasusuki, M. C., Braz de Oliveira, A. J., Sakaguti, E. S., Attencia, V. M., Martins Costa, F., & Mitsui, M. H. (2005). Pollination of soybean (*Glycine max* L. Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(1), 31–36. DOI:[10.1590/S1516-89132005000100005](https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000100005)
267. Wan, H. T., Haye, T., Kenis, M., Nacambo, S., Xu, H., Zhang, F., & Li, H. (2014). Biology and natural enemies of *Cydalima perspectalis* in Asia: Is there biological control potential in Europe? *Journal of Applied Entomology*, 138, 715–722. <https://doi.org/10.1111/jen.12132>
268. Waser, N. M., & Ollerton, J. (Eds.). (2006). *Plant–pollinator interactions: From specialization to generalization*. University of Chicago Press.
269. Westgate, M. J., Likens, G. E., & Lindenmayer, D. B. (2013). Adaptive management of biological systems: A review. *Biological Conservation*, 158, 128–139. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.08.016>
270. Westphal C., Bommarco R., Carré G., Lamborn E., Morison N., Petanidou T., Potts S.G., Roberts S.P.M., Szentgyörgyi H., Tscheulin T., Vaissière B.E., Woyciechowski M., Biesmeijer J.C., Kunin W.E., Settele J., Steffan-Dewenter I. (2008). Measuring bee diversity in different European habitats and biogeographical regions. *Ecological Monographs*, 78, 653–671. <https://doi.org/10.1890/07-1292.1>.

271. Whipple, S., & Bowser, G. (2023). The buzz around biodiversity decline: Detecting pollinator shifts using a systematic review. *iScience*, 26(11), 108101. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.108101>
272. Williams, G. R., Tarpay, D. R., van Engelsdorp, D., Chauzat, M. P., Cox-Foster, D. L., Delaplane, K. S., Neumann, P., Pettis, J. S., Rogers, R. E. L., & Shutler, D. (2010). Colony Collapse Disorder in context. *Bioessays*, 32, 845–846. <https://doi.org/10.1002/bies.201000075>
273. Willmer, P. (2011). The global pollination crisis. In *Pollination and floral ecology*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.23943/princeton/9780691128610.003.0029>
274. Woodgate, J. L., Makinson, J. C., Lim, K. S., Reynolds, A. M., & Chittka, L. (2016). Life-long radar tracking of bumblebees. *PLOS ONE*, 11(8), e0160333. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160333>
275. Wu, P., Dai, P., Wang, M., Feng, S., Olhnuud, A., Xu, H., Li, X., & Liu, Y. (2021). Improving habitat quality at the local and landscape scales increases wild bee assemblages and associated pollination services in apple orchards in China. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 621469. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.621469>
276. Wu, S., Li, B. V., & Li, S. (2021). Classifying ecosystem disservices and valuating their effects - a case study of Beijing, China. *Ecological Indicators*, 129. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107977>
277. Yadav, A., Singh, S., Dhyani, D., & Ahuja, P. (2011). A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)]. *Canadian Journal of Plant Science*, 91(1), 1–27. <https://doi.org/10.4141/cjps10086>
278. Zebrowska, J. (1997). Factors affecting pollen grain viability in the strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Journal of Horticultural Science*, 72(2), 213–219. <https://doi.org/10.1080/14620316.1997.11515508>
279. Zhou, J., Chen, W., Cai, Y., et al. (2025). Effects of landscape pattern changes on ecosystem services: A case study of Ruorgai Plateau. *Scientific Reports*, 15, 45753. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-28635-w>

ДОДАТКИ

Додаток А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та Scopus:

Moskalyk, I., Fylypchuk, T., Zhuk, A., Moskalyk, H., Sytnikova, I., Zarochentseva, O., & Fedoriak, M. (2025). Phytodiversity of herbaceous wild vegetation strips as a determinant of wild pollinator conservation. *International journal of ecosystems and ecology science*. 15(4), 161–170 (Scopus) (Внесок кожного співавтора: **Moskalyk, I.** – збір матеріалу під час польових досліджень, аналіз літературних джерел, участь в обговоренні результатів, підготовка ілюстративного матеріалу; Fylypchuk, T. – участь в обговоренні результатів, підготовка тексту до друку, Zhuk, A. участь в обговоренні результатів, формулювання висновків; Moskalyk, H. – участь в обговоренні результатів, Sytnikova, I. – збір матеріалу, участь в обговоренні результатів, Zarochentseva, O. – підготовка узагальнюючої таблиці; Fedoriak, M. – участь в обговоренні результатів, формулювання висновків).

Наукові праці у виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України:

1. Легета, У. В., Москалик, Г. Г., **Москалик, І. М.**, & Федоряк, М. М. (2022). Комахи-запилювачі плодово-ягідних культур, придатних для поширення в Україні (на прикладі родини Rosacea). *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 14(2), 155–165. (Внесок кожного співавтора: Легета, У. В. – аналіз та обговорення результатів, формулювання висновків; Москалик, Г. Г. – аналіз літературних даних, обговорення результатів; **Москалик, І. М.** – авторство ідеї, збір інформації, аналіз і обговорення результатів, підготовка статті до друку;

Федоряк, М. М. – розробка макету, аналіз та обговорення результатів, формулювання висновків).

