



## ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**Міжнародної науково-практичної конференції  
«СОЦІОЕКОСИСТЕМИ  
В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ІНШИХ ВИКЛИКІВ»,  
присвяченої 150-річчю Чернівецького  
національного університету  
імені Юрія Федьковича**

**Чернівці, 3-4 вересня 2025 р.**



Соціоекосистеми в умовах війни та інших викликів [Електронне видання]: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 150-річчю Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, Чернівці, 3-4 вересня 2025 р. / За заг. ред. М.М. Федоряк. Чернівці: ЧНУ ім. Ю. Федьковича, 2025. 184 с.

*Рекомендовано до оприлюднення Науково-технічною радою  
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича  
Протокол № 13 від 9 жовтня 2025 р.*

**Організаційний комітет:**

Марія ФЕДОРЯК, д.б.н., проф., завідувач кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Оксана ЗАРОЧЕНЦЕВА, к.б.н., асистент

Галина МОСКАЛИК, к.б.н., доцент

Аліна ЖУК, д.б.н., доцент

Ірина СИТНІКОВА, к.б.н., доцент

Тетяна ФИЛИПЧУК, к.б.н., доцент

Уляна ЛЕГЕТА, к.б.н., доцент

Flemming VEJSNÆS, M.Sc., Biologist and beekeeping adviser,  
Danish Beekeepers Association

Збірник містить матеріали науковців, практиків і здобувачів освіти з тринадцяти країн: Австрія, Греція, Данія, Македонія, Нідерланди, Німеччина, Індія, Італія, Польща, Угорщина, Чехія, Чилі й Україна.

*Матеріали тез подані в авторській редакції. Відповідальність за точність, достовірність і зміст поданих матеріалів несуть автори.*

## ЗМІСТ

<b>Секція 1. Соціоекосистеми в Україні: потенціал для інноваційних досліджень</b>	<b>7</b>
<b>Волошин В., Волошин Г.</b> Біорізноманіття екосистем України шляхи збереження та відновлення	7
<b>Гаврилець Н., Филипчук Т., Казанцев М., Маланчук К., Корпан Я.</b> Науково-дослідна спрямованість Придністровської дослідної станції садівництва Інституту садівництва НААН України	10
<b>Лавріненко В., Бондаренко Л.</b> Стан соціоекосистем України в умовах повномасштабної війни	13
<b>Михайлиця А.</b> Український досвід впровадження систем обміну просторовою інформацією в галузі пасічництва	15
<b>Олійник П.</b> Забруднення ґрунтів важкими металами як загроза формуванню безпечних соціоекосистем на території колишнього каховського водосховища	18
<b>Павличенко А., Ломазов П.</b> Роль інноваційних технологій моніторингу повітря у формуванні резилієнтності міських агломерацій	22
<b>Пеліховська А., Легета У.</b> Соціоекосистеми як простір для формування екологічної свідомості та громадянської активності дітей	27
<b>Руденко С., Руденко В.</b> Нерівність розподілу природних ресурсів між провінційними екосистемами України	30
<b>Томаш Л., Лесик О., Семенчук В.</b> Аграрна наука виробництву	33
<b>Федоряк М., Бурдейний М.</b> Залучення українських стейкхолдерів до аналізу інструментів для збереження запилювачів	35
<b>Химич І., Химич О.</b> Соціальний інтелект: ефективна комунікація	37
<b>Юрчик Д.</b> Використання методів штучного інтелекту для інноваційних досліджень соціоекосистем України	43

<b>Секція 2. Біорізноманіття: виклики збереження та відновлення</b>	<b>45</b>
<b>Bertola M., Mutinelli F.</b> Emerging and endemic honey bee threats in Italy: surveillance, control, and regulatory challenges	45
<b>Gajda A.</b> A case study on the health status of honey bee colonies ( <i>Apis mellifera</i> L.) inhabiting log hives in Klodzka valley in Poland	47
<b>Mutinelli F., Bertola M.</b> The Italian experience with small hive beetle: ten years of epidemiology, beekeeping impact, and surveillance strategy	50
<b>Rudenko S., Buzhdygan O.</b> Biodiversity of insects and plants of pastoral ecosystems of Bukovyna	53
<b>Teplánszki Dóra, Imre D., Sándor P.</b> Co-designed ecological intensification enhances butterfly diversity in intensive agricultural landscapes	58
<b>Бєдункова О.</b> Мікроморфометрія луски при зворотніх оцінках росту коропових риб	60
<b>Вікирчак О., Площанський П., Бачинський А, Микитюк Т, Гривул Л.</b> Новостворені об'єкти природно-заповідного фонду у нижній течії річки Серет як елементи екомережі Тернопільської області	63
<b>Грицуляк Г., Фомічова О.</b> Вплив енергетичних культур на біорізноманіття агроєкосистем у процесі відновлення України	70
<b>Грицуляк Г., Семчук Я., Шиманський В.</b> Біорізноманіття як основа стійкості соціоекосистем та інноваційні методи моніторингу	75
<b>Гунчак М.</b> Біологічний метод захисту яблуні проти хвороб	80
<b>Крижанівський А., Ткач Є., Бунас А., Стародуб В.</b> Ґрунтові чинники екології <i>Beauveria bassiana</i> в агроценозах	84
<b>Линник Д., Коцюбинський А.</b> Використання магнітних адсорбентів для очистки стічних вод	87
<b>Лопушняк В., Медвідь М.</b> Оцінка впливу пластикового забруднення на водні екосистеми	90
<b>Лопушняк В., Грицуляк В.</b> Деградація ґрунтового покриву міських екосистем під впливом урбанізації	95

<b>Лялюк-Вітер Г., Кривенко Г.</b> Природно-заповідний фонд Івано-Франківської області як основа збереження біорізноманіття	99
<b>Мишілюк І., Жук А.</b> Стан вуличних деревних насаджень історичного центру міста Чернівці	102
<b>Москалик Г., Гелецький П.</b> Поширення видів роду <i>Reynoutria</i> Houtt. – нова інвазійна загроза для екосистем Чернівецької області	107
<b>Москалик Г., Подюк Н., Москалик І.</b> Екологічні наслідки поширення <i>Solidago canadensis</i> L. (на прикладі м. Чернівці)	111
<b>Рибалка Д., Бригадиренко В.</b> Вплив аніліну на безхребетних: екологічні наслідки бойових дій	115
<b>Ситнікова І., Круліковський А.</b> Аналіз фіторізноманіття садового агроценозу	116
<b>Ситнікова І., Пентюк Я.</b> Аналіз різноманіття медоносних рослин національних природних парків Буковини	122
<b>Стороженко Ж.</b> Вивчення оселищ рідкісної флори, як осередків приваблення комах – запилювачів в НПП «Хотинський»	125
<b>Филипчук Т., Москалик Г., Ситнікова І.</b> Фіторізноманіття смуг трав'яного дикоросту як детермінанта збереження диких запилювачів	129
<b>Хлус Л., Кузьмінська В.</b> Дослідження біорізноманіття через проєктну діяльність вихованців закладу позашкільної еколого-натуралістичної освіти	132
<b>Шелгачов Р., Тимочко Л., Флоряк В., Федоряк М.</b> Булавовусі лускокрилі (Lepidoptera, Rhopalocera) та повисюхові мухи (Diptera, Syrphidae) як складові антофільного ентомокомплексу та цільові групи проєкту Horizon Europe RestPoll	137
<b>Секція 3. Еколого-економічні аспекти збереження комах-запилювачів</b>	<b>140</b>
<b>Aldea-Sánchez P.</b> Global warming and beekeeping: high temperatures affect the interaction between the <i>Varroa</i> mite and honeybees	140

<b>Danihlík J.</b> Early Detection of European Foulbrood (EFB) Through Hive Debris Analysis	142
<b>Sharma H.K.</b> Scope and status of bumble bee rearing in India	143
<b>Popovska Stojanov D., Dimitrov L., Danihlík J., Uzunov A., Golubovski M., Andonov S., Brodschneider R.</b> Economic assessment of winter honey bee colony losses: evidence from Austria, Czechia and Macedonia	156
<b>Thompson A., Fornoff F., Klein A.-M.</b> Pollinator restoration through co-designed measures in agricultural landscapes	158
<b>Touloumidou G.</b> Engaging children and young people with the world of bees through experiential education.	160
<b>Van der Steen J.</b> INSIGNIA-EU. A pan-EU biomonitoring citizen science study to detect environmental pollution	161
<b>Vejsnæs F.</b> Organic varroa treatment and winterlosses in Denmark over	160
<b>Герасимюк П., Зароченцева О., Лакуста О.</b> Вплив комах-запилювачів на урожайність гібридів <i>Helianthus annuus</i> L. в умовах Передгір'я	166
<b>Жук А., Москалик І., Федоряк М.</b> Запилення як ключова екосистемна послуга: шляхи оптимізації та збереження	172
<b>Легета У., Сосновський К.</b> Порівняльний аналіз складу бджолиних ( <i>Anthophila</i> ) на території Чернівецького району в межах виконання міжнародного проєкту RestPoll	176
<b>Шкробанець О., Филипчук Т., Федоряк Д., Тимочко Л., Джос В., Федоряк М.</b> Втрати бджолиних колоній в Україні після зимівлі 2024-2025 рр. в умовах війни	179

## **БІОРИЗНОМАНІТТЯ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ ШЛЯХИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ**

**Волошин Володимир**, к. б. н., доцент,

*Буковинський державний медичний університет, Україна*

**Волошин Галина**, к. ф.- м. н., викладач,

*Чернівецький фаховий коледж технології та дизайну, Україна*

Сьогодні в Україні спостерігається різке скорочення чисельності багатьох популяцій та деградація природних середовищ, причому темпи втрат у багато разів перевищують фонові (IPBES, 2019). За результатами досліджень стану довкілля фіксують стійкі негативні тенденції у багатьох регіонах (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2022). З поміж багатьох чинників, що мають вплив на складові екосистем виділяють наступні:

- 1) перетворення та фрагментація середовищ існування;
- 2) надмірне використання біоресурсів;
- 3) інвазійні види;
- 4) забруднення (хімічне, фізичне і т.н);

5) зміна клімату, яка зумовлює зсув ареалів та фенологічні розсинхронізації (IPBES, 2019; IUCN, 2024). В Україні вплив посилюють воєнні дії та наслідки руйнування інфраструктури, що підкреслює потребу інтегрувати природоорієнтовані рішення у державну політику та їх найшвидшу реалізацію (Стратегія державної екологічної політики України на період до 2030 року, 2019; WWF-Україна, 2021).

Зниження різноманіття видів і збіднення екосистемних послуг підриває продовольчу безпеку, підвищує ризики зоонозів, погіршує якість життя в містах і підвищує вразливість громад до кліматичних екстремумів (TEEB, 2010; Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2022). Успішні приклади свідчать, що інвестиції в природу дають мультиплікативний соціально-економічний ефект. Контроль стану довкілля неможливий без використання індикаторів: Зростання чисельності популяцій, збільшення охоронюваних територій і їхня репрезентативність, індекси фрагментації ландшафтів, позитивна динаміка рідкісних видів, у містах — протяжність зелених коридорів і проникність покриттів є вагомим

кроком до покращення стану довкілля та оновлення екосистем. (WWF, 2022; UNEP-WCMC, 2021). Для України вагомим орієнтиром лишається «Червона книга України», яка визначає статуси та пріоритети охорони видів (Червона книга України, 2009).

Охорона природи в Україні спирається на мережі заповідних територій, видову охорону, екологічні коридори й просторове планування. Економічні механізми: плата за екосистемні послуги, «зелені» закупівлі, реформування шкідливих субсидій (OECD, 2020). Правові інструменти — СЕО, ОВД, контроль інвазій. (TNFD, 2023). На національному рівні — імплементація положень державної екополітики до 2030 року (Стратегія державної екологічної політики України на період до 2030 року, 2019). Відновлення екосистем — повернення функцій: відновлення гідрології заплав і боліт; ревайлдинг; природоорієнтовані рішення в містах («губчасті міста», відновлення малих річок, зелені дахи); агролісівництво та буферні смуги; відновлення ґрунтів через покривні культури та мінімальний обробіток (FAO, 2021; IUCN CEM, 2020; WWF-Україна, 2021). Ключовий принцип — адаптивне управління із чіткими цілями та прогнозованими результатами.

Ефективність змін оцінюють за результатами проведеного порівняльного аналізу структури екосистем, видового різноманіття, відокремлюючи атрибуцію від фонових трендів. Для екосистем — покриття та зв'язність, біофізичні параметри (NDVI/NDMI, рівень ґрунтових вод), трофічні мережі; для видів — зростання чисельності, успішність відтворення; для соціально-економічного виміру — співвідношення витрат і вигод, зменшення ризиків стихійних явищ та створення робочих місць (UNEP-WCMC, 2021; Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2022).

Воєнні дії, які проходять на території України зумовлюють забруднення, пожежі, фрагментацію середовищ та руйнування гідроспоруд. Післявоєнна відбудова відкриває можливість втілити природоорієнтовані рішення у планування територій — відновлювати заплави як природні протипаводкові системи, розумно проводити лісовідновлення, ремедіацію ґрунтів і вод

(Верховна Рада України, 2019; Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2022).

Задля досягнення позитивних результатів, потрібні узгоджені та виважені рішення на всіх рівнях нашої держави. Поєднання наукових підходів з економічними із залученням до участі громад зможе швидко дати позитивний ефект як для природи, так і для безпеки та добробуту населення в Україні.

#### Список літератури

1. Convention on Biological Diversity. (2022). Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework.
2. Food and Agriculture Organization. (2021). The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture.
3. IPBES. (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services.
4. IUCN. (2024). The IUCN Red List of Threatened Species (summary indicators).
5. IUCN Commission on Ecosystem Management. (2020). Principles for ecosystem restoration.
6. OECD. (2020). A comprehensive overview of global biodiversity-relevant economic instruments.
7. TEEB. (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations.
8. TNFD. (2023). Recommendations of the Taskforce on Nature-related Financial Disclosures.
9. UNEP-WCMC. (2021). Biodiversity indicators and essential variables for monitoring.
10. WWF. (2022). Living Planet Report 2022.
11. WWF-Україна. (2021). Природоорієнтовані рішення для громад: практичний посібник.
12. Верховна Рада України. (2019). Стратегія державної екологічної політики України на період до 2030 року (Закон України №2697-VIII).
13. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. (2022). Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні.
14. Червона книга України. (2009). Тваринний світ (3-є вид.).

**ПРИДНІСТРОВСЬКОЇ ДОСЛІДНОЇ СТАНЦІЇ САДІВНИЦТВА  
ІНСТИТУТУ САДІВНИЦТВА НААН УКРАЇНИ**

**Гаврилець Наталя**, к. с.-г. н.

*Придністровська дослідна станція садівництва Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України,  
Україна*

**Филипчук Тетяна**, к.б.н., доцент

*Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна*

**Казанцев Максим**, здобувач третього рівня вищої освіти  
*Інститут садівництва НААН України*

**Маланчук Катерина**, здобувач другого рівня вищої освіти  
*Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна*

**Корпан Яна**, здобувач другого рівня вищої освіти  
*Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна*

Придністровська дослідна станція садівництва Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України – науково-дослідна установа садівничого спрямування, наразі єдина в Західному регіоні України. Як дослідну станцію садівництва та виноградарства, яка обслуговує Чернівецьку, Івано-Франківську та Тернопільську області, її було створено в 1965 році. Основа колективу Придністровської дослідної станції садівництва ІС НААН – наукові співробітники, випускники Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Дослідження на Придністровській станції проводяться за двома науково-технічними програмами: ПНД № 22 «Флодове та декоративне садівництво» та ПНД № 17 «Формування та використання банку генетичних ресурсів рослин» з метою забезпечення науковими розробками садівничих сільськогосподарських підприємств різних форм власності регіону Прикарпаття та Наддністрянщини. Основні напрямки наукової діяльності установи – створення нових сортів груші осіннього і зимового строків досягання та сортів волоського горіха, які відповідають вимогам сучасного інтенсивного

садівництва, а також розробка технологій вирощування інтенсивних садів зерняткових, кісточкових та горіхоплідних культур.

Природно - кліматичні умови Буковини надзвичайно сприятливі для розвитку садівництва. Достатня кількість тепла та світла, помірна забезпеченість вологою в літній період, відносно м'які зими, придатні ґрунти та багатий досвід місцевих садівників дозволяють вирощувати плоди високопродуктивних сортів яблуні, груші, черешні, вишні, сливи, абрикосу та волоського горіха.

На площі 39,55 га розміщені: дослідні ділянки, гібридний сад груші, маточно-живцеві сади груші та волоського горіху та ділянки, де проводиться апробація завершених наукових розробок (табл.)

Таблиця

## Використання землі на ПДСС ІС НААН України

Культура	Площа, га	У тому числі			
		дослідні ділянки	гібридний сад	маточно-живцевий сад	апробація розробок
Груша	6,12	2,50	1,09	0,53	2,00
Волоський горіх	4,25	2,00		0,65	1,60
Яблуня	26,98	26,98			
Рілля	2,20				
<b>Разом</b>	<b>39,55</b>	<b>31,49</b>	<b>1,09</b>	<b>1,18</b>	<b>3,60</b>

Основні площі (80 %) займають дослідні ділянки, які закладаються на базовому Дослідному підприємстві «Дослідне господарство «Яблунівське» ПДСС ІС НААН. На площі 1,18 га (3 %) закладені 10–15 тис. живців для розмноження перспективних сортів груші та волоського горіху селекції станції. Планується розширення площі маточно-живцевих садів, оскільки Українським інститутом експертизи сортів рослин наразі проводиться кваліфікаційна експертиза двох перспективних сортів груші – Добряна і Червона Рута та волоського горіха сорту Скарб. На площі 2,2 га під ріллею буде закладено полігон з новими перспективними сортами та сорто-підщепними комбінуваннями груші та черешні.

За період діяльності станції науковцями вивчено понад 1000 сортів яблуні, груші, черешні, вишні, сливи, абрикосу, персика, айви, волоського горіха, фундуку вітчизняної та зарубіжної селекції. У виробництво регіону впроваджено більше 60 високопродуктивних сортів плодових культур.

Селекціонерами Придністровської дослідної станції садівництва ІС НААН створено 20 сортів груші, 15 сортів волоського горіха та 3 сорти фундука, які занесені до Державного Реєстру сортів рослин України. По завершенню досліджень науковим колективом одержано 32 авторських свідоцтва та 16 патентів. Зимовий сорт груші Яблунівська у 1993 році завоював срібну медаль у м. Штудгард, Німеччина.

На станції створено колекційні насадження, які нараховують 159 сортів груші, 70 сортів та форм волоського горіху, 148 сортів яблуні та 13 сортів сливи. Колекції є складовою частиною Національного банку Генетичних ресурсів рослин та об'єктом національного надбання (Нормативно-правовий акт Кабінету Міністрів України, № 527 від 1.04.1999р., №1709 від 19.12.2001р.).

Колекція груші: 76 сортів української селекції, з них 20 селекції станції, 20 – французької селекції, 10 – американської, 9 – італійської, по 6 – бельгійської та молдавської, 4 – англійської, по 3 – болгарської та румунської, 2 – киргизької, по 1 сорту – з Перу, Німеччини, Ірану, Грузії, Узбекистану.

Колекція волоського горіху: 15 сортів селекції дослідної станції садівництва, 12 – молдавської, 3 – французької, 1 – російської, 1 – американської; 38 форм селекції Придністровської станції садівництва.

Інтенсивне ведення галузі, високі вимоги до охорони навколишнього середовища ставлять перед садоводами необхідність перегляду сортименту та підбір високоякісних сортів. Відповідно до потреб ринку, сортимент плодових культур, постійно вдосконалюється та оновлюється. Так, на зміну старим сортам з'являються нові, які завдяки зусиллям селекціонерів набувають кращих якостей відносно батьківських форм, значно переважаючи їх за багатьма параметрами.

Розробки широко поширених перспективних та конкурентоздатних сортів груші та волоського горіху сприяють розбудові садівничої галузі не лише Чернівецькій області, а й інших областей України.

## СТАН СОЦІОЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ

Лаврінченко Вікторія , к.біол.н., доцент

Бондаренко Лідія, аспірант

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

Сучасні соціоекосистеми України опинилися в унікальних і водночас критичних умовах повномасштабної війни. Взаємозв'язок суспільства та довкілля зазнав глибоких трансформацій, що виявляється у руйнуванні природних ресурсів, міграції населення, зміні моделей господарювання та формуванні нових соціальних практик. Такі процеси висвітлюють вразливість соціоекосистем, але водночас відкривають простір для дослідження їхньої стійкості та потенціалу адаптації. Особливої уваги потребує аналіз механізмів відновлення та інноваційних підходів, що можуть бути застосовані як у воєнний, так і у післявоєнний період. Дослідження соціоекосистем у цих умовах дозволяє по-новому осмислити перспективи сталого розвитку України.

Серед ключових змін, які зазнали соціоекосистеми доцільно виділити такі:

1. Руйнування природних ландшафтів і техногенні катастрофи (затоплення, пожежі, забруднення ґрунтів і вод). За даними Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України станом на 1000 день повномасштабної війни *екологічна шкода, завдана воєнними діями, оцінюється приблизно в 71 млрд доларів.*

2. Вимушені міграційні процеси та демографічні зміни. *Понад шістьом мільйонам українців довелося шукати тимчасовий захист у різних країнах Європи [2].* Згідно з офіційними даними [3], з січня по червень 2025 року в Україні зареєстровано 86 795 новонароджених та 249 002 випадки смерті. Таким чином, на кожну дитину, що народилася, припадає майже три померлі особи — співвідношення становить 2,9 до 1.