2. Федоряк, М. М., Черлінка, Л. В., Черлінка, В. Р., Москалик, Г. Г., Легета, У. В., Жук, А. В., Ситнікова, І. О., **Москалик, І. М.**, & Курищук, А. Д. (2024). Розробка елементів адаптивного моніторингу екосистемних послуг на модельних засадах. *Екологічні науки*, 4(55), 211–224. (Внесок кожного співавтора: Федоряк, М. М. – співавторство ідеї, аналіз та обговорення результатів, Черлінка, Л. В. – здійснення моделювання ерозійно-денудаційних процесів, побудова картографічних моделей, аналіз та обговорення результатів, формулювання висновків; Черлінка, В. Р. – авторство ідеї, здійснення моделювання ерозійно-денудаційних процесів, аналіз та обговорення результатів, формулювання висновків; Москалик Г. Г. – аналіз та обговорення результатів, підготовка статті до друку, автор-кореспондент; Легета, У. В. – аналіз та обговорення результатів; Жук, А. В. – аналіз літературних даних, обговорення результатів; Ситнікова, І. О. – аналіз та обговорення результатів, підготовка табличного матеріалу; **Москалик, І. М.** – здійснення лабораторних аналізів окремих показників, аналіз літературних даних, аналіз і обговорення результатів; Курищук, А. Д. – розробка макету, аналіз та обговорення результатів).

3. Федоряк, М. М., & **Москалик, І. М.** (2025). Візуалізація поширення інвазійних видів із застосуванням QGIS (на прикладі *Acer pedundo* L.). *Природнича освіта та наука*, (1), 109–117. (Внесок кожного співавтора: Федоряк, М. М. – аналіз та обговорення результатів, редагування статті, формулювання висновків; **Москалик, І. М.** – збір геоданих, аналіз літературних джерел, підготовка візуальних матеріалів, аналіз та обговорення результатів, підготовка статті до друку).

4. Легета, У. В., Москалик, Г. Г., **Москалик, І. М.**, & Федоряк, М. М. (2025). Аналіз запилення видів *Asteraceae*, внесених до Державного реєстру України. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 17(1), 110–119. (Внесок кожного співавтора: Легета, У. В. – аналіз

літературних джерел, формулювання висновків; Москалик, Г. Г. – аналіз та обговорення результатів, підготовка статті до друку; **Москалик, І. М.** – авторство ідеї, збір інформації, підготовка узагальнюючих таблиць та ілюстративного матеріалу, аналіз літературних даних, Федоряк, М. М. – інтерпретація та обговорення результатів, формулювання висновків).

5. **Москалик, І. М., Жук, А. В., & Федоряк, М. М. (2025).** Проектування просторового каркасу живої лабораторії для відновлення оселищ диких запилювачів: експериментальний підхід RestPoll. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 3(61), 135–143 (Внесок кожного співавтора: **Москалик, І. М.** – участь у польових дослідженнях, літературний аналіз, підготовка ілюстративного матеріалу, участь в обговоренні результатів, підготовка статті до друку; **Жук, А. В.** – участь в обговоренні результатів, формулювання висновків, остаточне редагування тексту; **Федоряк, М. М.** – участь в обговоренні результатів та їх інтерпретація).

6. **Легета, У. В., Герасимюк, П. В., Москалик, І. М., Федоряк, М. М., Москалик, Г. Г. (2025).** Стратегія сталого розвитку як основа регіональної політики поводження з вторинною сировиною в Чернівецькій області з урахуванням потреб агровиробництва. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 17(2). 279–288. (Внесок кожного співавтора: **Легета У. В.** – автор ідеї, підготовка статті до друку; **Герасимюк П. В.** – підготовка табличного матеріалу, аналіз нормативно-правових актів; **Москалик І. М.** – участь в обговоренні результатів, формулювання висновків; **Федоряк, М. М.** – участь в обговоренні результатів та їх інтерпретація, остаточне редагування тексту; **Москалик Г. Г.** – аналіз літературних джерел, участь в обговоренні результатів).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. **Легета, У. В., Москалик, Г. Г., & Москалик, І. М. (2023).** Запилення видів рослин родини Asteraceae, внесених до державного реєстру України. У О. В. Мудрак (Ред.), *Vin Smart Eco: Збірник матеріалів III*

Міжнародної науково-практичної конференції (с. 100–102). КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти». (Внесок кожного співавтора: Легета, У. В. – авторство ідеї, аналіз літературних джерел, інтерпретація результатів, формулювання висновків; Москалик, Г. Г. – аналіз та обговорення результатів, підготовка тексту до друку; **Москалик, І. М.** – збір інформації, підготовка узагальнюючих таблиць та ілюстративного матеріалу, аналіз літературних даних).

2. Федоряк, М., & **Москалик, І.** (2024). Методи моніторингу комах-запилювачів і ефективності комахозапилення. У *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації: Збірник наукових праць міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (с. 22–25). Переяслав (Внесок кожного співавтора: Федоряк, М., – авторство ідеї, обговорення результатів, формулювання висновків; **Москалик, І.** – збір геоінформації, аналіз літературних джерел, підготовка ілюстративного матеріалу, робота з QGIS).

3. Федоряк, М. М., Жук, А. В., Филипчук, Т. В., Зароченцева, О. Д., Шкробанець, О. О., Джос, В. В., **Москалик, І. М.**, & Голіней, А. В. (2024). Аналіз зареєстрованих ознак втрат колоній *Apis mellifera* L. в Україні після зимівлі 2022–2023 рр. У *Perspectives of contemporary science: theory and practice. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference* (с. 124–130). SPC «Sci-conf.com.ua». (Внесок кожного співавтора: Федоряк, М. М. – автор ідеї, участь в обговоренні результатів; Жук, А. В. – участь в обговоренні результатів, формулювання висновків; Филипчук, Т. В. – участь в опитуванні бджолярів, підготовка тексту до друку; Зароченцева, О. Д. – участь в опитуванні бджолярів, Шкробанець, О. О. – робота з базою CodeBook, підготовка ілюстративного матеріалу; Джос, В. В. – участь в опитуванні бджолярів, статистичне опрацювання результатів; **Москалик, І. М.** – участь в опитуванні бджолярів, підготовка огляду літератури, участь в обговоренні результатів; Голіней, А. В. – підготовка табличного матеріалу).

4. **Москалик, І. М.,** Федоряк, М. М., Ситнікова, І. О., & Филипчук, Т. В. (2025). Систематичний аналіз медоносних трав'яних рослин природоохоронних територій. У *Адаптація до глобальних змін та викликів в економіці, туризмі, рекреації та захисті довкілля: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів і молодих вчених* (с. 404–406). ІФНТУНГ. (Внесок кожного співавтора: **Москалик, І. М.** – аналіз літературних джерел, участь в обговоренні результатів, підготовка ілюстративного матеріалу; Федоряк, М. М. – участь в обговоренні результатів, формулювання висновків; Ситнікова І. О. – учать в обговоренні результатів; Филипчук, Т. В. – участь в обговоренні результатів, підготовка статті до публікації).

5. Жук, А., **Москалик, І.,** & Федоряк, М. Запилення як ключова екосистемна послуга: шляхи оптимізації та збереження. У *Соціоекосистеми в умовах війни та інших викликів: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 150-річчю Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича* (с. 172–176). (Внесок кожного співавтора: Жук, А. – обговорення результатів дослідження; **Москалик, І.** збір матеріалу, обговорення результатів, Федоряк, М. – інтерпретація результатів, формулювання висновків).

6. Москалик, Г. Г., **Москалик, І. М.,** Гелецький, П. І., & Федоряк, М. М. (2025). Фітоінвазійний компонент природоохоронних територій м. Чернівці. У *Н. М. Сичак & О. К. Вікирчак (Ред.), Наукові засади природоохоронного менеджменту екосистем Каньйонового Придністер'я* (збірка матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-річчю створення Національного природного парку «Дністровський каньйон», 11 вересня 2025 р., м. Заліщики, Україна). Львів: Галич-Прес (с. 84–89). (Внесок кожного співавтора: Москалик Г. Г. – участь в обговоренні, формулювання висновків; **Москалик І. М.** – збір матеріалу, аналіз літературних джерел, підготовка ілюстративного матеріалу та тексту до друку; Гелецький П. І. – збір матеріалу, аналіз літературних

джерел, участь в обговоренні, Федоряк М.М. – інтерпретація результатів, формулювання висновків).

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

Moskalyk, H., Zarochentseva, O., & **Moskalyk, I.** (2025). The most significant animal invasions in Chernivtsi region (Ukraine): *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) and *Arion lusitanicus* sensu lato, and the formation of their secondary ranges. LAP LAMBERT Academic Publishing. (Внесок кожного співавтора: Moskalyk, H. – участь в обговоренні, формулювання висновків; Zarochentseva, O. – підготовка ілюстративного матеріалу та тексту до друку; **Moskalyk, I.** – збір первинного матеріалу, проведення анкетування аналіз літературних джерел, участь в обговоренні).

Відомості про апробацію результатів дисертації

1. III Міжнародна науково-практична конференція «Vin Smart Eco». Вінниця, 18–20 травня 2023 р. (дистанційна участь);
2. Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації». Переяслав, 29 березня 2024 р. (дистанційна участь);
3. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference «Perspectives of contemporary science: theory and practice». Lviv, 26–28 May 2024 (дистанційна участь);
4. IV Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів і молодих вчених «Адаптація до глобальних змін та викликів в економіці, туризмі, рекреації та захисті довкілля». Івано-Франківськ, 8–9 травня 2025 р. (очно);
5. Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 150-річчю Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича «Соціоекосистеми в умовах війни та інших викликів». Чернівці, 3–4 вересня 2025 р. (очно);
6. Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 15-річчю створення Національного природного парку «Дністровський каньйон» «Наукові засади природоохоронного менеджменту екосистем Каньйонового Придністер'я». м. Заліщики, Тернопільська обл., 11 вересня 2025 р. (дистанційна участь).

Оцінка втрат бджолиних колоній після зимівлі 2022-2023 рр.



ГО АВПБ
"Буковинський бджолар"



У випадку виникнення запитань звертайтеся до нас: Федоряк Марія Михайлівна m.m.fedorjak@gmail.com; Заповнені анкети надсилайте на адресу: Тимошко Леся Іванівна: вул. Головна 120, м. Чернівці, 58022 до запитання

Ця анкета можна заповнити онлайн на нашому сайті <http://api.chnu.edu.ua/>, де також розміщено електронний варіант анкети та додаткову інформацію. Персональні дані буде видалено під час статистичної обробки. Можна заповнити анонімно, починаючи з пункту 1.