3. Зростання навантаження на інфраструктуру та локальні екосистеми, що проявляється у перенаселенні окремих регіонів через внутрішнє переміщення населення, що призводить до

інтенсивнішого використання житлових, енергетичних та водних ресурсів, підвищення рівня відходів і тиску на природні екосистеми, які не встигають відновлюватися. *за даними Міжнародної організації з міграції* фактична чисельність ВПО в Україні складає 3548000 осіб [1].

4. Зниження інституційної спроможності до управління природними ресурсами, що пов'язано з обмеженими можливостями державних і місцевих органів влади здійснювати контроль за використанням та охороною природних ресурсів через війну, скороченням фінансування екологічних програм та природоохоронних заходів, призупиненні роботи частини наукових і моніторингових установ, зростанні нелегального видобутку корисних копалин, незаконних вирубок лісу та інших неконтрольованих практик на непідконтрольних територіях.

Враховуючи вище зазначені виклики відбулися такі трансформації соціоекосистеми, як адаптація місцевих громад до змінених екологічних і економічних умов, активізація волонтерських, екологічних та громадських ініціатив, використання цифрових технологій для моніторингу та відновлення довкілля, розвиток екологічної освіти та культури, зміцнення міжнародної співпраці.

Отже, повномасштабна війна водночас виявила вразливість і потенціал українських соціоекосистем. Подальший їх розвиток та відновлення у післявоєнний період залежить від поєднання наукових досліджень, інновацій та активної участі громад, тобто застосування комплексного підходу. Зокрема, саме наукові дослідження і системний моніторинг трансформаційних процесів стануть ключовими чинниками у формуванні стійких моделей розвитку, здатних забезпечити довгострокову екологічну, економічну та соціальну стабільність України.

#### Список літератури

1. Міжнародна організація з міграції. (2024, червень). Звіт про внутрішнє переміщення населення в Україні, раунд 16. Міжнародна організація з міграції. [https://dtm.iom.int/sites/g/files/tmzbd11461/files/reports/IOM\\_UKR\\_GPS\\_Internal%20Displacement%20Report\\_Round%2016\\_UA\\_June%202024.pdf](https://dtm.iom.int/sites/g/files/tmzbd11461/files/reports/IOM_UKR_GPS_Internal%20Displacement%20Report_Round%2016_UA_June%202024.pdf)

2. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. (2024, 19 листопада). 71 млрд доларів збитків та 180 млн тонн викидів:

на COP29 Україна назвала масштаб шкоди природі за 1000 днів війни. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. <https://mepr.gov.ua/71-mlrd-dolariv-zbytkiv-ta-180-mln-tonn-vykydiv-na-sor29-ukrayina-nazvala-masshtab-shkody-pryrodi-za-1000-dniv-vijny/>

3. Міністерство юстиції України. (n.d.). Статистична інформація. Міністерство юстиції України. [https://minjust.gov.ua/actual-info/stat\\_info](https://minjust.gov.ua/actual-info/stat_info)

## **УКРАЇНСЬКИЙ ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ОБМІНУ ПРОСТОРОВОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ В ГАЛУЗІ ПАСІЧНИЦТВА**

**Михайлиця Андрій**, національний експерт з ІТ-інновацій у бджільництві *проекту* *FAO «Стале бджільництво та обмін співпрацею між Туреччиною та Україною»*

**Система обміну просторовою інформацією** – це технологічна інфраструктура, яка дозволяє ефективно збирати, зберігати, обробляти, передавати та використовувати просторові дані. Просторова інформація описує об'єкти і явища, що мають географічну прив'язку, тобто розташування на земній поверхні. Така система може включати в себе різноманітні інструменти для роботи з географічними інформаційними системами (ГІС), картографією, супутниковими знімками, а також для інтеграції даних з різних джерел (систем GPS, картографічних баз даних, сенсорів тощо).

Ці системи важливі для багатьох сфер людської діяльності, зокрема для планування територій, моніторингу навколишнього середовища, сільського господарства, екології та інших.

**Геоінформаційна система (далі – ГІС)** – це набір програмного забезпечення та методів, що дозволяють збирати, зберігати, обробляти, аналізувати, візуалізувати та управляти просторовими (географічними) даними. ГІС дає можливість об'єднувати різні види просторової інформації (карти, супутникові знімки, дані GPS, сенсори тощо) для більш ефективного прийняття рішень.

ГІС працюють з даними, що мають просторові координати, дозволяючи аналізувати і візуалізувати їх на картах, створювати моделі і прогнози.

В галузі пасічництва геоінформаційні системи можуть забезпечувати виконання ряду завдань, зокрема:

**Аналіз медоносних територій.** За допомогою ГІС можна аналізувати наявність, кількість та основні характеристики медоносних рослин (сільськогосподарських культур, лісових насаджень та дикорослих рослин) на певних територіях. Це допомагає планувати маршрут пасіки під-час кочівлі та прогнозувати медозбір.

**Оптимізація розташування пасік під-час медозбору.** За допомогою ГІС пасічники можуть визначати оптимальні локації для встановлення пасік, враховуючи різні фактори, такі як площа сільськогосподарських угідь, рельєф місцевості, наявність доріг, розташування населених пунктів, концентрація пасічників у регіоні, наявність забруднюючих підприємств тощо.

**Оцінка розвитку пасічництва в регіоні.** ГІС дозволяє аналізувати рівень розвитку пасічництва в масштабі окремого населеного пункту, громади, району, області, регіону та всієї країни. Також це дозволяє підрахувати кількість пасічників та пасік у певному регіоні.

**Оптимізація процесу запилення сільськогосподарських культур.** Аналіз співвідношення бджолосімей до кількості площ сільськогосподарських культур у певному регіоні дозволяє покращити якість запилення та уникнути перенасиченості бджолосімей на окремих ділянках та масивах.

**Прогнозування періоду цвітіння медодайних рослин.** ГІС допомагає аналізувати дані про погоду, моніторити різні параметри землі та рослин, визначати період планового цвітіння медодайних рослин у різних регіонах, а також планувати оптимальні терміни для збору меду.

**Розвиток систем інформування та сповіщення.** За допомогою ГІС можна відслідковувати проведення агрономічних операцій з використанням засобів захисту рослин. Це дозволяє впроваджувати ефективні системи сповіщення пасічників, які працюють у вказаному регіоні.

**Моніторинг екологічної ситуації.** Аналіз рівня забруднення навколишнього середовища.

Перелік можливостей, які стали доступними для пасічників завдяки технологіям ГІС є значно ширшим, а їхнє впровадження

залежить від актуальності потреб користувачів та специфіки регіону.

Впродовж останніх років в Україні розроблено низку інноваційних IT-інструментів для підтримки та розвитку бджільництва, які базуються на роботі геоінформаційних систем (ГІС). Ці інструменти сприяють підвищенню ефективності бджільництва в Україні, допомагають у веденні пасічницької діяльності, дозволяють покращити продуктивність пасік, підвищити ефективність медозбору, забезпечуючи сучасні засоби для комунікації, моніторингу та управління пасіками. Можемо виділити основні з них:

**Інноваційний проект «Карта бджоляра»** від сільськогосподарської компанії «Контінентал Фармерз Груп». Сервіс покликаний забезпечити плідну взаємодію із бджолярами та їх об'єднаннями. Охоплює райони Тернопільської, Хмельницької, Чернівецької, Івано-Франківської та Львівської областей.

Про запуск сервісу було оголошено у березні 2018 року. Станом на сьогодні на платформі зареєстровано 22 організації пасічників та понад 800 користувачів.

На інтерактивній карті відображаються актуальні посівні площі всіх медодайних культур компанії із зазначенням їх сорту, площі ділянки, прогнозованого періоду цвітіння, інформації щодо дати обробки засобами захисту рослин, кількості бджолосімей для якісного запилення, а також контактів відповідальних агрономів компанії та інших даних.

**Система моніторингу процесу хімічної обробки рослин «ГрандЕксперт»** – це безкоштовна веб-платформа та мобільний додаток, розроблений у 2018 році громадською організацією «Гранд Експерт». Метою цього інструменту є запобігання отруєнню бджіл та покращенню комунікації між сільгоспвиробниками та бджолярами.

Пріоритетними напрямками роботи системи «ГрандЕксперт» є здійснення оповіщення про заплановані обробки сільськогосподарських культур засобами захисту рослин (ЗЗР) та відображення інформації про масиви медоносних рослин.

**«Є-Бджільництво» від Міністерства аграрної політики України** – електронний сервіс завчасного сповіщення про застосування засобів захисту рослин в Державному аграрному реєстрі. Інструмент був запущений у бета-режимі у лютому 2025 року. Основне завдання ресурсу – допомогти бджолярам убезпечити бджіл від отруєння та організувати кероване бджолозапилення.

Цей електронний сервіс інтегрується з іншими системами, зокрема – Державним реєстром пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, Реєстром паспортів пасік, а також взаємодіє з органами місцевого самоврядування через підключення сервісів розсилки повідомлень.

## **ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ЯК ЗАГРОЗА ФОРМУВАННЮ БЕЗПЕЧНИХ СОЦІОЕКОСИСТЕМ НА ТЕРИТОРІЇ КОЛИШНЬОГО КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

**Олійник Павло**, аспірант кафедри загальної та прикладної екології і зоології

*Запорізького національного університету, Україна*

Знищення Каховського водосховища спричинило не лише геоекологічні трансформації, а й передумови до появи унікальної соціоекосистеми з інтенсивними природними й антропогенними процесами. Новоутворені ландшафти площею понад 2000 км<sup>2</sup>, що зазнали осушення, стали ареною для дослідження взаємодії між абіотичними зокрема (ґрунтовими), біологічними та соціальними компонентами середовища в умовах військового конфлікту (Попов М., 2024).

Дослідження, проведені на території колишнього водосховища в межах Запорізької області, виявили не лише значну фрагментацію ґрунтового покриву та наявність інвазійних видів, а й ознаки потенційного самовідновлення екосистем. Особливу увагу було приділено фітоценозам з домінуванням верби білої (*Salix alba* L.) та тополі чорної (*Populus nigra* L.), що є найбільш поширеними та демонструють високу адаптивність до

змінених умов та потенціал до фітомеліорації й фіторемедіації (Олійник П. О., 2024).

Разом з тим, результати лабораторного аналізу проб ґрунтів вказують на наявність осередків підвищеного токсичного забруднення, зокрема важкими металами (кадмій, свинець, мідь, хром тощо) (Аrnіка, 2024). Вміст рухомих форм ВМ у деяких зонах перевищує ГДК у 3–6 разів.

Згідно плану досліджень було проведено відбір проб ґрунту з 5 ділянок верхньої частини Каховського водосховища в межах м. Запоріжжя та його околиць. Ділянки обиралися виходячи з ситуаційної обізнаності щодо джерел викидів та доступності і далі за течією з інтервалом у 3-5-15 км від найближчого місця потрапляння в акваторію колишнього водосховища забруднювальних речовин. Проби відбиралися і готувалися згідно стандартних методик, та були передані до сертифікованої лабораторії «УкрХімАналіз», де аналізувались на атомно-емісійному спектрометрі. Отримані результати представлені в таблиці 1.

Таке забруднення є результатом багаторічної індустріалізації регіону та функціонування водосховища як кінцевого накопичувача стічних вод (ecopolitic.com.ua, 2024). Осушення цих територій спричиняє інтенсивний транспорт забруднювальних речовин зокрема важких металів. Унаслідок цього формується нерівномірна просторово-хімічна структура середовища, що потребує ретельного картографування та інтерактивного моніторингу.

Новоутворена соціоекосистема є прикладом просторово-часової взаємодії природних процесів та людської діяльності в екстремальних умовах. Підвищення щільності рослинних угруповань, інтенсивне заліснення та наявність фітонеїтралізуючих видів свідчать про потенціал природних механізмів відновлення. Однак ризики вторинного забруднення через трансформацію важких металів у рухомі форми вимагають розвитку інноваційних підходів до управління новими територіями (Василюк О., 2024)

Таблиця 1.

Вміст ВМ в ґрунтах дна колишнього Каховського водосховища

Хімічні речовини	L1/2024 Центральний міський пляж	L2/2024 Дельта Сухої Московки	L3/2024 Школа вітрильного спорту	L4/2024 Малокатеринівка	L5/2023 Балабине	L5/2024 Балабине	Індикативні рівні ЄС для деконтамінації мг/кг	ГДК Україна мг/кг
Sb	-	-	-	-	-	-	31	*
As	-	-	-	-	-	-	0.61	*
Ba	18.40	30.59	9.18	6.26	6.43	6.78	15000	*
Be	-	-	-	-	-	-	160	*
Cd	0.05	<b>3.00</b>	-	0.27	-	-	70	0.70
Co	0.10	0.35	0.19	0.14	-	0.10	23	5
Cr	0.14	<b>19.20</b>	01.05	1.17	-	0.13	0.29	6
Cu	1.95	<b>10.52</b>	1.48	01.05	0.58	1.00	3100	3
Pb	1.98	<b>38.69</b>	3.32	4.30	0.07	1.13	400	6
Mn	<b>620.55</b>	<b>688.93</b>	62.51	66.02	43.64	43.72	1800	140

Hg	-	-	-	-	-	-	10	*
Ni	0.71	<b>14.02</b>	0.65	2.15	0.02	0.34	1500	4
Se	-	-	-	-	-	-	390	*
Ag	-	-	-	-	-	-	390	*
Sn	-	10.02	0.28	0.31	-	-	47000	*

Примітка: \* - не нормується.

Відібрані в межах міста проби ґрунту свідчать про суттєве забруднення колишнього дна водосховища. Так, у районі Центрального міського пляжу зафіксовано перевищення концентрації марганцю у 4,5 раза. У дельті Сухої Московки спостерігається перевищення гранично допустимих концентрацій одразу для кількох важких металів: кадмію – у 4,28 раза, хрому – у 3,2 раза, міді – у 3,5 раза, свинцю – у 6,45 раза, марганцю – у 4,92 раза, нікелю – у 3,5 раза. Інші досліджені ділянки виявилися значно чистішими, що, ймовірно, пов'язано з їхньою віддаленістю від основних джерел забруднення. У місцевості Балабине аналіз проводився двічі – у 2023 та 2024 роках. Тут зафіксовано незначне зростання вмісту рухомих форм важких металів, що може бути наслідком змін у параметрах середовища, наприклад, зниження рН, підвищення вологості або накопичення органічної речовини, які здатні переводити важкі метали з малорухомих форм у рухомі.

Результати досліджень можуть слугувати основою для розвитку соціоекосистем у післякризових умовах, впровадження фітореMediaції ґрунтів, планування землекористування та моніторингу вивільнення важких металів, інтеграції цифрових технологій, розробки репараційних заходів і врахування правового аспекту екоциду.

**Ключові слова:** соціоекосистема, Каховське водосховище, важкі метали, ґрунти, фіторемедіація, війна.

Список літератури

1. Arnika. (2024). *First research of the contamination of the sediments from Kakhovka reservoir*. <https://arnika.org/en/publications/first-research-of-the-contamination-of-the-sediments-from-kakhovka-reservoir-extended-version>
2. *Arsenic, lead, zinc: What else scientists have found at the bottom of the former Kakhovka reservoir*. Ecopolitic. (2024). <https://ecopolitic.com.ua/en/news/arsenic-lead-zinc-what-else-scientists-have-found-at-the-bottom-of-the-former-kakhovka-reservoir/>
3. Олійник, П. О. (2024). Моніторинг стану новоутворених біотопів та складу ґрунтів дна Каховського водосховища. *Екологічні науки*, 6(57), 142–148.
4. Попов, М. (2024). *Катастрофа Каховського водосховища: свідчать супутникові знімки*. Українська Картографічна Група.
5. Василюк, О. (2024). Токсична спадщина Каховського водосховища. *UWEC Work Group*. <https://uwecworkgroup.info/uk/the-toxic-legacy-of-the-kakhovka-reservoir/>

## **РОЛЬ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ МОНІТОРИНГУ ПОВІТРЯ У ФОРМУВАННІ РЕЗИЛІЄНТНОСТІ МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ**

**Павличенко Артем**, д.т.н, професор

**Ломазов Павло**, аспірант

*Національний Технічний Університет «Дніпровська  
Політехніка», Україна*

У сучасних міських агломераціях якість атмосферного повітря визначає не лише стан довкілля, а й рівень громадського здоров'я та соціально-економічну стабільність. Висока щільність населення, інтенсивний рух автотранспорту та наявність промислових підприємств створюють комплексний тиск на атмосферне повітря. У таких умовах системи моніторингу стають базовим інструментом управління ризиками та планування міського розвитку.

Особливу вразливість українських міст посилюють техногенні фактори, воєнні дії та кліматичні зміни. Промислові викиди, робота генераторів під час відключень світла й вихлопи транспорту поєднуються з наслідками аварій, пожеж або вибухів, що мають локальний, але критичний вплив. Додатковим викликом є зміна клімату, яка загострює проблеми смогів і зниження якості повітря. У результаті агломерації потребують більш гнучких і швидких інструментів контролю (Ломазов, Павличенко, & Бучавий, 2023).

Щоб підкреслити переваги новітніх технологій, доцільно порівняти їх із класичними методами моніторингу атмосферного повітря (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняння класичного та інноваційного підходів до моніторингу атмосферного повітря

Ознака	Класичний підхід (стаціонарні пости)	Інноваційний підхід (IoT, мобільні, дрони, GIS)
Просторова роздільність	Низька (обмежена кількома пунктами)	Висока (щільна мережа сенсорів, мобільність)
Часова чутливість	Дані з інтервалом у години/дні	Дані в режимі реального часу
Виявлення локальних подій	Обмежене	Оперативне (смог, пожежі, аварії)
Вартість масштабування	Висока	Відносно низька
Інтеграція з прогнозами	Мінімальна	GIS/CFD/AI, CAQI, Copernicus
Роль у резиліентності	Пасивний контроль	Активна адаптація та відновлення

У цьому контексті особливого значення набуває концепція резиліентності, що трактується як здатність системи адаптуватися до несприятливих умов та відновлювати свої функції після кризових подій. Для міських екосистем резиліентність означає здатність поєднувати моніторинг із механізмами оперативного реагування й довгострокового планування та прогнозування. Таким чином, інноваційні технології моніторингу атмосферного повітря стають не лише

засобом фіксації стану довкілля, а й ключовим чинником підвищення стійкості міських агломерацій до сучасних викликів.

У Бірмінгемі (Велика Британія) була розгорнута мережа низьковартісних IoT-сенсорів для моніторингу PM2.5, інтегрована зі стаціонарними державними станціями. Система дозволила оцінити точність датчиків, оптимізувати розташування постів, виявляти локальні «гарячі точки» та відслідковувати динаміку забруднення. Такий підхід підвищує резиліентність міської екосистеми, забезпечуючи оперативне виявлення проблемних зон і впровадження адаптивної політики (Cowell, Baldo, Chapman, Bloss, & Zhong, 2024).

У місті Цзінань (потужний промисловий центр на півночі Китаю) реалізовано підхід до високодетального моніторингу PM2.5 на основі мережі стаціонарних і мобільних датчиків у поєднанні з GIS-моделями та штучним інтелектом. Дослідники розгорнули в міській агломерації велику кількість недорогих сенсорів і за допомогою алгоритмів машинного навчання побудували мапи забруднення. Моделювання різних конфігурацій мережі показало, що оптимальне комбінування мобільних та стаціонарних постів дає змогу мінімізувати витрати на моніторинг без втрати точності, що є цінним для планування екологічних інвестицій міста. Крім того, застосовано інструменти інтерпретованого AI (метод SHAP) для кількісної оцінки внеску різних джерел PM2.5, наприклад викидів транспорту, промисловості, опалення тощо. Таким чином, отримано науково обґрунтовані дані для точкових заходів контролю забруднення – місто може адресно впливати на основні чинники смогу. Дослідження демонструє, як інноваційний моніторинг із використанням мобільних сенсорних мереж та GIS-аналізу забезпечує міській владі інструментарій для підвищення резиліентності: своєчасного виявлення кризових ситуацій із забрудненням та впровадження адаптивних заходів для захисту громадського здоров'я і довкілля (Li et al., 2025).

У місті Петрошані (Румунія) впроваджено компактну IoT-систему моніторингу, що поєднує датчики якості повітря з камерами для підрахунку транспорту (Bogdanffy, Lorinț, & Nicola, 2025).

3 листопада 2023 року три переносні модулі цієї системи в реальному часі відстежують інтенсивність дорожнього руху та вимірюють концентрації забруднюючих речовин – зокрема твердих часток, CO<sub>2</sub> та летких органічних сполук. Аналіз даних показав зв'язок між коливаннями рівнів забруднення і трафіком, що дало змогу виокремити внесок різних джерел. Наприклад, у зимові місяці середньодобові концентрації PM10 сягали восьмикратного перевищення безпечної норми при низькому трафіку, що вказує на головну роль викидів від побутового опалення. Автори відзначають, що отримана інформація вже зараз може допомагати посадовцям у прийнятті рішень з екологічної політики та управління ризиками для здоров'я, підвищуючи адаптивність міської екосистеми до проблем забруднення повітря (Bogdanffy et al., 2025).

Представлені міжнародні кейси демонструють різні підходи до використання сенсорних мереж, GIS-моделей та інструментів штучного інтелекту для підвищення стійкості міських систем. Разом із тим, для систематизації отриманого досвіду та візуалізації ключових етапів було розроблено узагальнену модель. Вона відображає, як процес моніторингу атмосферного повітря інтегрується у механізми прийняття рішень і стає основою формування резиліентності міських агломерацій (рис. 1).