Зверніть увагу, що поліном $z^* \in$ обов'язковим для відновіді

Im'я або псевдонім:	Telephone:	E-mail:
---------------------	------------	---------

- 1* Для опису місця розташування Вашої основної пасіки, будь ласка, вкажіть:

а) назву міста/містечка/села, де знаходиться **Ваша пасіка** (або найближчий населений пункт);

б) ІНДЕКС основної пасіки (індекс найближчого населеного пункту):

в) назву області, де утримується пасіка:

г) назву паліону, де утримується пасіка:

- 2 Скімаюч у Вас пацік?

--	--

- 3 Чи розміщені всі Ваші пасіки в межах 15 км одна від одної? Якщо Ви маєте лише одну пасіку, вкажіть "так" ☐ Так ☐ Ні ☐ Не знаю

Наступні питання стосуються кількості сім'я до шми, втречених після жми, як став сім'я після заміни. Продумайте сім ж: має продуктивну матку та дієвну табличку медоблір. Змієня – період між заплідненням підомкою до шмівки та початком нового медобліру.

- 4* Скільки продуктивних сімей було у Вас перел зимою 2022-2023 рр.?

11/11/2019

Наступні папаниа ставяцца к ліквітації втрачених сімей. Втрачена сім'я – це сім'я, що виникла, втрачена через природні явища, або жовні, але т ліквітована, або відокремлена потім і не являча чи несподівана відсутності. Кожна із втрачених сімей може бути включена лише до однієї категорії.

- Якщо таке мало місця в результаті військових дій, відзначте те, що зруйновано: (За можливості, надішліть фото руйнувань на електронну адресу m.m.fedorivak@gmail.com)

☐ Парієка ☐ Мезогонки чи інші обладнання ☐ Промішення змішувача чи інші будівлі ☐ Дорога до парієки

- Чи Ваша пасіка знаходиться на території, де відбувається вплив військових дій (шум, вибухи, дим, токсичні речовини)?

☐ Так ☐ Ни ☐ Не знаю

- 7а. Скільки з продуктивних сімей, що увійшли в зразок (див. п. 4), після зливали були живими, але мали нерозв'язні проблеми з м'ясом? Якщо жодної, відкажіть 0.

- 8* Скільки з продуктивних сімей, що увійшли в зimu (див. п. 4). Ви втратили через негативні природні явища (повінь, крадіжки, вандалізм, пожежі, буревій, мінус, дятли, удиснення від снігу тощо)? *Потрібне підкреслити.*

- Скільки з продуктивних сімей, що увійшли в зому, (див. п. 4) загинули або були порожніми?

- Якщо жодної, вкажіть 0.

10. Скільки з сімей, що загинули або з порожніх вуликів (див. п. 7)

- а) мали багато мертвих бажіл у вулику або перед ним?

- б) ...мали лише кілька мертвих бджіл у порожньому вулику або перед ним?

- в). мали мертвих робочих біля у щільниках (сотях) за відсутності їжі (ознаки голодної смерті)?

- г)...мали мертвих робочих біляді у шільниках (сотах), хоча біляді у нулику була названа?

- д) втратили/забулися з інших причин або супроводжувалися невідомими симптомами;

- 11* Скільки сімей з тих, що переживували (зима 2022-2023), (див. 4) виявилися слабкими, але з продуктивною маткою?

12. Скільки промислових сімей було у Вас: а) на початку 2022 р. (минулого року)? б) на початку 2023 р.?

12. Скільки продуктивних свиней було у вас: а) на початок 2022 р. (минулого року): б) на

- 13* Скільки сімей, що переживували, мали нову матку у 2022 р.?

- 14* Чи помічали Ви бджалі із короточеним/деформованим крилами підлітку 2022р. (вказуйте на підставі деформованій крила, який перекладається клініки Вайнола?) ☐ Ні ☐ Мало ☐ Багато ☐ Не знаю

- 15* Чи вивозили Ви принаймні один раз хоча б одну з Ваших сімей на морозів чи заплески в 2022? *

- 168 Чи лікували Ви синуїт? Виповов в період з квітня 2022 по березень, 2023? ☐ Так ☐ Ні ☐ Не знаю

- 16* Чи лікували Ви свій гнід Варроа в період з квітня 2022 по березень 2023?

- 17^a Визначте час проведення Вами заходів моніторингу та боротьби з кліщем Варроа в період з квітня 2022 р. по березень 2023 р.

[illegible]

- 18* Чи моніторили Ви ваші сім'ї на зараженість кліщом Варроа в період з квітня 2022 по березень 2023? ☐ Так ☐ Ні ☐ Не знаю

19 Які методи моніторингу рівня зараженості продуктивних сімей кліщем Варроа Ви використовували протягом сезону 2022-2023 рр.?

☐ Природне падіння кліща на дно вулика ☐ Ротинг розплоду ☐ Надсидання бджіл/розплоду у лабораторію
☐ Візуальний огляд дорослих бджіл ☐ Відбір дорослих бджіл (струшування; вимивання; обробка CO₂)

20 Як Ви оцінюєте проблеми з матками у Ваших сім'ях у період медозбору 2022 р. у порівнянні з тими, що спостерігались раніше? ☐ Більші ☐ Такі самі ☐ Менші ☐ Не знаю

21 Як перевимуляли сім'ї з молодими матками у порівнянні з сім'ями зі старими матками? ☐ Краще ☐ Так само ☐ Гірше ☐ Не знаю

22 Яку приблизно частку щільників (сот) (в середньому) Ви замінили штучною воцниною в 2022 році у розрахунок на одну бджолину сім'ю? ☐ 0% ☐ 1-30% ☐ 31-50% ☐ Понад 50%

23 У скількох з Ваших сімей, що успішно перевимуляли, спостерігались опорошені рамки у вулику після зимы? ☐ Не знаю

24 Скільки мертвих шведів зимівлі 2022-2023 рр. сімей мали сильно опорошені рамки?

25 Чи віддасте Ви перевагу конкретній породі бджіл? ☐ Так ☐ Ні ☐ Не знаю

26 На пасіці Ви заміняєте маток 1 раз на: ☐ 1 рік ☐ 2 роки ☐ 3 роки ☐ Навколи

27 Яку частку маток Ви заміняєте на пасіці щороку? ☐ 0% ☐ 1-30% ☐ 31-75% ☐ Понад 75%

28 Чи збирали бджоли з більшої кількості Ваших сімей значну кількість нектару (шлук) з наступних джерел у 2022 році?

	Так	Ні	Не знаю
a) садн			
b) оливий ріпак			
v) кукурудза			
g) соняшник			
d) верес			
e) півні осінь медодаб або сидерати під пар/переворування (гречка, фасоль, гірчича)			
f) пади рослинного походження або "медана роса"			
ж) пади тваринного походження (попелиця, листобійка, черви)			

29 Чи зазначили Ваші бджоли отруєння агрохімікатами у весняно-літній сезон 2022 р.? ☐ Так ☐ Ні ☐ Не знаю

Якщо ТАК, то на яких культурах і які симтоми отруєння? _____

30 Скільки кг цукру (сухої маси) Ви витратили в середньому на одну продуктивну сім'ю при підгодівлі восени 2022 р.?

31 Скільки сумарно кліщів осипалося на два вулика після осінньої обробки (білий, варогон, варокет та інші) у Ваших контрольних сім'ях? ☐ до 100 ☐ 101-500 ☐ 501-1000 ☐ 1001 і більше

32 Чи займається Вас:

	Так	Ні	Не знаю
a) творчістю на бджільницькій тематиці: живопис, поезія, розпис вуликів, свічки			
b) надання туристичних послуг чи умов відпочинку, поїздках із бджолами			
v) участю у науковій діяльності: експериментальна пасіка, надання матеріалів			
g) організацію освітніх заходів про бджільництво серед молоді/дорослих			
d) терапевтичною діяльністю: сон на вуликах, апитерапія			

33 Яку продукцію Ви отримуєте з Вашої пасіки? (відмітити галочкою)

№	Продукція	Для себе	На продаж	№	Продукція	Для себе	На продаж
A.	Мед центробіжний (відкачанний)			Ж.	Отримання бджоллиних маток		
B.	Щільниковий мед (у восканих сотах)			З.	Отримання бджоллиних пакетів		
V.	Забурусний мед			I.	Розведення личинок воскової моти		
G.	Бджоллине оббиаж			H.	Бджолина отрута		
D.	Перга			K.	Бджоллиний підмор		
E.	Прополіс			L.	Маточне молочко		
C.	Виск			M.	Трутневий гомотенат		

34 Чи надавали Ви платні послуги запилення полів, садів, теплиць?
 Якщо ТАК, якякість ціну за сім'ю (грн). ☐ Так ☐ Ні ☐ Не знаю ціна за сім'ю, грн

35 Висадіть, будь ласка, у які місяці ...

	Висадіть 2022	Червень 2022	Листопад 2022	Серпень 2022	Вересень 2022	Жовтень 2022	Листопад 2022	Грудень 2022	Січень 2023	Лютий 2023	Березень 2023	Не здійснюється
...Ви установлюєте додаткові корпуси (надставки) у вулик?												
...Ви заміняєте матки?												
...Ви розділяєте сім'ї?												
...Ви об'єднують сім'ї?												
...Ви збираєте мед?												
...Ви часто зазначаєте втрат бджоллиних сімей?												
...у Вас найбільша кількість сімей?												
...у Вас найменша кількість сімей?												
...сім'ї розпадаються?												
...сім'ї зникають?												
...сім'ї живуться в основному зробленими запасами?												
...Ви проводите відгодівлю сімей?												

36 Чи купували Ви бджоллині пакети в 2022 р.? ☐ Так ☐ Ні ☐ Не знаю Пасіка області Кількість, шт

37 Пропозиції та зауваження до опитування:

ДЯКУЄМО!!!