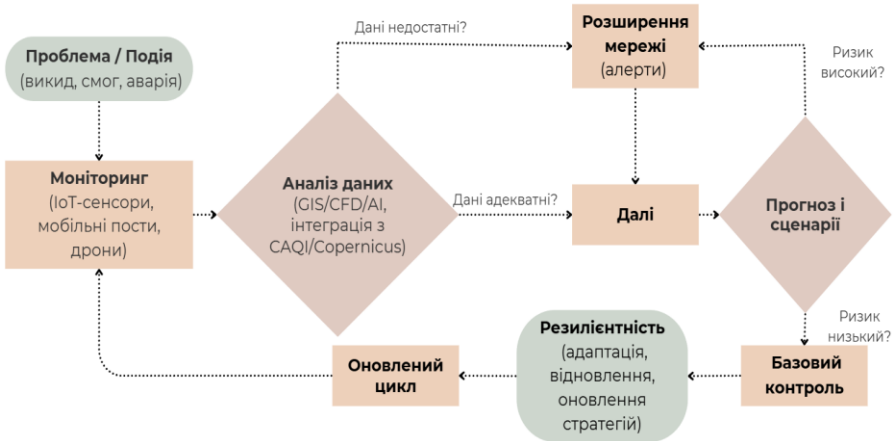


Рис. 1. Узагальнена модель моніторингу атмосферного повітря для формування резиліентності міських агломерацій

Представлена схема відображає послідовність ключових етапів – від виникнення проблеми або події (смог, аварія, викид) до вироблення управлінських рішень і підвищення стійкості міської екосистеми.

Алгоритм передбачає використання інноваційних технологій моніторингу (IoT-сенсори, мобільні станції, дрони, GIS/CFD/AI та інтеграція з CAQI/Copernicus) для збору й аналізу даних, на основі яких приймаються рішення щодо реагування: від розширення мережі й запровадження обмежень до рутинного контролю. Завершальним етапом є резиліентність, що забезпечує адаптацію, відновлення та оновлення стратегій, створюючи циклічну систему сталого управління якістю атмосферного повітря.

Таким чином, інноваційні технології моніторингу атмосферного повітря формують основу для розбудови резиліентних соціоекосистем у сучасних містах. Використання IoT-сенсорів, мобільних платформ, дронів і GIS-моделювання дозволяє не лише своєчасно виявляти локальні загрози, а й забезпечувати науково обґрунтовані управлінські рішення. Для України це особливо актуально в умовах поєднання воєнних викликів, техногенних ризиків і кліматичних змін. Інтеграція національної системи моніторингу з європейськими стандартами (CAQI, AirBase, Copernicus) відкриває нові можливості для адаптивної екологічної політики. Розбудова таких систем сприятиме зниженню ризиків для здоров'я населення, підвищенню стійкості міських агломерацій і створенню надійної основи для сталого розвитку у післявоєнний період.

#### Список літератури

1. Bogdanffy, L., Lorinț, C. R., & Nicola, A. (2025). Development of a low-cost traffic and air quality monitoring Internet of Things (IoT) system for sustainable urban and environmental management. *Sustainability*, 17(11), Article 5003. <https://doi.org/10.3390/su17115003>
2. Cowell, N., Baldo, C., Chapman, L., Bloss, W., & Zhong, J. (2024). What can we learn from nested IoT low-cost sensor networks for air quality? A case study of PM2.5 in Birmingham, UK. *Meteorological Applications*, 31(3), e2220. <https://doi.org/10.1002/met.2220>
3. Li, T., Huang, X., Zhang, Q., Wang, X., Wang, X., Zhu, A., Wei, Z., Wang, X., Wang, H., Chen, J., Li, M., Wang, Q., & Wang, W. (2025). Machine learning-guided integration of fixed and mobile sensors for

- high resolution urban PM2.5 mapping. *npj Climate and Atmospheric Science*, 8(1), Article 95. <https://doi.org/10.1038/s41612-025-00984-3>
4. Ломазов, П. К., Павличенко, А. В., & Бучавий, Ю. В. (2023). Удосконалення методологічних підходів до розвитку системи спостереження за забрудненням атмосферного повітря в агломераціях. *Збірник наукових праць НГУ*, (73), 240–248. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/73.240>

## **СОЦІОЕКОСИСТЕМИ ЯК ПРОСТІР ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ ТА ГРОМАДЯНСЬКОЇ АКТИВНОСТІ ДІТЕЙ**

**Пеліховська Анастасія**, здобувачка другого рівня вищої освіти,  
**Легета Уляна**, к.б.н., доцент  
Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна

Сучасні виклики, пов'язані зі зміною клімату, деградацією природних ресурсів та воєнними руйнуваннями довкілля в Україні, вимагають нових підходів до екологічної освіти. Одним із таких підходів є соціоекосистеми – цілісні системи, що об'єднують природне середовище та соціальні процеси (Василенко, 2021). У цьому контексті особливого впливу набуває позашкільна освіта, яка має велике значення для формування екологічної свідомості та громадянської активності молоді (Гринів, 2020).

Соціоекосистемний підхід дозволяє дітям побачити довкілля не лише як об'єкт охорони, а як частину власного життя. Вивчення локальних систем (річки, лісу, парку тощо) (фото 1) дає розуміння, що стан природи безпосередньо впливає на здоров'я, добробут і перспективи розвитку суспільства (Folke et al., 2016).

Такий підхід сприяє критичному мисленню, умінню аналізувати та усвідомлювати причини й наслідки екологічних проблем. Також він стимулює дітей до пошуку шляхів їх вирішення.



Фото 1. Екскурсія «Ботанічні пам'ятки міста Чернівці»

Позашкільна освіта створює унікальний простір для застосування інтерактивних та дослідницьких методів. Екологічні гуртки та секції можуть реалізовувати проєкти з моніторингу локальних екосистем, створення екостежок, картування проблем довкілля, участі у всеукраїнських та міжнародних екоініціативах (Гринів, 2020) (фото 2). Такі види діяльності формують у дітей не лише знання, а й практичні навички дослідження, командної роботи, відповідального прийняття рішень.



Фото 2. Участь у проєкті EcoREactive (переробка з кришечок у лавочку)

Важливим аспектом є поєднання екологічної освіти з громадянським вихованням. Досліджуючи соціоекосистеми, діти усвідомлюють себе не пасивними спостерігачами, а активними учасниками змін у своїй громаді (Василенко, 2021). Це стимулює

їх до участі у волонтерських акціях, екологічних флешмобах, шкільному та молодіжному самоврядуванні (фото 3). Відповідальність за власне довкілля поступово трансформується у відповідальність за спільне майбутнє.



Фото 3. Долучення дітей до акції «Word cleanup day»

Таким чином, соціоекосистеми можна розглядати як ефективний освітній ресурс у позашкільні. Вони створюють умови для інтеграції знань із природничих, соціальних та гуманітарних дисциплін, сприяють розвитку екологічної свідомості та активної громадянської позиції дітей. Використання цього підходу є важливим кроком на шляху до формування покоління, здатного відповідально діяти в умовах глобальних і локальних екологічних викликів (UNESCO, 2020).

### Список літератури

1. Василенко, О. В. (2021). Соціоекосистемний підхід у дослідженнях довкілля: теоретичні засади та прикладні аспекти. *Екологія і природокористування*, 25(2), 45–52.
2. Гринів, Л. С. (2020). Екологічна освіта в умовах сталого розвитку: виклики та перспективи для України. *Вісник Львівського університету. Серія педагогічна*, (36), 112–118.
3. Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B., & Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*, 21(3), 41.
4. UNESCO (2020). *Education for Sustainable Development: A Roadmap*. UNESCO Publishing.

## НЕРІВНІСТЬ РОЗПОДІЛУ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ МІЖ ПРОВІНЦІЙНИМИ ЕКОСИСТЕМАМИ УКРАЇНИ

**Руденко Степан, кандидат географічних наук, докторант**  
*Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара,*  
*Україна*

**Руденко Валерій, доктор географічних наук, професор**  
*Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича,*  
*Україна*

Останнім часом природні ресурси України привертають все більшу увагу як гарантія благополуччя та безпеки населення. Тому закономірним є збільшення публікацій, присвячених цій актуальній темі (Руденко та ін., 2024; Rudenko et al., 2025). Метою дослідження було визначення нерівності розподілу різних видів природних ресурсів між провінційними екосистемами України. У роботі використана класифікація провінційних екосистем Голубця (2000), який виділив у межах України 14 провінційних екосистем. Як критерій оцінки нерівності розподілу застосовувався коефіцієнт Джині. У таблиці 1 наведено прийняту нами градацію цього коефіцієнта (табл.1).

Таблиця 1.

Градація груп нерівності розподілу за індексом Джині

№	Коефіцієнт Джині	Група нерівності
1	0.101-0.250	Від нульової до слабкої нерівності
2	0.251-0.500	Від слабкої до середньої нерівності
3	0.501-0.700	Від середньої до сильної нерівності
4	0.701-0.900	Від сильної до дуже сильної нерівності
5	0.901-1.000	Від дуже сильної до абсолютної нерівності

Найменший рівень нерівності розподілу серед провінційних екосистем України виявляють рекреаційні ресурси, які за коефіцієнтом Джині потрапляють в групу «від нульової до слабкої нерівності» (табл. 2). А ось водні, земельні та фауністичні ресурси опинилися в одній групі «від слабкої до середньої нерівності». При цьому в межах цієї групи все ж таки

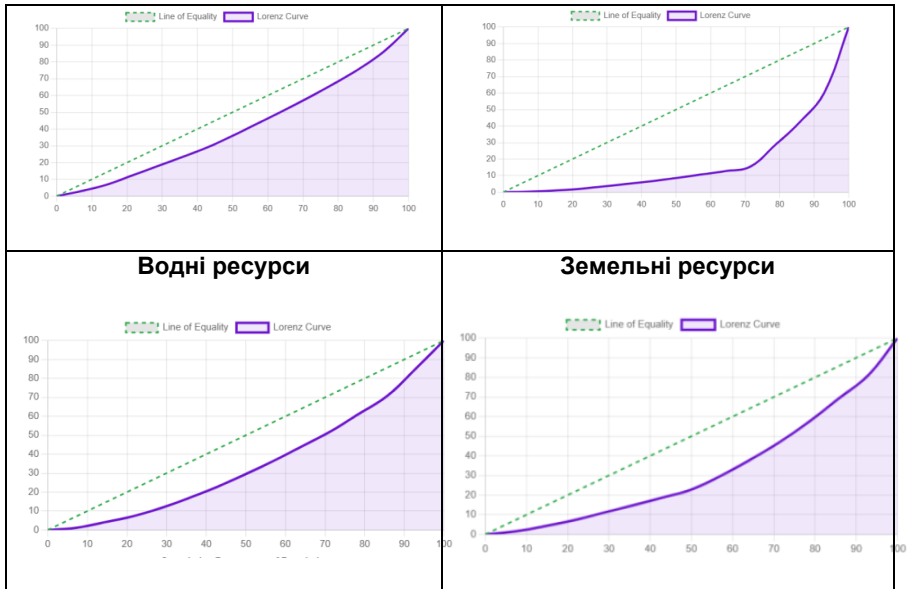
спостерігається такий спадний рейтинг коефіцієнта Джині: фауністичні > земельні > водні. Лісові та мінеральні ресурси поєдналися в групі «від середньої до сильної нерівності» при дещо більшому значенні мінеральних. Загалом нерівність розподілу природних ресурсів між провінційними екосистемами України зростає в ряду: рекреаційні < водні < земельні < фауністичні < лісові < мінеральні.

Таблиця 2.  
Значення коефіцієнта Джині для нерівності розподілу природних ресурсів між провінційними екосистемами України

Вид ресурсів	Коефіцієнт Джині
Рекреаційні ресурси	0,201
Водні ресурси	0,295
Земельні ресурси	0,354
Фауністичні ресурси	0,373
Лісові ресурси	0,629
Мінеральні ресурси	0,649

Графічним зображенням функції нерівності розподілу ресурсів є крива Лоренца (англ. Lorenz curve) (рис. 1).





**Рис. 1.** Криві Лоренца для нерівності розподілу природних ресурсів між провінційними екосистемами України. Вісь X представляє кумулятивну долю ресурсу (%), а вісь Y – кумулятивну долю вартості його потенціалу (%)

Найдальше від лінії абсолютної рівності відстоїть крива Лоренца у варіантах з мінеральними та лісовими ресурсами, а найближче у варіанті з рекреаційними ресурсами. Проміжну віддаленість від лінії абсолютної рівності демонструють криві Лоренца у варіантах з фауністичними, земельними та водними ресурсами.

### Список літератури

1. Голубець М.А. (2000). Екосистемологія. Львів: Поллі, 316.
2. Руденко С.В., Руденко В.П., Руденко С.С. (2024). Пізнання провінційних екосистем України через гравітаційні моделі їх природно-ресурсного потенціалу. *Екологічні науки*, 2(53), 55-60. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.2-53.8>
3. Rudenko, S., Pakhomov, O., Rudenko, V., & Rudenko, S. (2025). Assessment of Strength of Interaction between Nature-Resource Potentials in Provincial Ecosystems of Ukraine. *Polish Journal of Environmental Studies*, 34(5), 5813-5821. DOI: <https://doi.org/10.15244/pjoes/191607>

**АГРАРНА НАУКА ВИРОБНИЦТВУ**

**Леонід ТОМАШ к. ю. н., Оксана ЛЕСИК к. с.-г. н., с. н. с.,  
Валентина СЕМЕНЧУК к. с.-г. н.**

*Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту сільського господарства Карпатського регіону  
Національної академії аграрних наук України*

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція ІСГКР НААН виконує важливу функцію наукового забезпечення розвитку аграрного сектору регіону. Маючи значний науковий потенціал та спроможність ведення селекційної роботи у рослинництві та тваринництві, науковці дослідної станції працюють над забезпеченням регіону конкурентоспроможними науковими розробками та технологіями.

Науковцями наукової установи на ринок Чернівецької області в період з 2020 по 2024 рр. представлено 45 завершених наукових розробок. Сільськогосподарським товаровиробникам пропонується широкий спектр адаптованих до місцевих умов, енерго - та ресурсозберігаючих технологій виробництва рослинницької та тваринницької продукції. Серед них – високоврожайні сорти сої, квасолі, гібриди кукурудзи власної селекції, удосконалені типи та породи молочного й м'ясного поголів'я великої рогатої худоби та овець, а також сорти озимих і ярих зернових колосових культур, картоплі та багаторічних трав наукових установ мережі НААН. Розроблено нові підходи до збереження та відновлення родючості ґрунтів, оптимізації обробітку ґрунту, використання добрив та засобів захисту рослин, чергування культур у сівозмінах, а також боротьби з ерозією ґрунтів. Крім того, на земельних ділянках Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН разом з науковцями та аспірантами кафедри екології та біомоніторингу навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича досліджено вплив вирощування енергетичних культур на структурно-функціональні характеристики агроєкосистем; проаналізовано особливості виносу окремих

макро- і мікроелементів енергетичними культурами *Panicum virgatum* L., *Sorghum saccharatum* (L.) Moench., *Miscanthus x giganteus* J.M.Greef, Deuter ex Hodk., Renvoize; вивчено асоційоване фіторізноманіття в монокультурних насадженнях *M. X giganteus* і *P. Virgatum*; досліджено видове різноманіття за Шенноном, видове насичення, таксономічне багатство та різноманіття, складність угруповань.

Попри значну цінність наукових досягнень, їхнє впровадження в агропромислове виробництво відбувається повільними темпами. Це зумовлено специфікою сільськогосподарського сектору, обмеженою платоспроможністю аграрних підприємств, недостатнім інформуванням керівників і спеціалістів про переваги наукових рішень, а також тривалими воєнними діями, що тривають понад три роки.

Інтенсивний розвиток ринкових відносин змушує наукові установи шукати нові методи організації наукової діяльності, а також налагоджувати співпрацю з комерційними структурами з метою отримання й впровадження результатів досліджень. Міжнародний досвід свідчить, що такі завдання ефективно вирішуються завдяки тісній взаємодії науки, бізнесу та виробництва.

Назріло питання підвищення конкурентоспроможності вітчизняних наукових установ та їх експериментально-виробничої бази шляхом створення власної та партнерської підприємницької інфраструктури інноваційно-інвестиційного розвитку. Основними показниками ефективності роботи мають стати обсяги надходжень коштів від реалізації наукоємної продукції, з урахуванням прогнозованої собівартості науководослідного та експериментально-виробничого процесу.

На сьогоднішній день існує потреба у розробці та впровадженні в наукових установах нових ефективних систем інноваційно-інвестиційного розвитку аграрної науки. Актуальність цієї роботи визначається спрямованістю на забезпечення реалізації конкуренто-спроможної науково-технічної та інноваційної продукції в АПК Чернівецької області за рахунок поєднання наукового і виробничого потенціалу науки та господарств різних форм власності регіону.

Науковці дослідної станції приділяють значну увагу покращенню обізнаності керівників та головних спеціалістів агроформувань та населення щодо інноваційно-інвестиційного розвитку аграрного сектору регіону через надання науково-консультаційних та інформаційних послуг. Науково-практичні рекомендації щодо вирощування насіння різних культур високих категорій, догляд за посівами під час весняних та осінніх польових робіт, боротьба з ерозією ґрунтів, вирощування біоенергетичних культур висвітлювалось на семінарах, нарадах, днях поля, круглих столах, тощо.

На демонстраційних та науково-технологічних полігонах представляються високоврожайні сорти сої культурної, квасолі звичайної зернової, гібриди кукурудзи звичайної власної селекції та озимих і ярих зернових колосових культур, картоплі, багаторічних трав науково-дослідних установ мережі НААН України.

Наукові розробки, що пропонуються, стали результатом завершених досліджень, виконаних науковцями дослідної станції у попередні роки. Ефективність їх апробації та впровадження у виробничу практику свідчить про актуальність цих напрацювань і підтверджує потенціал аграрної науки Буковини у сприянні сталому розвитку агропромислового сектору України та зміцненні її продовольчої безпеки.

## **ЗАЛУЧЕННЯ УКРАЇНСЬКИХ СТЕЙКХОЛДЕРІВ ДО АНАЛІЗУ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАПИЛЮВАЧІВ**

**Федоряк Марія**, доктор біологічних наук, професор,  
**Бурдейний Микола**, аспірант,  
*Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна*

Запилення є ключовим процесом для стабільності агроєкосистем. В умовах війни та глобальних викликів українські аграрії та бджолярі стикаються з нестачею надійних інструментів для моніторингу та підтримки запилювачів. Цифрові додатки, бази даних та методичні рекомендації можуть суттєво посилити

спроможність стейкхолдерів ухвалювати рішення щодо збереження біорізноманіття, оптимізації врожайності та відновлення деградованих середовищ.

Проєкт RestPoll (завдання 5.2) у партнерстві з VALOR розробляє опитування щодо використання існуючих інструментів для запилення. Англomовна версія опитування запускається 1 вересня 2025 р., а переклади мають бути готові до 22 вересня. Українська команда бере на себе переклад і адаптацію опитування та супровідних інструментів для місцевих реалій. Це дозволить зібрати дані про поточне використання додатків, моделей, рекомендацій та баз даних серед українських фермерів і бджолярів.

Ми плануємо перекласти на українську мову перелік інструментів для підтримки запилення та створити рекомендації щодо їх застосування. Подальше впровадження включає тестування цих інструментів у польових умовах разом із бджолярами й аграріями та збір відгуків. Для ефективного поширення буде задіяно мережу соціально відповідальних фермерських кооперативів і активних фермерів. Також передбачена співпраця з сільськогосподарською компанією «Контінентал Фармерз Груп», яка в рамках своєї корпоративної соціальної відповідальності реалізувала ряд проєктів, що були спрямовані на підтримку та розвиток пасічної кооперації та пасічництва загалом. Зокрема, йдеться про інтерактивну карту медодайних культур «Карта бджоляра», а також соціально-екологічну ініціативу для відновлення медодайних насаджень «Марафон лип». Цей та інший подібний досвід представників соціально відповідального бізнесу, що стосується роботи з громадами та підтримки пасічництва, дозволить донести інформацію про нові інструменти до широкого кола стейкхолдерів.

У жовтні 2025 р. відбудуться конференції для аграріїв та бджолярів, де ми плануємо презентувати україномовні версії опитування й інструментів, а також обговорити проміжні результати. Зібрані дані допоможуть визначити потреби користувачів, покращити функціонал інструментів та сприяти їх широкому впровадженню. У перспективі передбачається створення єдиного пакету інструментів для підтримки

запилювачів та інтеграції цих рішень у державні й приватні програми сталого розвитку.

Завдяки міжнародній співпраці та активній участі місцевих стейкхолдерів, очікується, що переклад і поширення інструментів для підтримки запилення сприятимуть збереженню біорізноманіття, підвищенню врожайності та зміцненню соціальної згуртованості на сільських територіях України.

#### Список літератури

1. Zarochentseva, O. D., Zhuk, A. V., Fedoriak, M. M., Cherlinka, L. V., Tverdokhlib, M. M., Herasymiuk, P. P., & Cherlinka, V. R. (2022). The influence of insect pollination on the yield and oiliness of *Helianthus annuus* L. hybrid seeds. *Biological systems*, 14(1), 61–71. <https://doi.org/10.31861/biosystems2022.01.062>
2. Dicks, L. V., Breeze, T. D., Ngo, H. T., Senapathi, D., An, J., Aizen, M. A., ... & Potts, S. G. (2021). A global-scale expert assessment of drivers and risks associated with pollinator decline. *Nature Ecology & Evolution*, 5(10), 1453–1461.

### **СОЦІАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ: ЕФЕКТИВНА КОМУНІКАЦІЯ**

**Химич Ірина**, к.е.н., доцент,

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна*

**Химич Олена**, лікар анестезіолог,

*Комунальне неприбуткове підприємство «Центр інфекційних захворювань», Україна*

Сучасний бізнес-світ вимагає нових підходів, зокрема, і до способу взаємодії між людьми. Даний момент може відобразитися як в ефективній та дієвій, так і в безрезультатній комунікації щодо вирішення певних ділових бізнес-результатів тощо. На допомогу цьому варто опанувати та застосувати досить вагому на даний час навичку – «соціальний інтелект».