Систематична структура трав'яного угруповання межових смуг

	Назва видів	Рід	Родина	Порядок
Magnoliophyta: Magnoliopsida				
1	<i>Achillea millefolium</i> L.	<i>Achillea</i>	Asteraceae	Asterales
2	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	<i>Ambrosia</i>		
3	<i>Arctium lappa</i> L.	<i>Arctium</i>		
4	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	<i>Artemisia</i>		
5	<i>Bellis perennis</i> L.	<i>Bellis</i>		
6	<i>Cichorium intybus</i> L.	<i>Cichorium</i>		
7	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	<i>Cirsium</i>		
8	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	<i>Conyza</i>		
9	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	<i>Galinsoga</i>		
10	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	<i>Helianthus</i>		
11	<i>Lactuca serriola</i> L.	<i>Lactuca</i>		
12	<i>Phalacroloma annuum</i> (L.) Dumort.	<i>Phalacroloma</i>		
13	<i>Senecio vulgaris</i> L.	<i>Senecio</i>		
14	<i>Solidago canadensis</i> L.	<i>Solidago</i>		
15	<i>Sonchus arvensis</i> L.	<i>Sonchus</i>		
16	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	<i>Tanacetum</i>		
17	<i>Taraxacum officinale</i> Wigg. aggr.	<i>Taraxacum</i>		
18	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Convolvulus</i>	Convolvulaceae	Solanales
19	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	<i>Lathyrus</i>	Fabaceae	Fabales
20	<i>Lotus corniculatus</i> L.	<i>Lotus</i>		
21	<i>Lotus arvensis</i> Pers.			
22	<i>Medicago falcata</i> L.	<i>Medicago</i>		
23	<i>Medicago lupulina</i> L.			
24	<i>Medicago sativa</i> L.			
25	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Lam.	<i>Melilotus</i>		
26	<i>Securigera</i> sp.	<i>Securigera</i>		
27	<i>Trifolium pratense</i> L.	<i>Trifolium</i>		
28	<i>Trifolium repens</i> L.			
29	<i>Vicia cracca</i> L.	<i>Vicia</i>		
30	<i>Vicia grandiflora</i> Scop.			
31	<i>Vicia sepium</i> L.			
32	<i>Vicia villosa</i> Roth.			
33	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	<i>Amaranthus</i>	Amaranthaceae	Caryophyllales
34	<i>Amaranthus viridis</i> L.			
35	<i>Chenopodium album</i> L.	<i>Chenopodium</i>		
36	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á.Löve	<i>Fallopia</i>	Polygonaceae	
37	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	<i>Polygonum</i>		
38	<i>Polygonum lapathifolia</i> L.			
39	<i>Polygonum aviculare</i> L.			
40	<i>Rumex confertus</i> Willd.	<i>Rumex</i>		
41	<i>Geranium sibiricum</i> L.	<i>Geranium</i>	Geraniaceae	
42	<i>Geranium</i> sp.			
43	<i>Betonica officinalis</i> (L.) Trevis.	<i>Betonica</i>	Lamiaceae	Lamiales
44	<i>Glechoma hederacea</i> L.	<i>Glechoma</i>		
45	<i>Lamium album</i> L.	<i>Lamium</i>		
46	<i>Lamium purpureum</i> L.			
47	<i>Prunella vulgaris</i> L.	<i>Prunella</i>		
48	<i>Stachys palustris</i> L.	<i>Stachys</i>		
49	<i>Odontites vulgaris</i> Moench.	<i>Odontites</i>	Orobanchaceae	
50	<i>Plantago lanceolata</i> L.	<i>Plantago</i>	Plantaginaceae	
51	<i>Plantago major</i> L.			
52	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	<i>Veronica</i>		
53	<i>Veronica persica</i> Poir.			

54	<i>Verbena officinalis</i> L.	<i>Verbena</i>	Verbenaceae	
55	<i>Galium aparine</i> L.	<i>Galium</i>	Rubiaceae	Gentianales
56	<i>Galium mollugo</i> L.			
57	<i>Brassica napus</i> L.	<i>Brassica</i>	Brassicaceae	Brassicales
58	<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz.	<i>Camelina</i>		
59	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	<i>Capsella</i>		
60	<i>Cardaria draba</i> (L.) Deav.	<i>Cardaria</i>		
61	<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	<i>Neslia</i>		
62	<i>Rapistrum perenne</i> (L.) All.	<i>Rapistrum</i>		
63	<i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Papaver</i>	Papaveraceae	Ranunculales
64	<i>Consolida regalis</i> Gray	<i>Consolida</i>	Ranunculaceae	
65	<i>Ranunculus acris</i> L.	<i>Ranunculus</i>		
66	<i>Malva moschata</i> L.	<i>Malva</i>	Malvaceae	Malvales
67	<i>Malva sylvestris</i> L.			
68	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	<i>Euphorbia</i>	Euphorbiaceae	Malpighiales
69	<i>Hypericum perforatum</i> L.	<i>Hypericum</i>	Hypericaceae	
70	<i>Aristolochia clematitis</i> L.	<i>Aristolochia</i>	Aristolochiaceae	Piperales
71	<i>Symphytum officinale</i> L.	<i>Symphytum</i>	Boraginaceae	Boraginales
72	<i>Xanthoxalis dillenii</i> (Jacq.) Holub.	<i>Xanthoxalis</i>	Oxalidaceae	Oxalidales
73	<i>Anagallis arvensis</i> L.	<i>Anagallis</i>	Primulaceae	Ericales
74	<i>Lysimachia nummularia</i> L.	<i>Lysimachia</i>		
75	<i>Potentilla anserina</i> L.	<i>Potentilla</i>	Rosaceae	Rosales
76	<i>Potentilla argentea</i> L.			
77	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.			
78	<i>Rubus caesius</i> L.	<i>Rubus</i>	Apiaceae	Apiales
79	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus</i>		
80	<i>Eryngium planum</i> L.	<i>Eryngium</i>		
81	<i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden.	<i>Heracleum</i>		
82	<i>Pastinaca sativa</i> L.	<i>Pastinaca</i>		
Magnoliophyta: Liliopsida				
83	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J.Presl & C.Presl	<i>Arrhenatherum</i>		
84	<i>Bromus secalinus</i> L.	<i>Bromus</i>	Poaceae	Poales
85	<i>Bromus inermis</i> Leyss.			
86	<i>Bromus diandrus</i> Roth.			
87	<i>Bromus hordeaceus</i> L.			
88	<i>Dactylis glomerata</i> L.	<i>Dactylis</i>		
89	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	<i>Echinochloa</i>		
90	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	<i>Elytrigia</i>		
91	<i>Festuca rubra</i> L.	<i>Festuca</i>		
92	<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.			
93	<i>Festuca</i> sp.			
94	<i>Lolium perenne</i> L.	<i>Lolium</i>		
95	<i>Poa pratensis</i> L.	<i>Poa</i>		
96	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	<i>Setaria</i>		
97	<i>Carex hirta</i> L.	<i>Carex</i>	Cyperaceae	
Equisetophyta				
98	<i>Equisetum arvense</i> L.	<i>Equisetum</i>	Equisetaceae	Equisetales

Аналіз квітучих видів трав'яного угруповання межових смуг за типом
запилення та періодом цвітіння

№ за/п	Назва виду*	Тип запилення		
		вітрозапильний	самозапильний	комахозапильний
1	<i>Achillea millefolium</i> L.			X
2	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	X	X	X
3	<i>Amaranthus viridis</i> L.	X	X	
4	<i>Anagallis arvensis</i> L.		X	
5	<i>Arctium lappa</i> L.			X
6	<i>Argentina anserina</i> (L.) Rydb.			X
7	<i>Aristolochia clematitis</i> L.			X
8	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl	X	X	
9	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	X		
10	<i>Bellis perennis</i> L.			X
11	<i>Brassica napus</i> L.			X
12	<i>Bromus diandrus</i> Roth	X	X	
13	<i>Bromus inermis</i> Leyss.	X	X	
14	<i>Bromus secalinus</i> L.	X	X	
15	<i>Camelina sativa</i> Boiss.			X
16	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.		X	X
17	<i>Chenopodium album</i> L.	X		
18	<i>Cichorium intybus</i> L.	X	X	X
19	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.			X
20	<i>Consolida regalis</i> Gray	X		X
21	<i>Convolvulus arvensis</i> L.			X
22	<i>Dactylis glomerata</i> L.	X	X	
23	<i>Daucus carota</i> L.			X
24	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	X	X	
25	<i>Phalacrolooma annuum</i> (L.) Dumort.			X
26	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.			X
27	<i>Eryngium planum</i> L.			X
28	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.			X
29	<i>Fallopia convolvulus</i> Á.Löve			X
30	<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	X	X	
31	<i>Festuca rubra</i> L.	X	X	
32	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.		X	X
33	<i>Galium aparine</i> L.			X
34	<i>Galium mollugo</i> L.			X

35	<i>Geranium sibiricum</i> L.			X
36	<i>Glechoma hederacea</i> L.			X
37	<i>Helianthus tuberosus</i> L.			X
38	<i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden.			X
39	<i>Hypericum perforatum</i> L.			X
40	<i>Lactuca serriola</i> L.			X
41	<i>Lamium purpureum</i> L.			X
42	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.		X	X
43	<i>Cardaria draba</i> (L.) Deav.		X	
44	<i>Lolium perenne</i> L.	X	X	
45	<i>Lotus arvensis</i> Pers.		X	X
46	<i>Lotus corniculatus</i> L.		X	X
47	<i>Malva moschata</i> L.			X
48	<i>Malva sylvestris</i> L.			X
49	<i>Medicago falcata</i> L.		X	X
50	<i>Medicago lupulina</i> L.		X	X
51	<i>Medicago sativa</i> L.		X	X
52	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.		X	X
53	<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.			X
54	<i>Odontites vulgaris</i> Moench			X
55	<i>Xanthoxalis dillenii</i> (Jacq.) Holub.		X	X
56	<i>Papaver rhoeas</i> L.			X
57	<i>Pastinaca sativa</i> L.			X
58	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre		X	
59	<i>Persicaria lapathifolia</i> L.		X	
60	<i>Plantago lanceolata</i> L.	X		
61	<i>Plantago major</i> L.	X		
62	<i>Poa pratensis</i> L.	X	X	
63	<i>Polygonum aviculare</i> L.		X	
64	<i>Potentilla argentea</i> L.		X	
65	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.			X
66	<i>Prunella vulgaris</i> L.		X	X
67	<i>Ranunculus acris</i> L.			X
68	<i>Rapistrum perenne</i> (L.) All.			X
69	<i>Rubus caesius</i> L.			X
70	<i>Rumex confertus</i> Willd.	X		
71	<i>Senecio vulgaris</i> L.			X
72	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	X	X	
73	<i>Solidago canadensis</i> L.			X
74	<i>Sonchus arvensis</i> L.			X
75	<i>Stachys palustris</i> L.		X	X
76	<i>Tanacetum vulgare</i> L.			X

77	<i>Taraxacum officinale</i> Wigg. aggr.			X
78	<i>Trifolium pratense</i> L.			X
79	<i>Trifolium repens</i> L.			X
80	<i>Verbena officinalis</i> L.		X	X
81	<i>Veronica chamaedrys</i> L.		X	X
82	<i>Veronica persica</i> Poir.		X	X
83	<i>Vicia cracca</i> L.			X
84	<i>Vicia grandiflora</i> Scop.			X
85	<i>Vicia villosa</i> Roth		X	X
	Разом	20	36	62

Примітка: * – види, які цвіли у липні (24 видів) виділені червоним шрифтом, у травні (40 видів) – синім, у травні та липні (21 вид) – чорним; інвазійні види виділено напівжирним шрифтом

Поширення *Cydalima perspectalis* в м. Чернівці та ступінь пошкодження насаджень *Buxus* sp.