Власне саме поняття «соціальний інтелект» («Social Intelligence», SI) [1; 3] запропонував американський психолог Едвард Лі Торндайк ще в 1920 р., зазначивши, що для досягнення певного соціального статусу та здобуття кар'єрного успіху, бути лише хорошим спеціалістом не достатньо,

необхідно володіти ще певним набором навичок та вмінь, які сприятимуть та допомагатимуть як покращувати комунікаційні взаємодії в роботі та спілкуванні із людьми, так і зможуть вивести на високий професійний рівень.

Соціальний інтелект [1] як навичка комунікаційних процесів між людьми як в побуті, так і в діяльності, відображає набір важливих здібностей, які сприяють ефективній взаємодії між ними та розумінню щодо стану соціальних ситуацій. Іншими словами, розуміння та застосування основних принципів соціального інтелекту на основі певної сукупності здібностей визначатиме рівень успішності соціальної взаємодії між людьми в будь-якій сфері їхнього життя.

Основна мета соціального інтелекту [1; 2] – відобразити людську здатність щодо розуміння й пояснення своєї поведінки та інтерпретації поведінки інших людей, а також вміння діяти та поводитися відповідно до тих чи інших наявних й можливих ситуацій. За допомогою даної навички можна зрозуміти та пояснити ряд людських емоцій (як свої власні, так і чужі; як нарізно, так і в їх сукупності) та охарактеризувати їхню поведінку у взаємозв'язку – вміння адаптовувати людську поведінку у відповідності до наявності різноманітних соціально-можливих контекстів.

Суть соціального інтелекту на основі його складових відображено на рис. 1 [3; 4].

Отже, навичка щодо розуміння та вдалого застосування соціального інтелекту на даний час є доволі актуальною та однією із надзвичайно важливих, що відображається, перш за все, в ефективній та дієвій комунікації та взаємодії між людьми в різноманітних сферах їхнього життя (побудова особистих стосунків, ведення побуту, навчання, здійснення діяльності, побудова кар'єри, спілкування тощо). Зрозуміло, що найбільші труднощі виникають тоді, коли відбувається певна взаємодія (спілкування) між різними людьми: адже, в кожного із них різноманітна реакція та емоційний стан і фон, світосприйняття та його розуміння, кожен із них переслідує свої цілі та результати в підсумку такої комунікації, і щоб забезпечити її ефективність, необхідно дуже постаратися та зважити усі моменти, проте, на користь собі. Тому, якщо комунікаційна

взаємодія є недієвою та не приводить до бажаного результату в кінцевому підсумку, ділові зустрічі не забезпечують бажаний рівень продуктивності, виникають різноманітні конфліктні ситуації, то це підстава для вдосконалення власного соціального інтелекту. Вдосконалення та правильне застосування цієї навички забезпечуватиме позитивну атмосферу в сім'ї та будь-якому колективі, а також сприятиме успішній професійній діяльності на роботі.

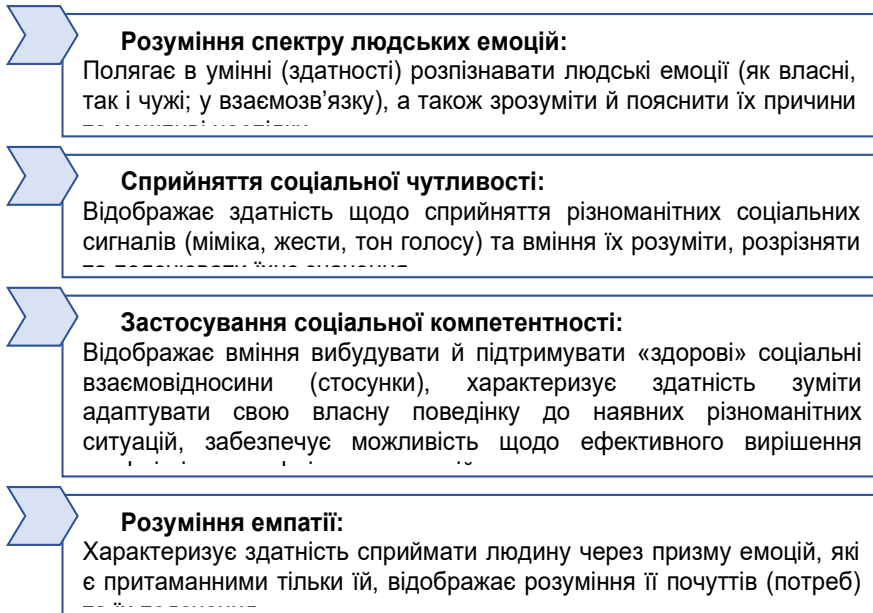


Рис. 1. Загальна суть соціального інтелекту

На рис. 2 [4; 5] відображено особливості розвитку та вдосконалення навички щодо власного соціального інтелекту для здійснення ефективної взаємодії як з простими людьми (слухачами), такі для успішної й дієвої комунікації на роботі та з бізнес-партнерами.

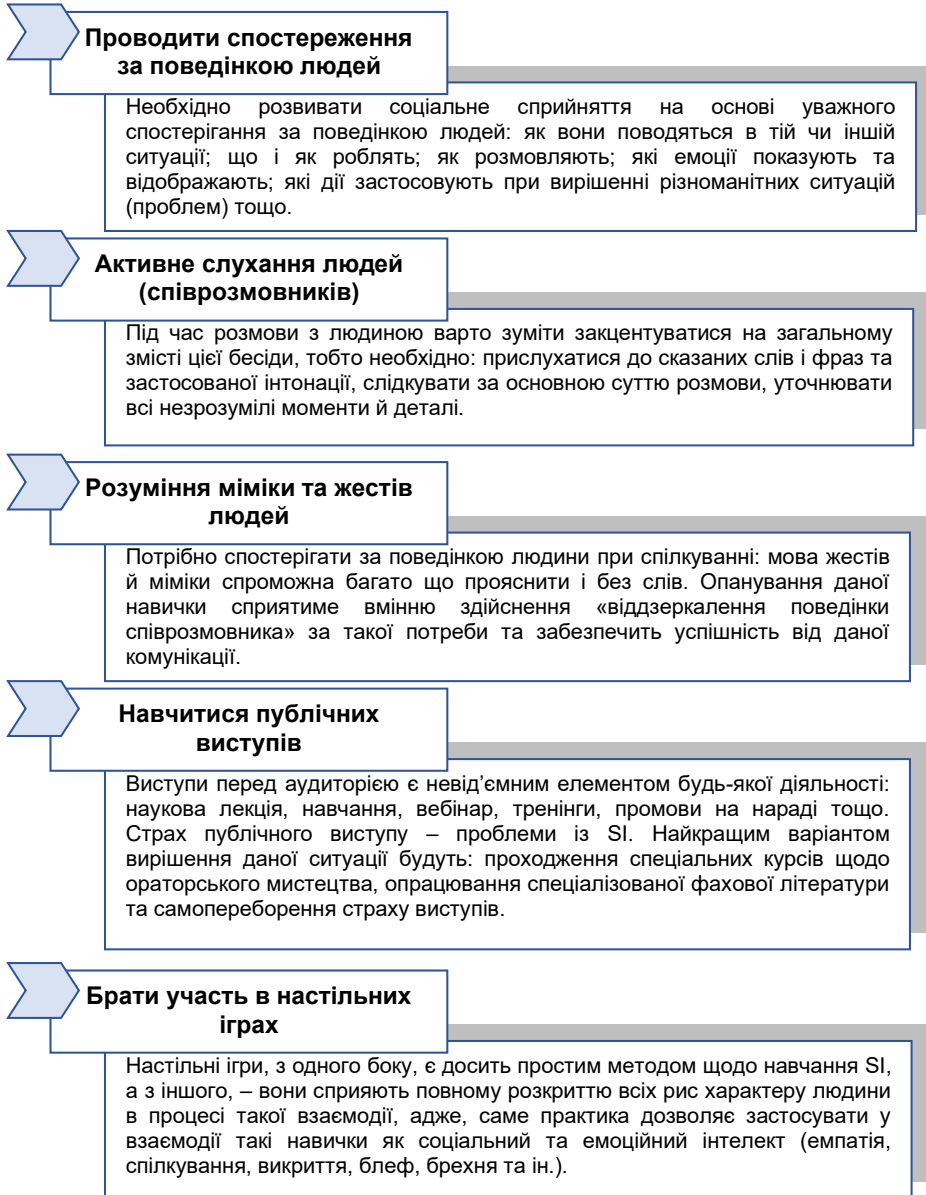


Рис. 2. Особливості розвитку та вдосконалення навички «соціальний інтелект»

Крім цього, варто зауважити і про те, що власне розвиток навички соціального інтелекту (SI) є безперервним процесом, адже, світ безупинно розвивається, і це вказує на потребу постійної трансформації та адаптації до нових умов сьогодення як в житті в цілому, так і у взаємодії зокрема. Тому, працювати над вдосконаленням та покращенням навички SI необхідно повсякчас, перш за все, для себе особисто, щоб полегшувати комунікаційну взаємодію та отримувати позитивні результати від цього процесу.

З точки зору психологічного сприйняття, деякі люди здатні розвивати навичку соціального інтелекту значно легше й простіше, порівняно із іншими, яким необхідно для такого опанування прикладати значно більше зусиль. Проте, на даний час психологами розроблено ряд стратегій та методик, що покликані допомагати набувати та розвивати навички SI для людей із різним сприйняттям. Відповідно, людей із розвинутим соціальним інтелектом помітно відразу. Однією із особливих характерних відмінностей такої людини буде те, що вона здатна відчувати й інтерпретувати відчуття (почуття) й емоції інших людей, та, у зв'язку із цим інтуїтивно знати як себе поводити, що говорити, на що робити головний акцент при такій соціальній взаємодії. Люди з більш розвинутим SI – це люди, які дуже добре ведуть процес спілкування, що включає, перш за все, активне слухання свого опонента, а також і вміння – як правильно уникнути «гострих кутів» при комунікації, та, у підсумку, досягнути позитивного результату для себе особисто.

Основні риси [2; 5], що притаманні для людей із високим рівнем соціального інтелекту:

1) володіє вмінням «активний слухач»: при розмові не просто слухає співрозмовника, а звертає увагу на різноманітні моменти та деталі, і в підсумку надає обґрунтовану відповідь – такий процес сприяє створенню зацікавленості та встановленні ефективної комунікації між учасниками;

2) застосовує вже набуті комунікативні навички: володіє мистецтвом «знаходить спільну мову з будь-ким»; запам'ятовує певні деталі про своїх слухачів, що були озвучені в розмові, та, на цій основі, веде більш змістовніший діалог; зарекомендовує

себе як тактовний та щирий співрозмовник; використовує елементи доречного гумору в бесіді;

3) здійснює управління особистою репутацією: це один із базових принципів прояву SI та полягає в умінні враховувати власне враження, яке справляється на співрозмовників, а також це один із найскладніших складових елементів соціального інтелекту, що полягає в тому, що потрібно розуміти, яке саме враження ми справляємо на нашого співрозмовника, в той же час необхідно залишатися виваженим та спокійним (не бути пихатим, зверхнім тощо);

4) володіння навичкою безконфліктності: вміння розумного сприйняття інформації та лаконічності представлення особистих поглядів на різноманітні ситуації щодо думок інших людей, особливо, коли вони не поділяється.

Вдосконалення SI є важливим, адже це саме той ключ, що впроможі розшифрувати складні пазли людських взаємовідносин.

Проте, щоб правильно розвивати свій соціальний інтелект, варто також згадати і про емоційний інтелект [3; 6]. Саме ці дві навички в комплексі допомагають розкриттю повної картини щодо людського спілкування, ефективної комунікації та успішної взаємодії. Соціальний інтелект фокусується на оцінці міжособистісних навичок, а емоційний – відображає стан внутрішньо-особистісних. Власне ці два поняття з одного боку різні, а з іншого є спорідненим. Соціальний інтелект забезпечує розуміння різноманітних соціальних ситуації та сприяє успішній орієнтованості в них, а емоційний – надає змогу розпізнавати, розуміти та успішно керувати емоціям (як власними, так і чужими), тобто зосереджується на емоційних моментах соціальної взаємодії. Зрозуміло, що емоційно розвинута людина здатна не тільки розуміти й розпізнавати власні як позитивні та негативні емоції, але й може їх правильно контролювати при комунікаційному процесі. Поєднання цих навичок сприяє уникненню (вирішенню) конфліктів (конфліктних ситуацій), на основі зберігання спокою в напружених моментах, та допомагає швидше знаходити необхідні рішення для всіх сторін.

#### Список літератури

1. Гоулдман Д. (2020). Соціальний інтелект. Нова наука про людські відносини. Харків: Видавництво «КСД». 400 с.

2. Зорян Л. (14.08.2023). Соціальний інтелект: що це та як прокачати. URL: <https://advice.telegazeta.com.ua/soczialnyj-intelekt-shho-cze-ta-yak-prokachyty/>

3. Кадя Н. (10.01.2024). Соціальний чи емоційний? Для чого вам потрібні обидва ці інтелекти. URL: <https://life.nv.ua/ukr/blogs/emociyniy-i-socialniy-intelekti-chim-vidriznyayutsya-ta-dlya-chogo-potribni-50383050.html>

4. Кадя Н. (08.01.2024). П'ять причин. Чому вам потрібно розвивати соціальний інтелект. URL: <https://life.nv.ua/ukr/blogs/socialniy-intelekt-shcho-ce-y-dlya-chogo-vin-potribniy-50382397.html>

5. Соціальний інтелект: що це таке та як його прокачати (24.03.2021). URL: <https://budni.robota.ua/career/sotsialnyy-intelekt>

6. Химич І.Г., Химич О.І. (2024). Естетичний інтелект: необхідна навичка в житті та діяльності особистості. Психологічні предиктори соціального розвитку особистості в сучасних умовах освітнього середовища: збірник тез І Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю (Київ, 21 листопада 2024). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка». С. 156. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/48058>

## **Використання методів штучного інтелекту для інноваційних досліджень соціоекосистем України**

**Юрчик Дмитро**, аспірант, кафедра комп'ютерних наук,  
*Державний університет інформаційно-комунікаційних  
технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Соціоекосистеми являють собою складні системи взаємодії природних та соціальних компонентів. В умовах України, що стикається із масштабними викликами війни, зміни клімату та трансформацій суспільства, актуальним є пошук нових методологій для дослідження таких систем. Сучасні інструменти штучного інтелекту (ШІ) та комп'ютерних наук відкривають широкі можливості для аналізу, прогнозування та управління соціоекологічними процесами (Smith, 2023).

**Методологічні підходи.** Використання алгоритмів машинного навчання, обробки великих даних та агентного моделювання дозволяє:

- виявляти приховані закономірності у взаємодії природних і соціальних факторів;
- прогнозувати наслідки екологічних і соціальних змін для локальних громад;
- будувати віртуальні сценарії розвитку територій на основі моделей «цифрових двійників» (Johnson, 2022).

Зокрема, нейронні мережі ефективно застосовуються для аналізу супутникових знімків з метою моніторингу землекористування, а графові моделі - для дослідження соціальних зв'язків у громадах.

### **Перспективи інноваційних досліджень**

1. Моніторинг довкілля: автоматизований аналіз екологічних даних для виявлення ризиків деградації ґрунтів, водних ресурсів, біорізноманіття.

2. Соціальні взаємодії: моделювання процесів міграції, відновлення громад, впливу цифрових технологій на локальні соціальні структури.

3. Стійкість систем: створення інструментів оцінки вразливості соціоекосистем та розробка стратегій адаптації з використанням ШІ.

4. Освітній потенціал: залучення студентів і молодих науковців до міждисциплінарних досліджень на перетині екології, соціології та інформатики.

**Висновки.** Поєднання знань екології, соціальних наук та інноваційних інструментів комп'ютерних наук формує основу для створення нових підходів у дослідженні соціоекосистем. Використання ШІ забезпечує можливість побудови точніших прогнозів та підтримки прийняття рішень, що є важливим для сталого розвитку України (Petrenko, 2024).

### **Список використаних джерел:**

1. Johnson, M. (2022). Computational ecosystems modeling. Springer.
2. Petrenko, O. (2024). Artificial intelligence for sustainable development in Eastern Europe. Kyiv: Naukova Dumka.
3. Smith, J. (2023). AI and socio-ecological resilience: A global perspective. Oxford University Press.

## EMERGING AND ENDEMIC HONEY BEE THREATS IN ITALY: SURVEILLANCE, CONTROL, AND REGULATORY CHALLENGES

**Michela Bertola\*, DVM MSc and Franco Mutinelli, DVM, DECVP,  
MSc**

*National Reference Laboratory for Honey Bee Health, Istituto  
Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Viale dell'Università 10,  
35020 Legnaro, PD, Italy*

In recent years, Italy has become a critical hotspot for the emergence and spread of honey bee pests and predators, increasingly impacted by *Varroa destructor* (detected since 1981), *Aethina tumida* (Small Hive Beetle, SHB, first reported in 2014), the invasive *Vespa velutina nigrithorax* (2012), and the expanding native *Vespa orientalis* (since at least 2018).

Under the European regulatory framework (Regulations (EU) 2018/1629 and 429/2016), these threats are classified under different disease categories requiring specific approaches. *Varroa*, SHB, and *Tropilaelaps* mites are listed in categories D and E, which call for measures to prevent their spread and mandate ongoing surveillance, although eradication is no longer required. *Varroa* is also listed under category C, indicating the need for regional containment measures to prevent spread into disease-free areas.

Since 2014, SHB has remained endemic in two provinces of Calabria, with limited spread into neighbouring areas and two isolated detections in Sicily (2014 and 2019). However, multiple new outbreaks occurred in Sicily in October 2024. Thanks to Italy's well-structured and active surveillance system, containment measures were promptly implemented, limiting restrictions to Calabria and Sicily and avoiding broader national implications (Commission Implementing Decisions 2023/110/EU and 2024/3119/EU).

At the same time, *Tropilaelaps* mites are emerging as a serious threat to European beekeeping. The potential spread of *Tropilaelaps* in regions bordering the EU represents an increasingly serious risk, particularly in the context of honey bee imports from areas considered "officially free" from these mites but geographically adjacent to infested regions, or that maintain commercial or

apicultural links with such areas. Both Russia's Krasnodar region (since 2021) and Georgia's Samegrelo-Zemo Svaneti region (2024) have reported established populations (). Surveys conducted in Belarus (Vitebsk district, 2023–2024) detected *Tropilaelaps* in nearly 20% of colonies (Goryachev & Kuzmich, 2025), while investigations in Crimea's Belogorsk district in 2023 identified both *Varroa destructor* and *Tropilaelaps* in bee larvae (Khokhlova, 2023).

These findings underline the need for heightened vigilance regarding bee movements and apicultural material, which represent rapid pathways for mite introduction. Early detection of any potential incursion is crucial to attempt eradication and prevent establishment, as once *Tropilaelaps* is established, it cannot be eradicated. EU regulations on imports and intra-Community movements provide mechanisms to mitigate the risk of introduction.

Unlike *Varroa* and SHB, for which annual and adaptive surveillance plans are already in place, the EU still lacks a harmonized strategy for *Tropilaelaps*. Monitoring and control efforts are limited by the absence of approved treatments and insufficient scientific data on mite interactions with *Varroa* under European environmental and management conditions. Addressing these gaps will require targeted research, funding, and coordinated action across Member States.

*Vespa velutina* is classified as an invasive alien species of Union concern under Regulation (EU) 1143/2014 and Italian Legislative Decree No. 230/2017. Control measures, such as inspections of goods, are already in place (Commission Implementing Regulation (EU) 2016/1141), but effective long-term management depends on thorough risk assessments, as outlined in Delegated Regulation (EU) 2018/968.

Within this evolving scenario, beekeepers are entrusted with maintaining hive health and implementing biosecurity practices to reduce the risk of disease introduction and spread, as required by Regulation (EU) 2016/429. Veterinary services must remain fully equipped and responsive—not only to address current threats, but also to anticipate and prepare for emerging ones. This involves enforcing surveillance plans, verifying control measures, maintaining close communication with the National Reference Center, and serving as key support figures within their territories.

## References

1. Commission Delegated Regulation (EU) 2018/1629 of 25 July 2018 amending the list of diseases set out in Annex II to Regulation (EU) 2016/429 of the European Parliament and of the Council on transmissible animal diseases and amending and repealing certain acts in the area of animal health ('Animal Health Law'). C/2018/4785 OJ L 272, 31.10.2018, pp. 11–15
2. Regulation (EU) 2016/429 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2016 on transmissible animal diseases and amending and repealing certain acts in the area of animal health ('Animal Health Law'). OJ L 84, 31.3.2016, pp. 1–208.
3. Commission Implementing Decision (EU) 2023/110 of 12 January 2023 laying down emergency measures as regards confirmed cases of infestation with small hive beetle (*Aethina tumida*) in Italy and France and repealing Implementing Decision (EU) 2021/597 (notified under document C(2023) 194) (Only the French and Italian languages are authentic). C/2023/194 OJ L 13, 16.1.2023, pp. 5–8
4. Commission Implementing Decision (EU) 2024/3119 of 16 December 2024 amending Implementing Decision (EU) 2023/110 by prolonging the period of application of emergency measures regarding confirmed cases of infestation with the small hive beetle in France and Italy and by adding the Region of Sicily in Italy to the Annex thereof as a zone subject to emergency measures (notified under document C(2024) 8783). C/2024/8783 OJ L, 2024/3119, 18.12.2024
5. Goryachev D.S. and Kuzmich E.G. 2025. Pests of honey bees in the Belarusian Lakeside Region. Proceedings of an international scientific and practical conference for students, MScs, PhDs and young scientists, Vitebsk VGAVM 15-16 may 2025.
6. Khokhlova O. 2023. Infestation of *Apis mellifera* by ectoparasites *Varroa destructor* and *Tropilaelaps* in the Crimea. Internauka 42 312:17–19.
7. Commission Implementing Regulation (EU) 2016/1141 of 13 July 2016 adopting a list of invasive alien species of Union concern pursuant to Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council. C/2016/4295 OJ L 189, 14.7.2016, pp. 4–8

**A CASE STUDY ON THE HEALTH STATUS OF HONEY  
BEE COLONIES (*APIS MELLIFERA L.*) INHABITING LOG  
HIVES IN KLODZKA VALLEY IN POLAND**

**Gajda Anna, DVM PhD**

*Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Poland*

Tree beekeeping in Poland has over 1000 years of history, proven by carbon dating of the oldest found tree hive (Pastwinski,

1985). Although tree beekeeping has disappeared for a while after world war II, now it is getting more and more popular. On December 17, 2020, Tree beekeeping culture was entered on the Representative List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity, upon the proposal of Poland and Belarus. Also many new projects returning the honey bee to the forest are being carried out, and thousands of log hives produced and hung on trees. Parameters of a standard log hive are similar to that of natural nest (Seeley & Morse, 1976). It is usually 40-100 liters in capacity, tube shaped, with small entrance about 10-20 square centimeters, facing south and placed over 4 meters above ground level. The walls are rather thick - 10 to even over 20 centimeters, so the nest is well insulated. Moreover, spacing of log hives in forests is at least several tens of meters, often reaching over 1 kilometer, which should make a difference in horizontal pathogen transfer (Seeley & Smith, 2015). The entrance is located usually 1/3 from the top as preferred by bees in nature (Seeley & Morse, 1978). The environment of the log hive simulates what is described as natural habitat of the honey bee colony (Seeley & Morse, 1976). Given those facts, those colonies should perform quite well, without major pathogen problems, the reality however was very different. Most of the colonies died after one season.

To find the cause or causes of their death, at the beginning of May 2021, we inspected the hives and collected samples (consisting of dead bees and organic material from the bottom of the nest, combs with brood, dead bees, empty or filled with honey) from 16 dead colonies. All of which, were spaced in the two agglomerations in forests of Poland at Kłodzka Valley in log hives. Based on macroscopic evaluation and flotation of dead bees, we have estimated levels of infestation with *Varroa destructor* mites. We have taken under consideration: the number mites separated and attached to bees, deformed wing virus presence symptoms and deformed or unusually small bees. Mites were found in 13 samples (81,25%), from which 6 (37,5%) were classified as highly infested. The degree of bee malnutrition and the possibility of hunger occurring in those colonies were also assessed based on usual signs of hunger in a colony. This assessment was carried out partially in the field. Factors indicating the occurrence of hunger

were present in 14 colonies (87,5%). What is worth mentioning, only 3 (18,75%) nests appeared to be older than 1 year. Samples were also microscopically examined for the presence and abundance of *Nosema spp.* Spores (Topolska & Hartwig, 2005), to determine the development of nosemosis. Spores of *Nosema spp.* Were detected in 13 samples (81.25%). In 7 cases (43.75%) high infection levels were determined. The presence of viruses – sacbrood virus, acute bee paralysis virus, chronic bee paralysis virus and black queen cell virus - was also checked using the AGID method. Results showed no viruses present in samples. But DWV symptoms were found in 3 colonies. Stonebrood (*Aspergillus flavus L.*) was detected in one sample. The assessment of the degree of *Varroa* development in 5 samples (37.5%) was probably not reliable in terms of their quantity or quality. In case of these 5 colonies, mite levels were most likely higher than indicated in performed tests. The absence of viruses in the samples was also clouded by poor sample quality, which, amongst other things, includes them remaining in the log hives for too long after death.

The results show that all colonies were suffering from diseases and in most cases (>75%) they were a significant contributing factor or the main cause of death. Unsurprisingly as much as 87,5 % of colonies died of starvation. 81,25% of described nests belonged to founder colonies, probably some of them were afterswarms. Our results are similar with those of Seeley (2017), who found that there was only 23% chance for founder colonies of wild bees in Arnot forest to survive the winter. Even though, the colonies were widely spaced in the forest, the pathogen infestation levels were very high in many cases. It might be due to a large number of apiaries in Klodzka Valley, which boosted horizontal transfer of pathogens to the level, in which spacing does not make any difference. Especially when food sources are scarce (probable reason of common hunger), which leads to more bees using the same forage and robbing behaviours (Peck *et al.*, 2016). Further research, also on surviving colonies and the evaluation of the origins of bees (subspecies) should be carried out in the future.

## References:

1. Pastwinski R., 1985. Barć odrzańska młodsza? *Pszczelarstwo* 36(3):17.
2. Peck D., Smith D., Seeley T., 2016. *Varroa destructor* mites can nimbly climb from flowers onto foraging honey bees. *PLoS ONE* 11(12): e0167798
3. Seeley TD & ML Smith., 2015. Crowding honeybee colonies in apiaries can increase the invulnerability to the deadly ectoparasite *Varroa destructor*. *Apidologie* 46:716-727.
4. Seeley TD & Morse RA., 1976. The nest of the honeybee (*Apis mellifera*). *Insectes Soc* 23: 495–512.
5. Seeley TD & Morse RA., 1978. Nest site selection by the honey bee, *Apis mellifera*. *Ins. Soc* 25, 323–337 <https://doi.org/10.1007/BF02224297>
6. Seeley TD., 2017. Life-history traits of wild honey bee colonies living in forests around Ithaca, NY, USA. *Apidologie* 48, 743–754 (2017). <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0519-1>
7. Topolska & Hartwig., 2005. Diagnosis of *Nosema apis* infection by investigation of two kinds of samples: dead bees and live bees. *Journal of Apicultural Science*. Volume 49, Issue 2, Pages 75-79, ISSN (Print) 1643-4439

**THE ITALIAN EXPERIENCE WITH SMALL HIVE BEETLE:  
TEN YEARS OF EPIDEMIOLOGY, BEEKEEPING IMPACT, AND  
SURVEILLANCE STRATEGY**

**Franco Mutinelli\*, DVM, DECVP, MSc and Michela Bertola,  
DVM MSc**

*National Reference Laboratory for Honey Bee Health, Istituto  
Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Viale dell'Università 10,  
35020 Legnaro, PD, Italy*

The small hive beetle (*Aethina tumida*, Coleoptera: Nitidulidae; SHB) is an exotic parasite in Europe and classified as a listed disease (categories D and E) according to the EU Animal Health Law (Regulation (EU) 2016/429).

Small hive beetle has been present in Calabria since September 2014 (Palmeri et al., 2015; Granato et al., 2017) and recently re-emerged in north-eastern Sicily.

Its establishment in southern Italy has positioned the country as the European front line against SHB, prompting the continuous adaptation of the Italian national surveillance and control plan, coordinated by the Ministry of Health, the Italian National Reference Laboratory (NRL) for honey bee health (Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, IZSVe), and regional veterinary services.

In the early years, eradication and stamping-out measures, coupled with financial compensation, were applied.

Since the Animal Health Law application, the strategy has shifted towards long-term surveillance and prevention of spread, requiring beekeepers to implement biosecurity and movement restrictions, while competent authorities apply additional emergency measures in outbreak areas.

The annually updated surveillance plan integrates several complementary approaches:

i) Randomized inspections of stationary apiaries in low-risk areas, designed to detect infestations with 2% expected prevalence (95% CL);

ii) Targeted inspections of high-risk apiaries, including those involved in migratory beekeeping or handling biological material from other regions (5% EP, 95% CL);

iii) Adapted surveillance with sentinel hives in Calabria and Sicily, inspected biweekly, to monitor SHB dynamics at infestation foci and high-risk borders.

This annual surveillance plan has been consistently adapted to the evolving local epidemiological situation, being carefully tailored to the spread and behavior of SHB.

Between 2014 and 2024, 6,139 apiaries were inspected in Calabria, with 164 culled, while no positive cases were recorded in the 4,597 apiaries screened outside Calabria and Sicily (Federico et al., 2025).

The impact of SHB on Calabrian beekeeping has not impeded its growth: as of June 2024, the National Beekeeping Registry reported 186,467 colonies managed by 2,149 beekeepers, more than double the 85,000 colonies recorded in 2014. Calabria alone accounts for 8.7% of Italy's managed colonies, ranking third among Italian regions.

The persistence of SHB in southern Italy continues to pose a significant sanitary challenge, requiring sustained long-term

surveillance. Effective containment depends on the active engagement of beekeepers, the National Health Service, and regional and Local Veterinary Authorities.

Continuous and widespread surveillance—not only in affected regions but across the entire national territory—combined with systematic reporting of data to the EU, has allowed the rest of the country to remain free from restrictions, minimizing the impact of this listed disease.

In contrast, in other parts of the world, such as the Americas and Australia, delayed detection, rapid spread and absence of coordinated surveillance and eradication plans have allowed SHB to become established across much of the territory.

(Neumann and Elzen, 2004; Neumann et al., 2016). The Italian experience demonstrates that strategic surveillance, inter-agency coordination, and strict beekeeper compliance are essential to safeguard European apiculture against exotic pests such as SHB.

#### References

1. Regulation (EU) 2016/429 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2016 on transmissible animal diseases and amending and repealing certain acts in the area of animal health ('Animal Health Law'). OJ L 84, 31.3.2016, pp. 1–208.
2. Palmeri, V., Scirtò, G., Malacrinò, A., Laudani, F., Campolo, O. (2015) A scientific note on a new pest for European honeybees: first report of small hive beetle *Aethina tumida*, (Coleoptera: Nitidulidae) in Italy. *Apidologie*, 46: 527–529. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0343-9>
3. Granato, A., Zecchin, B., Baratto, C., Duquesne, V., Negrisolò, E., Chauzat, M.-P., Ribière-Chabert, M., Cattoli, G., Mutinelli, F. (2017) Introduction of *Aethina tumida* Murray 1867 (Coleoptera: Nitidulidae) in the regions of Calabria and Sicily (Southern Italy). *Apidologie*, 48: 194–203. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0465-3>
4. Federico, G., Mutinelli, F., Formato, G., Ponti, A.M., Bertola, M., Neumann, P. (2025) Ten years of containing small hive beetles in Southern Italy. *Management of Biological Invasions*, 16(2): 563–580. <https://doi.org/10.3391/mbi.2025.16.2.14>
5. Neumann, P., & Elzen, P.J. (2004) The biology of the small hive beetle (*Aethina tumida*, Murray): Gaps in our knowledge of an invasive species. *Apidologie*, 35: 229–247. <https://doi.org/10.1051/apido:2004010>
6. Neumann, P., Pettis, J.S., & Schäfer, M.O. (2016). Quo vadis *Aethina tumida*? Biology and control of small hive beetles. *Apidologie*, 47: 427–466. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0426-x>

## **BIODIVERSITY OF INSECTS AND PLANTS OF PASTORAL ECOSYSTEMS OF BUKOVYNA**










**Rudenko Svitlana, Doctor of Biological Sciences, Professor**  
*Vasyl' Stus Donetsk National University, Ukraine*

**Buzhdygan Oksana, Doctor of Biological Sciences, Professor**  
*Freie Universität Berlin, Institute of Biology, Germany*













About 25 years ago, active research on the biodiversity of pastoral ecosystems began (Mulder et al., 1999). Later, it was shown that, combining the natural features of grassland ecosystems with human-controlled movements of animal herds, these ecosystems represent unique socio-ecological network complexes with a peculiar trophic structure (Rudenko & Buzhdygan, 2010; Buzhdygan et al., 2020). Pastoral ecosystems provide numerous ecosystem services, including food (meat, milk, fiber) and livelihoods for millions of people, especially in arid and mountainous regions. Therefore, knowledge of the architectonics and complex internal interactions of these semi-natural ecosystems remains relevant and serves as the basis for effective pastoral management. We set a goal to investigate and compare the species diversity of plants and insects of pastoral ecosystems of one of the agrarian regions of Ukraine - Chernivtsi region, known under the historical-geographic name Bukovyna.

The research covered pastoral ecosystems of three natural zones of Chernivtsi region: plain, foothill and mountain. In total, 31 pastoral ecosystems were studied, within which 179 plant species and 137 insect species were identified. Fig. 1 and 2 present the plant and insect species that were registered in the largest number of pastoral ecosystems. These species can be considered representative of the corresponding type of ecosystems of Chernivtsi region.

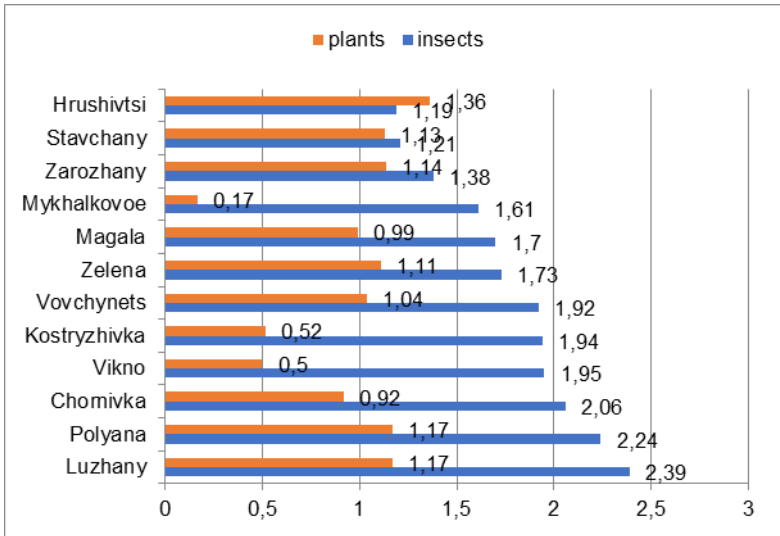
The line diagrams in Fig.3-5 show the indexes of species diversity of insects and plants of pastoral ecosystems of different natural zones of Chernivtsi region. We did not find high or medium coherence in the change of insect and plant diversity indexes in any of the natural zones of Ukraine. A moderate correlation ( $r= 0.36$ ) was established only for the foothill zone, and for the plain and mountain zones it turned out to be very weak ( $r= -0.14$  and  $r=0.08$ , respectively).

 <p>(25) <i>Achillea millefolium</i> Klok. et Krytzka</p>	 <p>(19) <i>Prunella vulgaris</i> L.</p>	 <p>(17) <i>Lotus arvensis</i> Pers.</p>
 <p>(17) <i>Trifolium pratense</i> L.</p>	 <p>(17) <i>Stenactis annua</i> Nees.</p>	 <p>(16) <i>Trifolium repens</i> L.</p>
 <p>(15) <i>Plantago media</i> L.</p>	 <p>(15) <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.</p>	 <p>(14) <i>Thymus serpyllum</i> L.</p>

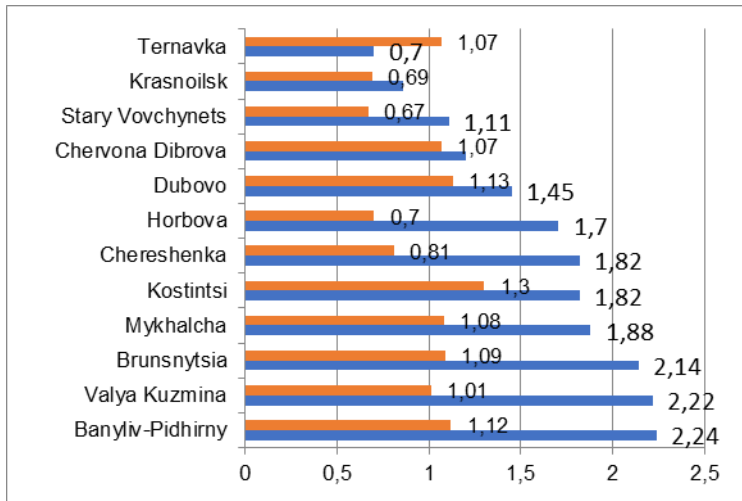
**Figure 1.** Representative plant species of pastoral ecosystems of Bukovyna. **Note:** the number of pastoral ecosystems in which the species was recorded is indicated in brackets

 <p>(26) <i>Tettigonia viridissima</i> L., 1758</p>	 <p>(21) <i>Adelphocoris lineolatus</i> Goeze, 1778</p>	 <p>(20) <i>Stenodema laevigatum</i> L., 1758</p>
 <p>(20) <i>Apis mellifera</i> L., 1758</p>	 <p>(20) <i>Decticus verrucivorus</i> L., 1758</p>	 <p>(19) <i>Musca domestica</i> L., 1758</p>
 <p>(17) <i>Sphaerophoria scripta</i> L., 1758</p>	 <p>(16) <i>Tabanus bovinus</i> L., 1758</p>	 <p>(16) <i>Cicadella viridis</i> L., 1758</p>
 <p>(15) <i>Philaenus spumarius</i> L., 1758</p>	 <p>(15) <i>Dolycoris baccarum</i> L., 1758</p>	 <p>(13) <i>Coccinella septempunctata</i> L., 1758</p>

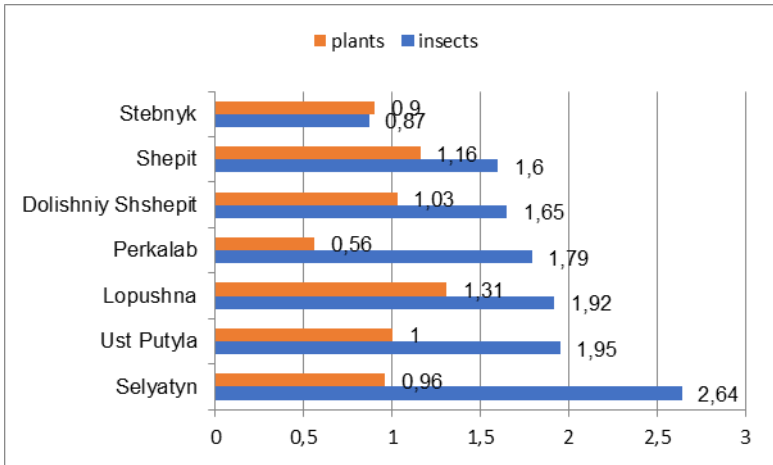
**Figure 2.** Representative insect species of pastoral ecosystems of Bukovyna. **Note:** the number of pastoral ecosystems in which the species was recorded is indicated in brackets.



**Figure 3.** Indexes of species diversity of plants and insects of the plain zone of Chernivtsi region



**Figure 4.** Indexes of species diversity of plants and insects of the foothill zone of Chernivtsi region



**Figure 5.** Indexes of species diversity of plants and insects of the mountain zone of Chernivtsi region

The unevenness of the distribution of indexes of plant and insect diversity within the studied natural zones turned out to be rather weak. The Gini coefficient for the species diversity of insects of pastoral ecosystems of the plain zone was 0.117, and for plants 0.188; for the foothill zone – 0.179 for insects and  $\approx$  0.110 for plants, for the mountain zone – 0.144 for insects and 0.117 for plants, for the Chernivtsi region as a whole – 0.151 for insects and 0.146 for plants.

#### References

1. Buzhdygan, O. Y., Tietjen, B., Rudenko, S. S., Nikorych, V. A., & Petermann, J. S. (2020). Direct and indirect effects of land-use intensity on plant communities across elevation in semi-natural grasslands. *PLoS One*, 15(11), e0231122. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231122>
2. Mulder C.P.H., Koricheva J., Högborg P., & Joshi J. (1999). Insects affect relationships between plant species richness and ecosystem processes. *Ecology letters*, 2(4), 237-246. DOI:[10.1046/j.1461-0248.1999.00070](https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.1999.00070).
3. Rudenko S.S., Buzhdygan O.Ya. (2010). *Trophic structure of ecosystems: role network analysis*. City. (In Ukraine).

## CO-DESIGNED ECOLOGICAL INTENSIFICATION ENHANCES BUTTERFLY DIVERSITY IN INTENSIVE AGRICULTURAL LANDSCAPES

**Teplánszki Dóra**, MSc., assistant;

**Imre Demeter**, PhD, research fellow;

**Imre Sándor Piross**, PhD, research fellow

*Lendület Ecosystem Services Research Group, Institute of Ecology and Botany, HUN-REN Centre for Ecological Research, Vácrátót, Hungary*

Biodiversity in European farmlands is declining due to agricultural intensification, with habitat loss, pesticides, and simplified crop mosaics reducing resources for insects. In Eastern Europe, large arable blocks, uneven uptake of agri-environmental schemes, and variable advisory capacity create different constraints and opportunities from Western Europe. Our goal was to test whether stakeholder co-designed, bottom-up measures for pollinators outperform, or add to, top-down agri-environmental schemes.

We worked in South Heves (Hevesi Füves Puszták, Bükk National Park, Hungary) across grain and alfalfa fields. Site types were: conservation co-design sites with flower strips or sown fallows, agri-environmental sites, mown grasslands, internal control sites, and external control sites. Butterflies were surveyed four times using 15 min, 150 m transect counts, April to July 2024. We modelled species number per transect with a negative binomial GLMM (fixed effects: site type and survey month; random intercept: Site ID). Main effects were tested with Type II Wald  $\chi^2$  tests. Estimated marginal means and treatment-versus-control contrasts were computed on the response scale with FDR adjustment.

Site type and survey month were both significant ( $p < 0.0001$ ). Flower strips or sown fallows had higher butterfly species numbers than conservation co-design sites without strips or fallows (3.2 times,  $p = 0.0006$ ), agri-environmental sites (3.4 times,  $p = 0.0138$ ), internal controls (4.8 times,  $p = 0.0035$ ), and external controls (4.6 times,  $p = 0.0035$ ), and did not significantly differ from mown grasslands ( $p = 0.238$ ). Species numbers peaked in June across site types.