№ за/п	Локалітети	Загальна к-ть кущів, шт.	К-ть неушкоджених кущів, шт.	К-ть ушкоджених кущів, шт.	Частка ушкоджених кущів, %	Ступінь ушкодження, бал
1	Коцюбинського, 2	276	171	105	38	2
2	Лесі Українки, 25	52	17	35	67	3
3	Василя Аксеніна, 57	3	0	3	100	4
4	Ореста Криворучка, 57	105	18	87	83	4
5	Ореста Криворучка, 51	8	0	8	100	4
6	Ореста Криворучка, 17	17	0	17	100	4
7	Володимира Залозецького, 13А	340	275	65	19	1
8	Головна, 283	13	2	11	85	4
9	Головна, 279	15	13	2	13	1
10	Головна, 100	30	9	21	70	3
11	Головна, 28	10	0	10	100	4
12	Головна, 114	10	6	4	40	2
13	Головна, 177	3	1	2	67	3
14	Корнелія Держика, 45	4	3	1	25	1
15	Корнелія Держика, 23	2	1	1	50	2
16	Корнелія Держика, 26	2	1	1	50	2
17	Коломийська, 4А	35	12	23	66	3
18	Ентузіастів, 7	20	2	18	90	4
19	Володимира Івасюка, 2	10	0	10	100	4
20	Володимира Івасюка, 17	5	0	5	100	4
21	Івана Чендея, 22	18	3	15	83	4
22	Максима Залізняка, 10	10	5	5	50	2
23	Федора Полетаєва, 5	15	0	15	100	4
24	Федора Полетаєва, 11	7	4	3	43	2
25	Садова, 3	5	0	5	100	4

26	Дмитра Руснака, 5	2	0	2	100	4
27	Героїв Майдану, 41	30	6	24	80	4
28	Героїв Майдану, 78	8	2	6	75	3
29	Олександра Щербанюка, 4	7	3	4	57	3
30	Олександра Щербанюка, 21	24	4	20	83	4
31	Олександра Щербанюка, 22А	20	0	20	100	4
32	Еріха Кольбенгаєра, 2	7	4	3	43	2
33	Миколи Леонтовича, 15	10	5	5	50	2
34	Руська, 257А	15	0	15	100	4
35	Валерія Чкалова, 195	15	0	15	100	4
36	Сонячна, 22	3	2	1	33	2
37	Проспект Незалежності, 89А	8	3	5	63	3
38	Проспект Незалежності, 99	15	5	10	67	3
39	Сторожинецька, 25	55	0	55	100	4
40	Івана Миколайчука, 9	10	7	3	30	2
41	Небесної Сотні, 15	5	4	1	20	1
42	Кирила Стеценка, 5	9	6	3	33	2
43	Фізкультурна, 5	8	6	2	25	1
44	Сергія Скальда, 12	26	0	26	100	4
45	Сидора Воробкевича, 33	30	5	25	83	4
	Всього	1322	606	716		

ЗАТВЕРДЖЕНО

Ректор Чернівецького національного
університету імені Юрія Федьковича

Руслан БІЛОСКУРСЬКИЙ

М.П.

« 20 »

2026 р.

АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи І. М. Москалика на тему «Адаптивний моніторинг ентомофільних рослин як основа підтримання структурно-функціональної стійкості агроландшафтів» в навчальний процес кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Комісія у складі директора навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, д.т.н., професора Руслана БЕСПАЛЬКА, доцента кафедри біохімії та біотехнології, к.б.н. Лариси ЧЕБАН і завідувача кафедри екології та біомоніторингу, д.б.н., професора Марії ФЕДОРЯК цим актом засвідчує, що результати дисертаційної роботи Москалика Ігоря Миколайовича на тему «Адаптивний моніторинг ентомофільних рослин як основа підтримання структурно-функціональної стійкості агроландшафтів» впроваджено в навчальний процес кафедри екології та біомоніторингу ЧНУ імені Юрія Федьковича.

Результати дисертаційного дослідження використовуються під час викладання навчальних дисциплін для студентів спеціальності «Екологія» ОПП «Екологія». Матеріали дисертації впроваджено у лекції, практичні та лабораторні заняття з дисциплін: «Агроєкологія», «Моніторинг довкілля», «Екологія тварин», «Екологія рослин» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти та «Відновлення екосистем» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Використання результатів дисертаційної роботи сприяє підвищенню якості підготовки фахівців-екологів, формуванню системного бачення агроландшафтів як соціо-екологічних систем та розвитку практичних навичок застосування адаптивних підходів у моніторингових дослідженнях.

Члени комісії:




Руслан БЕСПАЛЬКО

Лариса ЧЕБАН

Марія ФЕДОРЯК

20.01.2026 Дата