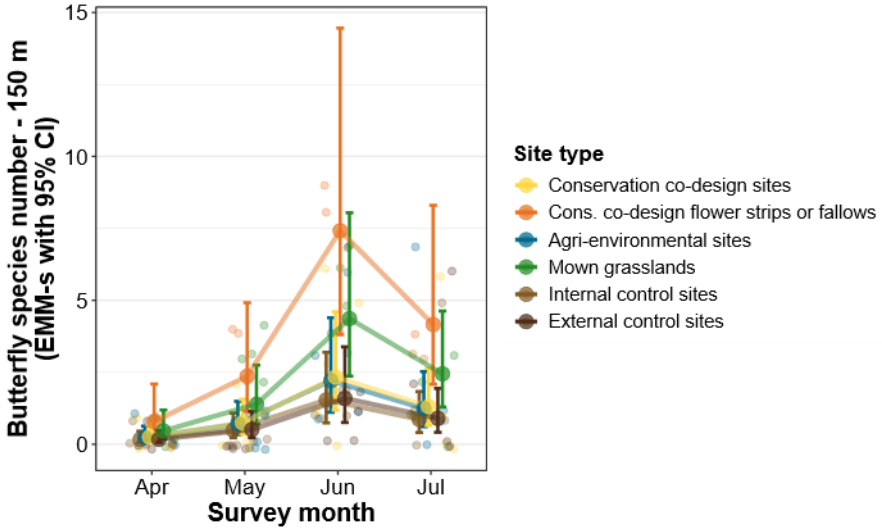


Figure 1 Number of observed butterfly species per 150 m transect by site type and survey month (April to July). Jittered points show raw transect observations; coloured lines and points show estimated marginal means from a GLMM with 95% CIs. Flower strips or fallows consistently had higher species numbers than conservation co-design sites, agri-environmental sites, internal control sites and external control sites, and did not differ significantly from mown grasslands (reference semi-natural habitats) after FDR-adjusted treatment-versus-control contrasts.

Locally co-designed flower strips and sown fallows delivered consistent gains in butterfly richness, not differing from mown grasslands and clearly exceeding arable comparators. In Eastern European large-field systems, practical biodiversity uplift can be achieved rapidly by adding co-designed habitat features to working fields. We suggest not to choose between bottom-up and top-down management design approaches but stacking them: embed co-designed habitat creation within agri-environmental schemes to turn incremental benefits into landscape-level recovery.

## МІКРОМОРФОМЕТРІЯ ЛУСКИ ПРИ ЗВОРОТНІХ ОЦІНКАХ РОСТУ КОРОПОВИХ РИБ

**Бєдункова Ольга**, доктор біологічних наук, професор,  
Національний університет водного господарства та  
природокористування, Україна

Однією з безумовних переваг луски риб є її властивість фіксувати вік риби та виконувати функцію реєстраційної структури, яка дозволяє відслідкувати ретроспективу росту кожної окремої особини. Оскільки луска росте практично синхронно з тілом риби, за вибіркою окремої популяції можливо встановити характер залежності між довжиною особини та певним проміром луски та на підставі цієї залежності розраховувати значення довжини особини, які відповідають величині проміру річного кільця на її лусці [1].

Метою досліджень була оцінка міжрічної динаміки приросту коропа звичайного *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) і карася сріблястого *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) із застосуванням зворотніх розрахунків за річними кільцями луски риб.

У ході досліджень контрольні облови проводили впродовж літньо-осіннього сезону 2024 р. з використанням вудок і підсаків у двох створах р. Горинь північної частини Рівненської області: у межах міста Дубровиця, 0,5 км нижче скиду з о/с КП "Міськводоканал"; в межах с. Висоцьк, поблизу державного кордону. Аналізували по 1 лусці з кожної особини обох видів риб, яку відбирали між бічною лінією та спинним плавцем. При розгляді в мікроскоп підраховували кількість річних кілець та відстань між ними (рис. 1).

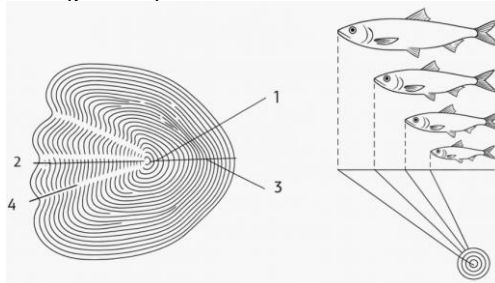


Рис. 1. Схема будови та вигляд циклоїдної луски костистих риб:  
1 – центр луски; 2 – передній радіус луски; 3 – задній радіус луски; 4 – канали живлення

Зворотній розрахунок росту риби проводили за формулою:

$$\frac{l_n}{l} = \frac{V_n}{V} \rightarrow l_n = \frac{V_n \cdot l}{V}$$

де  $l$  – довжина риби в момент вилову;  $V$  – довжина луски по середній лінії від центра до краю;  $l_n$  – обчислювана довжина риби у віці  $n$  років;  $V_n$  – відстань від центра луски до річного кільця у віці  $n$  років.

Для точності вимірювань користувались лічильною камерою Горяєва та за допомогою програмного пакету «Adobe Photoshop» фіксували кількість пікселів у 1 мм (рис. 2).



Рис. 2 Вигляд луски досліджуваних видів риби при загальному збільшенні мікроскопа 8x40

Вибірка коропа ( $n=19$ ) була представлена особинами вікових категорій від одноліток (1+) до чотириліток (4+). Середня довжина їх луски по середній лінії від центра до краю становила 3,71 мм (табл. 1).

Вибірка карася ( $n=19$ ) була також представлена особинами вікових категорій від одноліток (1+) до чотириліток (4+). Середня довжина їх луски по середній лінії від центра до краю становила 3,72 мм (табл. 2).

Оцінена ретроспективна динаміка змін росту коропа та карася сріблястого свідчить, що другий рік життя особин мав більш прискорені темпи (+83,28% та +96,27% відповідно) порівняно з третім і четвертим роками життя. При цьому, карась сріблястий мав більший приріст довжини тіла (42,68%) на третьому році життя, порівняно з коропом на тому ж році онтогенезу (26,20%).

Таблиця 1

## Зворотні розрахунки росту коропа в процесі онтогенезу

Вік особин, років	Довжина луски по середній лінії від центра до краю (V, мм)	Відстані від центра луски до річного кільця у віці n років (Vn, мм)	Обчислювана довжина риби у віці n років (ln, мм)	Динаміка змін, %
1+	3,71	1,53	126,2	+83,28
2+		2,96	231,3	
3+		4,42	291,9	+26,20
4+		4,95	356,7	+22,20

Таблиця 2

## Зворотні розрахунки росту карася в процесі онтогенезу

Вік особин, років	Довжина луски по середній лінії від центра до краю (V, мм)	Відстані від центра луски до річного кільця у віці n років (Vn, мм)	Обчислювана довжина риби у віці n років (ln, мм)	Динаміка змін, %
1	3,72	1,34	80,5	+96,27
2		2,85	158,0	
3		3,58	225,4	+42,68
4		3,67	273,1	+21,11

Отже, застосована схема мікроморфометрії (підрхунок кілець і відстаней до них, калібрування «пікселі/мм») придатна для зворотних розрахунків довжини тіла риб. Для підвищення точності результатів методу варто доповнювати перевіркою за іншими реєструючими структурами (отолітами).

## Список літератури

1. Smoliński, S., & Berg, F. (2022). Varying relationships between fish length and scale size under changing environmental conditions – Multidecadal perspective in Atlantic herring. *Ecological Indicators*, 134, 108494. doi:10.1016/j.ecolind.2021.108494

## **НОВОСТВОРЕНІ ОБ'ЄКТИ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ У НИЖНІЙ ТЕЧІЇ РІЧКИ СЕРЕТ ЯК ЕЛЕМЕНТИ ЕКОМЕРЕЖІ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Вікирчак Олександр, Площанський Петро, Бачинський  
Андрій, Микитюк Тетяна, Гривул Лілія**

*Національний природний парк “Дністровський каньйон”*

Формування екомережі є ключовим завданням сучасної екологічної політики України. Тернопільська область, з її багатою природною спадщиною, активно розширює мережу природно-заповідного фонду, особливо в межах річкових долин, які відіграють роль екологічних коридорів.

Нижня течія річки Серет – це регіон з високим ландшафтним і біологічним різноманіттям. Згідно Регіональної схеми формування екологічної мережі Тернопільської області тут визначено Серетський екокоридор міжрегіонального значення (Регіональна схема ..., 2009). Для того, щоб він міг ефективніше виконувати свою роль в долині ріки додатково до існуючих ще з ХХ століття створено ряд нових природо-заповідних територій.

Наприкінці серпня 2022 р. сесія Тернопільської обласної ради погодила створення низки нових об'єктів. Цей здобуток природоохоронної спільноти став гідною відзнакою 100-річчя з дня народження М.П. Чайковського – фундатора природо-заповідного фонду області. Сім із новостворених заповідних об'єктів знаходяться у регіоні розташування НПП “Дністровський каньйон” з них чотири – на схилах долини річки Серет. Це комплексні пам'ятки природи “Дідівка”, “Мишківський схил”, “Олексинська гора” та “Шершенівська стінка” (див. табл.)

Новостворені об'єкти природно-заповідного фонду у нижній течії річки Серет

Назва об'єкту	Площа, га	Місцерозташування	Созологічно цінні природні комплекси
„Мишківський схил”	32,00	Більче-Золотецька сільська територіальна громада, стрімкий схил долини р. Серет навпроти с. Мушкарів	Травertinoва скеля, потужне джерело, лучно-степові та наскельно-осипні фітоценози,
„Олексинська гора”	18,00	Більче-Золотецька сільська територіальна громада, між селами Шершенівка та Олексинці на лівому схилі долини р. Серет	Відслонення девонських пісковиків, лучно-степові та наскельно-осипні фітоценози,
Дідівка	13,30	Більче-Золотецька сільська рада, лівий схил долини р. Серет на околиця с. Мушкарів	Відслонення девонських пісковиків, ценози лучно-степових та скельно-осипних угруповань з низкою видів рослин, занесених до Червоної книги. Місце оселення чисельної ентомофауни.
Шершенівська стінка	11,10	Більче-Золотецька сільська рада, правий скелястий схил долини р. Серет на околиці с. Шершенівка	Відслонення девонських пісковиків, ценози лучно-степових та скельно-осипних угруповань з низкою регіонально рідкісних видів рослин

### Комплексна пам'ятка природи “Дідівка”

На стрімкому схилі долини р. Серет південної експозиції та крутизною 30-35<sup>0</sup> відслонюються гірські породи різного віку та генезису. У верхній частині схилу суцільною смугою на поверхню виходять вапняки. Середня і нижня частина схилу вкрита уламковим матеріалом сіро колірних сланців в яких добре представлена викопна фауна. На ділянці переважають степові та наскельно-осипні угруповання. У нижній частині схилу та по долинах ярів – лісо-чагарникові.

Найбільш цінними з природоохоронної та наукової точок зору є наскельно-осипні угруповання на виходах вапняків за

участю очитку їдкою (*Sedum acre*), молодила руського (*Sempervivum ruthenicum*) та цибулі подільської (*Allium podolicum*). Середнє проективне покриття на ділянці 50%. Близько 70% у нижній та верхній частинах і 25-40% і середній частині схилу.

Лісо-чагарникові ділянки сформовані типовими видами: глід (*Crataegus ssp.*), груша (*Pyrus comunis*), черешня (*Cerasus avium*), терен (*Prunus spinosa*), шипшина (*Rosa ssp.*), дерен справжній (*Cornus mas*), жостір проносний (*Rhamnus cathartica*) та ін.. Основними домінантами на лучно-степових ділянках виступають: костриці валійська (*Festuca vallisiaca*) та червона (*F. rubra*), тонконіг різнобарвний (*Poa versicolor*), бородач звичайний (*Botriochloa ishaeum*) та деякі види бобових (горошок, еспарцет, зіновать).



Комплексна пам'ятка природи  
"Дідівка" – юринія вапнякова

На ділянці виявлено зростання наступних видів, занесених до Червоної книги України: горицвіт весняний (*Adonis vernalis*), сон чорніючий (*Pulsatilla nigricans*), зіновать біла (*Cytisys alba*), ковила волосиста (*Stipa capillata*). А також регіонально рідкісні види: вільха сіра), гадючник звичайний (*Filipendula vulgaris*), молодило руське (*Sempervivum ruthenicum*), тонконіг різнобарвний (*Poa versicolor*), цибуля жовтіюча (*Allium flavescens*), цибуля подільська (*Allium podolicum*), чебрець Маршаллів (*Thymus marschallianus*), шавлія поникла (*Salvia nutans*), маренка дністровська (*Asperula tyraica*), юринія вапнякова (*Jurinea calcarea*).

Формації *Stipeta capillatae* , що зустрічаються у верхній частині ділянки на виходами вапнякових скель, внесені до Зеленої книги України

Тут завдяки значній крутизні схилів збереглись у відносно незайманому стані природні об'єкти. Ділянка являє собою типовий ландшафт каньйонового Придністер'я. З високого берега відкривається мальовничий пейзаж меандри Серету, що огинає с. Мушкарів.

На схилі відслонюються вапняки, утворюючи подекуди мальовничі скелі-останці. В ерозійних ярах північно-західної частини ділянки відірвані від основного прошарку брили утворюють химерні нагромадження.

У центральній частині ділянки повноводні джерела сформували потужний травертиновий масив, що обривається над схилом мальовничими стінками подекуди висотою понад 10 м.

У північно-західній частині ділянки розташовані обширні за площею лучно-степові угруповання у складі яких виявлено ряд видів рослин, що занесені до Червоної книги України (2021). Зокрема ковила пірчаста, сон чорніючий, горицвіт весняний. На відслоненнях вапняків та на травертині сформовані кальципетрофільні фітоценози з участю аспленіума мурового *Asplenium ruta-muraria*, очитка їдкою *Sedum acre*, кардамінопсиса піщаного *Cardaminopsis arenosa* та інших видів. Орнітофауна ділянки представлена видами деревно-чагарникового та лугового комплексів: трав'янка звичайна, вівсянка звичайна, просянка, сорокопуд терновий кропив'янка прудка та чорноголова, соловейко східний, вільшанка, дрозди чорний та співочий, вівчарик-ковалик. Знайдені пелетки вказують, що травертинова скеля – місце перебування (можливо і гніздування ) пугача – рідкісного виду сов, що занесений до Червоної книги України.

У складі ентомокомплексів виявлено зокрема такі види як подалірій *Iphiclides podalirius* (ЧКУ, 2009), кутокрилка С-біле *Polygonia c-album* , совка рання весняна *Anorthoa munda*, синявець терсит *Polyommatus thersites*, зоряниця Аврора *Anthocharis cardamines*.

Красивий краєвид, дзюрчання джерел, встановлена християнська символіка створюють незабутню ауру цього місця,

сприяють формуванню патріотичних, релігійних почуттів, екоцентричного світогляду. При облаштуванні певної інфраструктури може приваблювати щорічно сотні рекреантів.

### Комплексна пам'ятка природи „Олексинська гора”

У південній частині схилу відслонюються сіро-колірні девонські пісковики у вигляді осипищ, частково вкритих рослинністю. На уламковому матеріалі спостерігаються скам'янілості двостулкових молюсків, ортоцератів, тентакулітів. Рослинність дослідженої території представлена двома угрупованнями: лучно-степовим (південна частина) та осипищним (центральна і північна частина).

Флористичне ядро лучно-степової ділянки складає злаково-різнотравне угруповання з переважанням костриці валіської (*Festuca valesiaca*), стоколоса безостого (*Bromus inermis*), пирію середнього (*Elytrigia intermedium*), суниці зеленої (*Fragaria viridis*), конюшини золотистої (*Trifolium aureum*), конюшини лучної (*Trifolium pratense*), гадючника звичайного (*Filipendula vulgaris*) та ін. Квітують на ділянці гвоздика картузіанська (*Dianthus carthusianorum*), чорнушка польова (*Nigella arvensis*), волошка рейнська (*Centaurea stoebe*), свербіжниця польова (*Knautia arvensis*), цибуля овочева (*Allium oleraceum*), шавлія дібровна (*Salvia nemorosa*), лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus*), вероніка колосиста (*Veronica spicata*) та ін. Особливу созологічну

цінність цієї частини становить зростання вишні кущової (*Cerasus fruticosa*) та гадючника звичайного (*Filipendula vulgaris*) – видів рослин, занесених до Переліку рідкісних і тих що перебувають під загрозою зникнення на території Тернопільської області. Локалітет вишні кущової розташований на схилах глинистого яру, займає площу близько 50 м<sup>2</sup>.



Комплексна пам'ятка природи „Мишківський схил” -локалітет сону чорніючого

Вказана ділянка представляє собою оселище, що охороняється згідно Резолюції 4 Бернської конвенції: E1.2 *Perennial calcareous grassland and basic steppes* / Багаторічні трав'яні кальцифітні угруповання та степи Середнє проективне покриття осипищної ділянки 25-40%. Основу фітоценозу тут формують шавлія кільчата (*Salvia verticillata*), лемботропіс чорніючий (*Lembotropis nigricans*) та самосил гайовий (*Teucrium chamaedrys*). Присутні пирій середній (*Elytrigia intermedium*), буркун жовтий (*Melilotus officinalis*), молочай кипарисовидний (*Euphorbia cyparissias*), маренка рожева (*Asperula cynanchica*), перлівки трансільванської (*Melica transsilvanica*), щербрушка польова (*Acinos arvensis*) та ін. У цьому угрупованні зростає кизильник чорноплідний (*Cotoneaster melanocarpus*) - вид рослин з Переліку рідкісних і тих що перебувають під загрозою зникнення на території Тернопільської області. Загальна кількість судинних рослин виявлених під час обстеження схилу становить 75 видів.

Відносно незначне антропогенне навантаження на цю ділянку визначає багатство фауністичних угруповань, які потребують спеціального вивчення. Зокрема під час обстеження виявлено різновікові гусениці бражника молочайного (*Hyles euphorbiae*) — виду крупних нічних метеликів родини бражникових. Із птахів, що ймовірно гніздяться на ділянці, виявлено вівсянка звичайна (*Emberiza citrinella*), сорокопуд терновий (*Lanius collurio*), жайворонок лісовий (*Lullula arborea*). Скельно-осипна середня частина схилу характеризується значним флористичним різноманіттям. Загальна кількість судинних рослин виявлених під час обстеження схилу налічує 70 видів. Тут зокрема виявлено сеслерію Гейфлера (*Sesleria heufleriana*), тонконіг різнобарвний (*Poa versicolor*), підмаренник (*Galium sp.*), материнку пухнату (*Origanum vulgare*), шавлію кільчасту (*Salvia verticillata*), роман фарбувальний (*Anthemistinctoria*), наперстянку великоквіткову (*Digitalis grandiflora*), зіновать (*Chamaecytisus sp.*), віхалку гіллясту (*Anthericum ramosum*), в'язіль різнобарвний (*Coronilla varia*), буркун жовтий (*Melilotus officinalis*), заячу капусту велику (*Sedum maximum*),

клен татарський (*Acer tataricum*), жимолость пухнасту (*Lonicera xylosteum*), бруслину європейську (*Euonymus europaea*), глід (*Crataegus sp.*), жостір проносний (*Rhamnus cathartica*), ластовень (*Vincetoxicum hirundinaria*).

На цій ділянці виявлено ряд видів занесених до Переліку рідкісних і таких що перебувають під загрозою зникнення на території Тернопільської області: гадючник звичайний (*Filipendula vulgaris*), вишня кущова (*Cerasus fruticosa*), тонконіг різнобарвний (*Poa versicolor*), асплений волосовидний (*Asplenium trichomanes*), кизильник чорноплідний (*Cotoneaster melanocarpus*), сеслерія Гейфлера (*Sesleria heufleriana*), стародуб широколистий (*Laserpitium latifolium*), маруна щиткова (*Pyrethrum corymbosum*)



Комплексна пам'ятка природи  
"Шершенівська стінка"

Цікавим ботанічним феноменом є сформований на скельно-осипній ділянці локалітет бузку звичайного (*Syringa vulgaris*). Локалітет перебуває у задовільному стані, багато молоді порослі, минулорічних і свіжо утворених плодів. Він виглядає природним, а не утвореним здичавілими екземплярами.

Відносно незначне антропогенне навантаження на цю ділянку визначає багатство фауністичних угруповань насамперед дрібних безхребетних. Для їх вивчення необхідні спеціалізовані дослідження.

Орнітофауна представлена видами деревно-чагарникового комплексу. Тут спостережена вівсянка звичайна, сорокопуд терновий, кропив'янка чорноголова), дрізд чорний, дрізд співочий, вільшанка, зеленяк, коноплянка та інші види

З верху схилу відкривається мальовнича картина долини річки Серет поблизу сіл Шершенівка та Олексинці. Круті скелясті схили дарують естетичну насолоду туристам водникам, що зрідка сплавляються по річці Серет.

Нові об'єкти ПЗФ у нижній течії річки Серет разом із тими, що були оголошені дещо раніше, є важливими елементами регіональної екомережі Тернопільської області. Їхнє створення сприяє збереженню природної спадщини, підтримці екологічної рівноваги та сталому розвитку територій. Подальше дослідження та інтеграція цих об'єктів у загальнодержавну систему охорони природи є пріоритетним завданням для науковців, екологів і органів місцевого самоврядування.

Список літератури

1. Регіональна схема формування екологічної мережі Тернопільської області ecology (2009). [te.gov.ua/zberezhennya-biologichnogo-ta-landshaftnogo-riznom/ekologichna-merezha](http://te.gov.ua/zberezhennya-biologichnogo-ta-landshaftnogo-riznom/ekologichna-merezha)

**БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЯК ОСНОВА СТІЙКОСТІ  
СОЦІОЕКОСИСТЕМ ТА ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ**

*Грицуляк Галина, д.с.г.н., завкафедри ТЗБП,*

*Семчук Ярослав, д. т. н., професор.*

**Шиманський Володимир, доцент,**

*Івано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу*

Біорізноманіття є одним із фундаментальних феноменів, що характеризує прояви життя на планеті та забезпечує її структурну і функціональну організацію. Це поняття охоплює всі види рослин, тварин та мікроорганізмів, а також екосистеми, в яких вони існують, і екологічні процеси, в яких беруть участь. Біорізноманіття виступає як критична передумова стійкого розвитку, оскільки його збереження є ключовим механізмом забезпечення стабільності біосфери. Однак, антропогенний вплив, що проявляється у вигляді руйнування місць проживання, забруднення, глобального потепління та інтродукції інвазійних видів, значно пришвидшив темпи зменшення біорізноманіття. Масове вимирання видів порушує життєво важливі біогеохімічні

кругообіги хімічних елементів, що є основою існування біосфери (Tilman, 2006).

В умовах прискореної втрати видів та деградації екосистем виникає нагальна потреба в ефективних та масштабованих інструментах для моніторингу стану природного середовища. Традиційні методи обліку, попри їх наукову цінність, часто є недостатніми для оцінки масштабів сучасних екологічних проблем. Таким чином, розробка та впровадження інноваційних підходів до моніторингу стає критично важливою.

Концепція соціоекосистеми розглядає суспільство та природу як нерозривно пов'язані, взаємозалежні компоненти єдиної системи (Rockström, 2009).

Отже, будь-яка екологічна криза є, по суті, глибоко соціальною проблемою, і стабільність суспільства неможлива без стабільності його природного фундаменту. Відповідно, моніторинг біорізноманіття стає не просто науковим чи природоохоронним завданням, а ключовим інструментом оцінки стану всієї соціоекосистеми.

Біологічне різноманіття відіграє вирішальну роль у підтриманні стійкості екосистем. Воно забезпечує основні функції біосфери, включаючи виробництво та деструкцію органічної речовини, а також біогеохімічні кругообіги, що дозволяють найефективніше використовувати ресурси середовища (Sudnik-Wójcikowska, 2011). Високий рівень видового різноманіття є запорукою стійкості будь-якої екосистеми до несприятливих умов, таких як зміни клімату, агресивні чужорідні види та стихійні лиха. Біорізноманіття також дозволяє забезпечувати неперервність життя в часі, оскільки серед організмів завжди знаходяться форми, здатні адаптуватися до мінливих умов (Pimm, 2014)

Хоча існує загальноприйняте уявлення, що «чим більше видів, тим вища стійкість», дослідження вказують на більш складний та нелінійний взаємозв'язок. Згідно з результатами одного дослідження, стабільність екосистем залежить не від абсолютної кількості видів, а від різниці у видовому різноманітті між трофічними рівнями. Наприклад, екосистеми з подібним різноманіттям хижаків та здобичі є найменш стабільними. Натомість, значна різниця у різноманітті між рівнями робить

екосистему більш стійкою. Цей нелінійний зв'язок також означає, що збільшення різноманіття в одному рівні може спочатку дестабілізувати систему, а потім знову стабілізувати її. Це означає, що політика збереження не може обмежуватися простим нарощуванням видового багатства, оскільки хаотична інтродукція може призвести до непередбачуваних наслідків. Натомість, потрібен комплексний підхід, спрямований на підтримку здорового балансу, який забезпечує гомеостаз на всіх трофічних рівнях (Millennium, 2005).

Класичні методи моніторингу біорізноманіття ґрунтуються на польових дослідженнях, що включають безпосередні спостереження, інвентаризацію та облік видів. До цих методів належить, наприклад, закладання моніторингових плотів для дослідження флори, як це було реалізовано на цвинтарях в Україні, або ж облік гнізд птахів. Також використовуються методи біоіндикації та біотестування, що базуються на спостереженні за реакцією живих організмів на зміни в навколишньому середовищі. Ці методи передбачають стандартизовані процедури для вибору, підрахунку, вимірювання та маркування особин, а також збору зразків тканин та даних про середовище існування (Ives, 2007)

Незважаючи на їхню наукову значущість, традиційні підходи мають суттєві обмеження, що робить їх недостатньо ефективними для вирішення сучасних глобальних проблем. По-перше, вони є надзвичайно трудомісткими та дорогими. По-друге, їхній масштаб обмежений, що унеможливлює моніторинг великих або важкодоступних територій. По-третє, ці методи можуть бути інвазивними, що може порушувати об'єкти моніторингу (Ostrom, 2009). На додаток, вони можуть бути обмежені погодними умовами чи сезонними відмінностями. Всі ці обмеження підкреслюють невідкладну потребу в нових технологіях, здатних подолати ці виклики та забезпечити масштабований, економічно ефективний та об'єктивний моніторинг (Hortal, 2015).

Інноваційні методи моніторингу, такі як акустичні сенсори та супутники, генерують величезні масиви даних, які практично неможливо обробити вручну. Машинне навчання та штучний інтелект (ШІ) є ключовими інструментами, які роблять

масштабований аналіз цих даних можливим. Вони дозволяють автоматично розпізнавати види за звуковими записами, аналізувати супутникові зображення для виявлення змін ландшафту та прогнозувати динаміку екосистем. Таким чином, ШІ виступає не просто як додаткова технологія, а як критично важливий каталізатор, що перетворює потік необроблених даних на корисну інформацію для прийняття рішень. Без його застосування потенціал інноваційних технологій моніторингу був би значною мірою втрачений (Turner, 2003).

Цей перетин технологій та сталого розвитку дав початок новому сектору, відомому як NatureTech. Це інноваційні рішення, що використовують ШІ, IoT та супутникові зображення для захисту природи. Ринок NatureTech демонструє вражаюче зростання, яке обумовлене не тільки екологічним рухом, але й переосмисленням економічної цінності природи. ШІ-технології дозволяють кількісно оцінити «природний капітал» та інтегрувати його у фінансові та ESG-звіти компаній. Це зміщує фінансову логіку, перетворюючи природу з «вільного ресурсу» на стратегічний актив. Моніторинг біорізноманіття, таким чином, перестає бути виключно науковим або державним завданням і стає ключовою складовою корпоративної стратегії, що базується на принципах сталого розвитку (Folke, 2016)

Ефективний моніторинг є критично важливим для збереження біорізноманіття, яке виступає як основа стійкості соціоекосистем. Традиційні методи моніторингу, попри їхню фундаментальну роль, є недостатніми для оцінки масштабів сучасних викликів. Перехід до інноваційних технологій, таких як дистанційне зондування, аналіз eDNA та акустичний моніторинг, є неминучим. Штучний інтелект та машинне навчання є основними каталізаторами, які дозволяють автоматизувати аналіз величезних масивів даних та перетворювати їх на корисну інформацію для прийняття рішень (Cardinale, 2012).

Виходячи з аналізу, для забезпечення сталого розвитку та ефективного збереження біорізноманіття в Україні рекомендується: Запровадити комплексну систему, що поєднує сильні сторони традиційних та інноваційних методів, а також використовує потенціал ШІ для автоматизації та прогнозування.

Це дозволить отримати повнішу картину стану біорізноманіття та оперативно реагувати на зміни.

Активно залучати громадськість до збору даних, використовуючи доступні мобільні застосунки та портативні сенсори. Розвиток громадянської науки може значно розширити охоплення моніторингу та компенсувати нестачу кваліфікованих фахівців.

Модернізувати законодавство у сфері моніторингу довкілля для забезпечення ефективної координації між державними установами, науковими центрами та громадськими організаціями.

Сприяти розвитку ринку NatureTech в Україні, оскільки він поєднує екологічні цілі з економічною вигодою. Залучення бізнесу до моніторингу біорізноманіття через ESG-звітність може забезпечити додаткове фінансування та сталість природоохоронних ініціатив.

#### Список літератури

1. Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., ... Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>
2. Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B., & Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*, 21(3), 41. <https://doi.org/10.5751/ES-08748-210341>
3. Hortal, J., de Bello, F., Diniz-Filho, J. A. F., Lewinsohn, T. M., Lobo, J. M., & Ladle, R. J. (2015). Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 46, 523–549. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400>
4. Ives, A. R., & Carpenter, S. R. (2007). Stability and diversity of ecosystems. *Science*, 317(5834), 58–62. <https://doi.org/10.1126/science.1133258>
5. Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis*. World Resources Institute.
6. Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
7. Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., ... Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and

their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344(6187), 1246752. <https://doi.org/10.1126/science.1246752>

8. Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., ... Foley, J. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>

9. Sudnik-Wójcikowska, B., Moysiyeenko, I. I., Zachwatowicz, M., & Jabłońska, E. (2011). The value and need for protection of kurgan flora in the anthropogenic landscapes of steppe zone in Ukraine. *Plant Biosystems*, 145(3), 638–653. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.601338>

10. Tilman, D., Reich, P. B., & Knops, J. M. (2006). Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. *Nature*, 441(7093), 629–632. <https://doi.org/10.1038/nature04742>

11. Turner, W., Spector, S., Gardiner, N., Fladeland, M., Sterling, E., & Steininger, M. (2003). Remote sensing for biodiversity science and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(6), 306–314. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00070-3](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00070-3)

## **ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ АГРОЕКОСИСТЕМ У ПРОЦЕСІ ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ**

**Грицуляк Галина, д. с. в. н., завкафедри ТЗБП,**

**Фомічова Ольга, к.х.н., доцент**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

В умовах післявоєнного відновлення України перед державою та суспільством постає подвійне завдання: забезпечення економічного зростання та відновлення промислового й аграрного потенціалу, з одного боку, та збереження природного середовища і впровадження принципів сталого розвитку — з іншого. Сільське господарство, як один із базових секторів економіки, має величезний потенціал не лише у виробництві продовольства, а й у розвитку відновлюваної енергетики.

Сучасні виклики, пов'язані зі зміною клімату, деградацією ґрунтів, забрудненням довкілля та залежністю від викопних енергоносіїв, потребують пошуку нових шляхів поєднання аграрної діяльності з енергетичною незалежністю та

екологічною безпекою. У цьому контексті особливого значення набувають енергетичні культури – верба, міскантус, топінамбур, сорго та інші, які можуть слугувати багатофункціональним ресурсом. Вони здатні забезпечувати виробництво біопалива, підвищувати стійкість агроєкосистем, сприяти рекультивації деградованих і забруднених земель, а також зменшувати викиди парникових газів (McKendry, P. 2002).

Розвиток сектору енергетичних культур може стати одним із ключових інструментів у формуванні "зеленої" економіки та реалізації кліматичних зобов'язань України. Більше того, їх вирощування дозволяє створювати додаткові робочі місця в сільських громадах, зміцнювати енергетичну безпеку та підвищувати конкурентоспроможність вітчизняного агропромислового комплексу на міжнародному рівні. У післявоєнний період це відкриває можливості для інтеграції України у світові ланцюги виробництва екологічно чистої енергії та сприяє формуванню сталого майбутнього (Lewandowski, 2003).

Енергетичні культури відіграють важливу роль у відновленні та збереженні агроландшафтів, особливо на територіях, які зазнали деградації внаслідок інтенсивного землеробства, техногенного навантаження чи воєнних дій. Завдяки розвиненій і потужній кореневій системі, вони зміцнюють ґрунтовий покрив, сприяють зниженню ризиків ерозії та запобігають втраті родючого шару. Глибокі корені верби чи міскантусу покращують структуру ґрунту, підвищують його водопроникність та аерацію, що є особливо актуальним для земель із низькою продуктивністю (Matvieiev, 2020).

Висока біомасопродуктивність цих культур створює щільний рослинний покрив, який захищає поверхню землі від вітрової та водної ерозії. Крім того, енергетичні рослини активно акумулюють органічну речовину, збагачуючи ґрунт гумусом і стимулюючи розвиток ґрунтової мікробіоти. Це сприяє поступовому відновленню біологічної активності ґрунтів та формуванню стійкіших агроєкосистем (Lavrynenko & Kondratenko, 2021).



Рис.1. верба енергетична, сільфія пронизанолиста, міскантус

Особливої ваги ці культури набувають у відновленні деградованих земель, які не завжди придатні для вирощування традиційних продовольчих культур. Посадка енергетичних рослин на таких територіях дозволяє зменшити антропогенний тиск, створити буферні зони навколо водойм та полів, а також виконувати функції біологічної меліорації. У довгостроковій перспективі це забезпечує стабілізацію агроландшафтів, підвищення їх екологічної стійкості та інтеграцію у стратегію сталого відновлення сільських територій України (Lopushniak, & Hrytsuliak, 2021.)

**Вплив на біорізноманіття:** Створюють нові середовища для існування комах, птахів та дрібних ссавців. Сприяють збереженню запилювачів, формуючи кормову базу. Зменшують тиск на природні екосистеми шляхом використання маргінальних та забруднених земель для їх вирощування.

Енергетичні культури мають вагомні екологічні переваги, оскільки їхнє вирощування сприяє зниженню рівня викидів парникових газів, підвищенню вмісту органічної речовини в ґрунті та активному поглинанню вуглекислого газу, що робить їх важливим елементом у досягненні кліматичної нейтральності. Використання біомаси як альтернативи викопному паливу

забезпечує скорочення викидів  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  і  $\text{N}_2\text{O}$ , оскільки у процесі спалювання біомаси виділяється лише той обсяг вуглекислого газу, який рослини засвоїли під час фотосинтезу. Розвинена коренева система енергетичних культур не лише фіксує вуглець у ґрунті, а й сприяє накопиченню гумусу, покращенню структури та водоутримувальної здатності ґрунтів, що особливо важливо для відновлення деградованих і малопродуктивних земель. Крім того, густий рослинний покрив запобігає водній та вітровій ерозії, зменшує ризик деградації земель і підтримує їхню екологічну стабільність. Такі культури можуть також позитивно впливати на біорізноманіття, створюючи нові середовища існування для різних видів рослин і тварин, сприяючи збереженню екосистемних послуг та підвищенню стійкості агроландшафтів. Таким чином, енергетичні культури не лише забезпечують екологічно чисте джерело енергії, а й виконують функцію природного регулятора клімату та охоронця ґрунтових ресурсів. Вирощування енергетичних культур має вагомий позитивний вплив на соціально-економічний розвиток країни. По-перше, цей напрям сприяє створенню нових робочих місць у сільській місцевості не лише у сфері безпосереднього вирощування, а й у суміжних галузях — транспортуванні, переробці, зберіганні та реалізації біомаси. Це зменшує рівень безробіття та стимулює зайнятість у сільських громадах. По-друге, енергетичні культури забезпечують додаткові джерела доходу для фермерських господарств, дозволяють раціонально використовувати малопродуктивні або деградовані землі, які не підходять для традиційного землеробства. Таким чином, підвищується ефективність використання земельних ресурсів.

Окрім цього, розвиток галузі біоенергетики зміцнює економічну стабільність сільських територій, сприяє покращенню інфраструктури та формуванню нових виробничих кластерів. На загальнодержавному рівні це сприяє енергетичній незалежності України, зменшенню імпортозалежності від викопних енергоносіїв і диверсифікації джерел енергії. У довгостроковій перспективі розвиток вирощування енергетичних культур може стати важливим чинником для підвищення конкурентоспроможності аграрного сектору, зниження

соціальної напруги на селі та формування нових можливостей для сталого розвитку регіонів.

У процесі відновлення України енергетичні культури є не лише джерелом біоенергії, а й важливим інструментом збереження та відновлення біорізноманіття агроєкосистем, підвищення стійкості сільського господарства та формування «зеленої» економіки.

Енергетичні культури посідають стратегічне місце у процесі післявоєнного відновлення України. Вони поєднують економічну доцільність із екологічною цінністю, створюючи умови для формування «зеленої» економіки, зменшення залежності від викопних енергоносіїв та реалізації кліматичних зобов'язань держави. Завдяки здатності покращувати стан ґрунтів, запобігати ерозійним процесам і сприяти рекультивативній деградованих територій, ці культури стають інструментом відновлення агроландшафтів та підвищення стійкості агроєкосистем.

Вирощування енергетичних культур забезпечує не лише екологічні, а й соціально-економічні вигоди — створює робочі місця, підвищує рівень зайнятості у сільських громадах, дозволяє раціонально використовувати маргінальні землі та зменшує тиск на природні екосистеми. Крім того, вони сприяють збереженню біорізноманіття, формуючи нові середовища існування для флори й фауни та підтримуючи екосистемні послуги.

У довгостроковій перспективі розвиток сектора енергетичних культур може стати ключовим чинником для зміцнення енергетичної безпеки, підвищення конкурентоспроможності аграрного сектору та формування сталого майбутнього країни. Таким чином, енергетичні культури є не лише джерелом відновлюваної енергії, а й важливим елементом комплексного відновлення України та її інтеграції у світові процеси сталого розвитку.

#### Список літератури

1. Lopushniak, V., & Hrytsuliak, H. (2021). The intensity of the heavy metals by topinambur in the conditions of the oil-polluted areas. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 52(6), 1334–1345.
2. Lavrynenko, Y. O., & Kondratenko, P. V. (2021). Enerhetychni kultury: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku v Ukraini [Energy crops: current status and perspectives for development in Ukraine].

Current state and prospects of development in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, (11), 15–22.

3. Matvieiev, Y. B. (2020). *Bioenerhetyka: tekhnolohii ta perspektyvy rozvytku* [Bioenergy: Technologies and development prospects]. Kyiv: Naukova dumka.

4. McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (parts 1–3). *Bioresource Technology*, 83(1), 37–46. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00118-3)

5. Lewandowski, I., Scurlock, J. M. O., Lindvall, E., & Christou, M. (2003). The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy*, 25(4), 335–361. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(03\)00030-8](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(03)00030-8)

## БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ПРОТИ ХВОРОБ

**Гунчак Михайло**<sup>1,2</sup>, канд. с.-г. наук

<sup>1</sup>Чернівецький регіональний центр державної установи  
«Інститут охорони ґрунтів України»,

<sup>2</sup>Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР  
НААН, Україна

Яблуневі насадження уражає велика кількість хвороб, але найпоширенішими з них в умовах Західного Лісостепу України є парша та борошніста роса.

Парша яблуні. Збудник – сумчастий гриб *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. з конідиальною стадією відповідно *Fusicladium dendriticum* (Wabr.) Fock. Шкідливість парші полягає в обмеженні асиміляційної поверхні внаслідок передчасного обпадання уражених листків.

Борошніста роса яблуні. Збудник – сумчастий гриб *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. з конідиальною стадією *Oidium farinosum* Ске. Хвороба уражає листки, пагони, суцвіття, рідко зав'язь і плоди (Шерстобоева О.Є., 2021).

Застосування хімічних пестицидів у системах захисту проти хвороб має ряд суттєвих недоліків, зокрема їх залишки накопичуються в ґрунті та рослинах, водоймах, знищується корисна флора й фауна та виникає резистентність у шкідливих організмів. Тому, для регулювання чисельності хвороб починає широко застосовуватися біологічний метод захисту, зокрема

використання біологічних препаратів. Біологічні препарати мають нижчу ефективність, ніж хімічні, але їх перевагою є те, що вони екологічно безпечніші (Борзих О.І., 2022; Бунас А.А., 2024).

На даний час відомо багато пестицидів хімічного походження, які ефективно застосовують проти хвороб яблуні, в той час як ефективність дії біопрепаратів вивчена недостатньо. Тому, метою роботи було вивчення ефективності систем біологічного захисту яблуні проти борошнистої роси та парші в умовах Західного Лісостепу України.

Робота виконувалась впродовж 2022–2024 роках в плодovому саду Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН за загальноприйнятими методиками (Трибель С.О., 2001) на насадженнях яблуні 2014 року садіння на сорту Айдаред на підщепі М-106. Схема садіння: 3 x 3 м. Система утримання ґрунту – під багаторічними травами.

Фітосанітарний моніторинг проводили візуально. При польових дослідах у кожному варіанті використовували по 10 облікових дерев (дерево-повторність). Ефективність дії фунгіцидів визначали за офіційними методиками через 7 діб [4].

Результатами фітосанітарного моніторингу встановлено, що впродовж 2022-2024 рр. в умовах Західного Лісостепу України борошниста роса проявлялася у період від фенофази «висування бутонів» до фенофази «рожевий бутон» за ураження 1-2% листя яблуні та збільшувався рівень поширення хвороби до 14-18% у фазу «росту плодів». В подальшому температура повітря понад 20°C та відносна вологість повітря нижче 70% стримували наростання хвороби. Поширення та розвиток парші спостерігалось у «кінці цвітіння» за ураження 1-2% листків. Під час «росту плодів» поширення парші збільшилося до 16-21% ураженого листя. Під час «дозрівання плодів» поширення парші яблуні збільшилося до 18-30% ураженого листя та до 9-13% уражених плодів.

Перша система біологічного захисту, яку було досліджено, включала обробки у фенофазу «відокремлення бутонів» біопрепаратом Флуоресцин БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче  $5,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. у нормі 2,0 л/га та препарат на основі хелатованих S, Zn; у фенофазу «формування плодів» – Бактофіт БТ (бактерії *Bacillus subtilis*, титр життєздатних клітин не нижче  $2,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (4,0 л/га)

та препарат на основі хелатованих Mg, Mn, Fe, Co; у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) – БіоГібервіт БТ (гриби роду *Trichoderma*, титр  $2,5 \cdot 10^9$  –  $3,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (3,0 л/га); у фенофазу «ріст плодів» (друга декада липня) – Трихопсин БТ (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче  $2,0 \cdot 10^{10}$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (5,0 л/га) + препарат на основі хелатованого Ca; у фенофазу «дозрівання плодів» – Флуоресцин БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче  $5,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (1,5 л/га). Результатами досліджень встановлено, що застосування даної системи захисту дозволило на 65,7% зменшити розвиток борошнистої роси. Ефективність даної системи проти парші на листках становила 62,7% та на плодах яблуні – 61,4%.

Друга система біологічного захисту базувалась на наступних обприскуваннях у фенофази: «рожевий бутон» – суміш Бактофіту БТ (бактерій *Bacillus subtilis*, титр життєздатних клітин не нижче  $2,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. у нормі 4,0 л/га та Трихопсину БТ (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче  $2,0 \cdot 10^{10}$  КУО/см<sup>3</sup>), р. у нормі 5,0 л/га та препарату на основі хелатованих B, Mo; «ріст плодів» (плід розміром ліщини) – БіоГібервіт БТ (гриби роду *Trichoderma*, титр  $2,5 \cdot 10^9$  –  $3,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (3,0 л/га) + препарат на основі хелатованих Mg, Mn, Fe, Co; «ріст плодів» (перша декада липня) – Флуоресцин БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче  $5,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (1,5 л/га); «ріст плодів» (перша декада серпня) – суміш Трихопсину БТ (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче  $2,0 \cdot 10^{10}$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (3,0 л/га) та Біоспектру БТ (бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче  $5,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (3,0 л/га) та препарату на основі хелатованого Ca; «дозрівання плодів» – Флуоресцин БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче  $5,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (1,5 л/га). Застосування даної системи захисту дозволило на 72,4% зменшити розвиток борошнистої роси, на 70,2% зменшити розвиток парші на листках та на 69,3% – на плодах яблуні.

Наступна система біологічного захисту включала обробки у фенофазу «відокремлення бутонів» препаратом на основі хелатованих S, Zn; у фенофазу «рожевий бутон» – сумішшю біопрепаратів Ампеломіцин БТ (*Ampelomyces Ces ex Shlecht*,

титр не нижче  $4,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. у нормі 4,0 л/га та Бактофіт БТ (бактерій *Bacillus subtilis*, титр життєздатних клітин не нижче  $2,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (3,0 л/га) у поєднанні з препаратом на основі хелатованих В, Мо; у фенофазу «формування плодів» – суміш Фітоспорину БТ (спороутворюючі бактерії *Bacillus subtilis* 26 D, титр не нижче  $2,0 \cdot 10^8$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (5,0 л/га) та Флуоресцину БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче  $5,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (1,0 л/га) разом з препаратом на основі хелатованих Mg, Mn, Fe, Co; у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) – БіоГібервіт БТ (гриби роду *Trichoderma*, титр  $2,5 \cdot 10^9$  –  $3,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (3,0 л/га); у фенофазу «ріст плодів» (друга декада липня) – Біоспектр БТ (бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче  $5,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>) р. (6,0 л/га) + препарат на основі хелатованого Ca; у фенофазу «дозрівання плодів» – суміш препаратів Трихопсин БТ (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче  $2,0 \cdot 10^{10}$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (3,0 л/га) та Флуоресцин БТ (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче  $5,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. (1,0 л/га). Застосування даної системи захисту дозволило на 68,1% зменшити розвиток борошнистої роси. Ефективність даної системи проти парші на листках становила 64,7% та на плодах яблуні – 65,4%.

В якості хімічного еталону застосовували систему, яка базувалась на п'яти обприскуваннях хімічними пестицидами, зокрема у фенофазу «відокремлення бутонів» застосовували фунгіцид Топаз 100 ЕС (пенконазол), к.е. у нормі 0,4 л/га; у фазу «формування плодів» – фунгіцид Делан (дитіанон), в.г. (0,8 кг/га); у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) – Скор 250 ЕС (дифеноконазол), к.е. (0,2 л/га); у фенофаза «ріст плодів» (друга декада липня) – фунгіцид Делан (дитіанон), в.г. (0,8 кг/га) та у фазу «дозрівання плодів» застосовували Топсін-М (тіофанат-метил), з.п. (2,0 кг/га). Технічна ефективність хімічної системи захисту як еталону проти борошнистої роси становила 86,2%, проти парші на листках – 85,7%, проти парші на плодах яблуні – 92,8%.

Урожайність плодів яблуні при застосуванні біологічної системи захисту №1 складала 12,1 т/га, у тому числі 45,5% плодів першого сорту. Урожайність при застосуванні біологічної системи захисту №2 становила 12,2 т/га, з них 46,7% плодів першого

сорту. Урожайність при застосуванні біологічної системи захисту №3 була на рівні 11,9 т/га, у тому числі 44,5% першого сорту. За застосування хімічної системи захисту урожайність становила 12,6 т/га, з них 57,1% плодів першого сорту.

Таким чином, досліджувані системи біологічного захисту дозволили на високому рівні захистити яблуневі насадження від борошнистої роси. Зокрема найвищу ефективність отримали при застосуванні системи №2.

#### Список літератури

1. Борзих, О. І., Бублик, Л. І., Гунчак, М. В., Гаврилук, Л. Л., Шевчук, О. В., & Власова, О. Г. (2022). Екотоксикологічні параметри застосування біопестицидів, розробка та адаптація біологічних систем захисту яблуні від шкідників та хвороб до ґрунтово-кліматичних умов та фітосанітарного стану агроценозу. *Фітосанітарна безпека*, 68, 3-26. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.3-26>

2. Бунас, А. А., Ткач, Є. Д., & Дворецький, В. В. (2024). Біопрепарати в Україні та світі: сучасні тренди та перспективи. *Агроекологічний журнал*, 4, 132-140. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2024.317163>

3. Трибель, С. О. (Ed.). (2001). *Методики випробування і застосування пестицидів*. Київ: Світ.

4. Шерстобоева, О. Є., Крижанівський, А. Б., & Бунас, А. А. (2021). Антагонізм *Bacillus thuringiensis* до фітопатогенних мікроміцетів – збудників хвороб яблуні. *Агроекологічний журнал*, 2, 71-77. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234460>

## ҐРУНТОВІ ЧИННИКИ ЕКОЛОГІЇ *BEAUVERIA BASSIANA* В АГРОЦЕНОЗАХ

**Крижанівський Андрій**, кандидат сільськогосподарських наук  
*Інститут агроекології і природокористування НААН, Україна*  
*Інститут прикладної біотехнології VTU, Україна*

**Ткач Євгенія**, доктор біологічних наук, старший дослідник  
*Інститут агроекології і природокористування НААН, Україна*

**Бунас Альона**, кандидат біологічних наук, старший дослідник  
*Інститут агроекології і природокористування НААН, Україна*

**Стародуб Вікторія**, кандидат сільськогосподарських наук  
*Інститут агроекології і природокористування НААН, Україна*

Ентомопатогенні гриби роду *Beauveria* є перспективними агентами біологічного контролю ґрунтових шкідників в сучасному сільському господарстві. Однак ефективність їх застосування значною мірою залежить від специфічних характеристик ґрунтового середовища, що потребує детального вивчення екологічних закономірностей їх функціонування.

Дослідження проводили в лабораторних умовах Інституту агроекології і природокористування НААН і Інституту прикладної біотехнології ВТУ з використанням двох типів ґрунтів: перелогу (Київська обл.) та агрозему (Полтавська обл.). Проведено комплексний аналіз фітопатологічного, мікробіологічного та агрохімічного стану досліджуваних ґрунтів. Цільовим об'єктом дослідження були личинки хлібного туруна (*Tenebrio molitor*). Ґрунт обробляли культуральною рідиною ентомопатогенних грибів *Beauveria bassiana* з різним інокуляційним навантаженням:  $1,0 \times 10^3$ ,  $2,0 \times 10^3$ ,  $1,0 \times 10^6$  та  $2,0 \times 10^6$  КУО/мл ґрунту.

Ефективність досліджуваної культуральної рідини оцінювали через 14, 28 та 42 доби після внесення за формулою Гендерсона і Тілтона (Henderson & Tilton, 1955).

За результатами досліджень встановлено суттєву різницю в ефективності застосування грибів *Beauveria bassiana* на різних ґрунтах. На ґрунті агрозему при застосуванні високих концентрацій ( $10^6$  КУО/мл) фіксували 100 % ефективність вже через 2 тижні. При використанні нижчих концентрацій ( $10^3$  КУО/мл) спостерігалася поступова динаміка: від 34,9-37,3% через 2 тижні до 100% через 6 тижнів.

Таблиця 1.

Ефективність *Beauveria bassiana* на різних ґрунтах через 6 тижнів, %

Інокуляційне навантаження <i>Beauveria bassiana</i> у ґрунті	Ґрунт перелогу	Ґрунт агрозему
$1,0 \times 10^3$ КУО/мл	11,1	100
$2,0 \times 10^3$ КУО/мл	8,6	100
$1,0 \times 10^6$ КУО/мл	22,2	100
$2,0 \times 10^6$ КУО/мл	31,7	100

Натомість, на ґрунті перелогу ефективність препарату була значно нижчою. Навіть при максимальній концентрації ( $10^6$  КУО/мл) показник не перевищував 31,7% через 6 тижнів. При

низьких концентраціях інсектицидний ефект практично був відсутній (0-11,1%).

Таблиця 2.

Порівняльна характеристика основних показників досліджуваних ґрунтів

Показник	Ґрунт перелогу	Ґрунт агрозему
pH сольовий	5,6	5,0
Гумус, %	1,94	3,58
Біогенність, млн КУО/г	90,7	32,6
Частка <i>Trichoderma</i> , %	2,3	50
Патогенні гриби, %	14,0	11,5

Встановлені закономірності пояснюються комплексом чинників. Так, ґрунт агрозему характеризувався нижчою загальною біогенністю (32,6 млн КУО/г проти 90,7), що зменшувало конкурентний тиск на внесені мікроорганізми. Підвищений вміст органічної речовини (3,58% проти 1,94%) створював сприятливе поживне середовище для *B. bassiana* (Swathy et al., 2024). Цікавим є факт високої ефективності препарату при наявності 50,0% грибів роду *Trichoderma*, оскільки ці гриби відомі своїми широкими антагоністичними властивостями (Kumar et al., 2021). Можливо, інші сприятливі чинники компенсували потенційний негативний вплив міжвидової конкуренції. Деякі дослідження вказують на можливість синергетичного ефекту між *B. bassiana* та *Trichoderma* в певних умовах (Li et al., 2020).

Коефіцієнт мінералізації-імобілізації у ґрунті агрозему (0,14) вказував на переважання процесів накопичення органічної речовини, що забезпечувало стабільне середовище для функціонування *B. bassiana*. Середньоокисла реакція (pH 5,0) виявилася більш сприятливою порівняно з близькою до нейтральної (pH 5,6) у ґрунті перелогу. У ґрунті перелогу висока біогенність та різноманітний видовий склад мікроорганізмів створювали потужну конкуренцію. Високий вміст амоніфікаторів (16,2 млн КУО/г) та оліготрофів (21,8 млн КУО/г) свідчив про інтенсивні процеси трансформації органічної речовини, що перешкоджало закріпленню *B. bassiana*.

Таким чином, ефективність ентомопатогенного препарату на основі *Beauveria bassiana* визначається комплексною

взаємодією фізико-хімічних та біологічних чинників ґрунтового середовища. А саме низька біогенність ґрунту, підвищений вміст органічної речовини, присутність корисної мікрофлори (*Trichoderma*), оптимальний рівень кислотності та збалансований вміст елементів живлення.

Отримані результати свідчать про необхідність попереднього аналізу ґрунтових характеристик для прогнозування ефективності біологічних препаратів та розроблення диференційованих підходів до їх застосування в різних агроекологічних умовах.

#### Список літератури

1. Henderson, C. F., & Tilton, E. W. (1955). Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48(2), 157-161.
2. Kumar, S., Singh, A., & Sharma, R. (2021). Antagonistic potential of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin against *Pythium myriotylum* causing damping off of tomato. *Indian Phytopathology*, 74, 635-643.
3. Li, Y., Xia, L., Wang, S., Wang, M., Huang, J., Chen, S., & Yang, H. (2020). Synergistic effect of *Beauveria bassiana* and *Trichoderma asperellum* to induce maize defense against the Asian corn borer. *Insects*, 11(11), 781.
4. Swathy, K., Meera, T., & Gomathi, V. (2024). Biocontrol efficacy of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* conidia against agricultural insect pests. *Environmental Quality Management*, 33(3), 245-257.

## **ВИКОРИСТАННЯ МАГНІТНИХ АДСОРБЕНТІВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД**

**Линник Діана**, магістр

**Коцюбинський Андрій**, канд. фіз.-мат. наук, доцент  
*Івано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу, Україна*

Збереження біорізноманіття є однією з головних цілей сталого розвитку. Забруднення довкілля внаслідок антропогенної діяльності становить загрозу для локальних екосистем та планетарної екосистеми – біосфери. Забруднення водних ресурсів є найгострішою проблемою сьогодення. Однією

з причин забруднення поверхневих водних об'єктів є неочищені стічні води.

Адсорбція є одним з найбільш ефективних методів очистки стічних вод, що базується на здатності певних матеріалів адсорбувати на своїй поверхні забруднювачі. Адсорбційний метод очистки води є високоефективним, проте вартість адсорбційних матеріалів може становити проблему. Актуальним завданням є пошук ефективних та дешевих адсорбентів. Відходи сільського господарства, зокрема, рослинництва привернули увагу дослідників, як матеріали, що містять целюлозу та мають велику площу поверхні. Відходи сільського господарства є дешевим та доступним матеріалом, що значно здешевлює процес очистки стічних вод. Біомасу відходів можна використовувати як: адсорбент у вихідній необробленій формі після сушіння та подрібнення в навколишньому середовищі, модифіковані біосорбенти, вихідний матеріал для синтезу адсорбентів вугілля шляхом карбонізації (Crin et al., 2019).

Пориста структура вугілля дозволяє адсорбувати неорганічні та органічні хімічні речовини як у газоподібній, так і в рідкій фазах (Badran et al., 2023). Біовугілля, виготовлене з рослинної сировини, характеризується найвищою адсорбційною ємністю, яка може досягати близько 900 мг/г, що зумовлено значним вмістом вуглецю в межах 38-80% (Ponnuchamy et al., 2021). Біовугілля сприяє покращенню процесів флокуляції, адсорбції та окиснення під час очищення міських стічних вод, що позитивно впливає на очищення осаду, зменшення запахів та відновлення поживних елементів (Tatarchuk et al., 2023).

Магнітне біовугілля отримують шляхом поєднання біовугілля з магнітним матеріалом. Таким чином, вуглецевий матеріал набуває магнітних властивостей, що може збільшити ефективність використання композиту для очищення забруднених вод (Zhao et al., 2021). З огляду на те, що процеси очищення проводяться у водному середовищі, ключовою перевагою використання магнітних частинок для синтезу магнітного вугілля, зокрема магнетиту  $Fe_3O_4$ , є магнітні властивості, що дозволяють екстрагувати його з розчину та розділяти магнітом після адсорбції (Tatarchuk et al., 2023).

Для синтезу магнітних нанокompatитів на основі вугілля можуть бути використанні різні оксиди металів. Проте  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  має порівняно високу адсорбційну здатність та низьку вартість синтезу. На рисунку 1 відображено загальну ефективність видалення Cd, As біовугіллям та магнітними композитами. Після 24 годин адсорбції в модельно забрудненому розчині, тверді речовини біовугілля були видалені, що виявило значне зниження концентрацій Cd та As у воді.

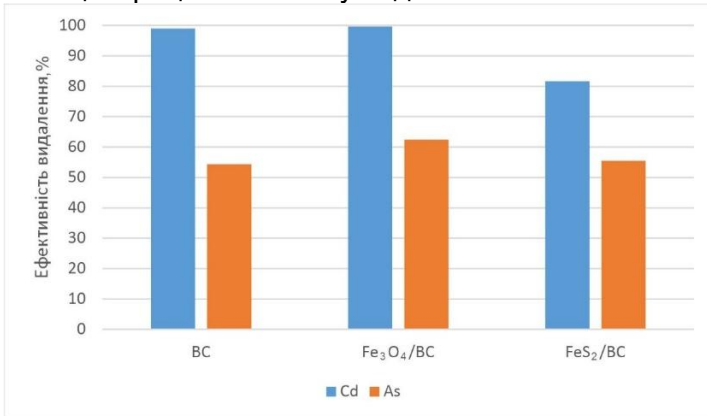


Рис. 1. Загальна ефективність видалення Cd, As (Kim et al., 2025)

Згідно рисунку 2.2 загальна ефективність видалення Cd демонструє найвищу ефективність видалення в  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{BC}$  ( $99,62\% \geq \text{BC}$  ( $99,04\%$ )  $> \text{FeS}_2/\text{BC}$  ( $81,73\%$ )). Рисунок 1 також показує найефективніше видалення As в  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{BC}$  ( $62,39\%$ )  $> \text{FeS}_2/\text{BC}$  ( $55,54\%$ )  $\geq \text{BC}$  ( $54,31\%$ ). При оцінці загальної ефективності видалення,  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{BC}$  та BC демонструють подібну здатність до видалення Cd, яка була помітно вищою, ніж у  $\text{FeS}_2/\text{BC}$ , тоді як найбільша здатність до видалення As спостерігалася у  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{BC}$  порівняно з аналогічною здатністю до видалення, продемонстрованою  $\text{FeS}_2/\text{BC}$  та BC (Kim et al., 2025).

Забруднення водних ресурсів є серйозною проблемою сьогодення, яка становить загрозу для довкілля та здоров'я населення. Не очищені стічні води є одним з основних джерел забруднення вод. Біовугілля виготовлене з сільськогосподарських відходів є ефективним адсорбентом для

очистки забруднених вод від різних типів забруднювачів, зокрема важких металів, органічних забруднювачів, барвників тощо. Використання магнітних нанокompatитів на основі біовугілля є перспективною технологією у сфері водоочищення. Магнітні нанокompatити демонструють високу адсорбційну ефективність, та вирішують проблему сепарації відпрацьованого адсорбенту від очищеної води.

#### Список літератури

1. Badran, A. M., Utra, U., Yussof, N. S., & Bashir, M. J. (2023). Advancements in adsorption techniques for sustainable water purification: a focus on lead removal. *Separations*, 10(11), 565. <https://doi.org/10.3390/separations10110565>
2. Crini, G., Lichtfouse, E., Wilson, L.D. et al. Conventional and non-conventional adsorbents for wastewater treatment. *Environ Chem Lett* 17, 195–213 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10311-018-0786-8>
3. Kim, S.Y., Lee, J.J. & Lee, G. Comparative efficacies of iron oxide-modified biochar and pyrite-modified biochar for simultaneous passivation of cadmium and arsenic in aqueous solutions and lettuce (*Lactuca sativa*. L) cultivation. *Appl Biol Chem* 68, 13 (2025). <https://doi.org/10.1186/s13765-025-00988-w>
4. Ponnuchamy, M., Kapoor, A., Senthil Kumar, P. et al. Sustainable adsorbents for the removal of pesticides from water: a review. *Environ Chem Lett* 19, 2425–2463 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01183-1>
5. Tatarchuk, T., Soltys, L., & Macyk, W. (2023). Magnetic adsorbents for removal of pharmaceuticals: A review of adsorption properties. *Journal of molecular liquids*, 384, 122174. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.122174>
6. Zhao, Q., Xu, T., Song, X., Nie, S., Choi, S. E., & Si, C. (2021). Preparation and application in water treatment of magnetic biochar. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9, 769667. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.769667>

## ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ МІСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ ПІД ВПЛИВОМ УРБАНІЗАЦІЇ

Лопушняк Василь, д. с г. н., професор.

Грицуляк Віталій, студент,

вано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу

Сучасний процес урбанізації спричиняє глибокі трансформаційні зміни природних ландшафтів, особливо ґрунтового покриву, що потребує фундаментального наукового дослідження. Наукова парадигма трансформації ґрунтових систем розкриває складні механізми антропогенного впливу на педосферу міських територій.

Морфогенетичні особливості урбаноземів характеризуються принципово новими властивостями, що кардинально відрізняються від природних ґрунтів. Формування техногенних ґрунтів відбувається через докорінну зміну генетичної структури профілю, модифікацію гранулометричного складу та порушення природних мікроструктурних зв'язків. Емпіричні дослідження виявляють стійкі тенденції деградації ґрунтового середовища: ущільнення, втрату природної пористості, зменшення вмісту гумусу та порушення біогеохімічних циклів (Andrushchenko, 2012).

Фізико-хімічна деградація ґрунтового середовища має чітку наукову класифікацію техногенних забруднювачів. Серед основних полютантів виділяють важкі метали (свинець, кадмій, цинк, мідь), нафтохімічні сполуки, поліциклічні ароматичні вуглеводні та техногенні мікроелементи. Кількісні моделі акумуляції забруднювальних речовин демонструють експоненційне накопичення токсичних компонентів у ґрунтовій матриці, що призводить до незворотних змін екосистеми (Balyuk, 2015).

Наукова концепція біологічної деградації ґрунтів розкриває механізми глибоких порушень біологічної активності: різке зменшення чисельності ґрунтових мікроорганізмів, деструкцію ферментативних процесів та порушення природних біоценотичних зв'язків. Біоіндикаційні методи дослідження дозволяють встановити кореляційні залежності between інтенсивністю техногенного навантаження та станом біорізноманіття урбанізованих територій.

Методологія комплексної діагностики урбаноземів включає інтегральні підходи оцінки екологічного стану ґрунтового покриву. Застосовуються геохімічні методи, біоіндикаційний моніторинг та геоінформаційне картографування. Розроблені математичні моделі прогнозування ґрунтової деградації дозволяють здійснювати випереджувальну оцінку техногенних змін з високим ступенем точності (Zhovynskyi & Nazarenko, 2010).

Стратегія еколого-ландшафтної реабілітації базується на наукових принципах відновлення ґрунтових екосистем. Основними напрямками є біоремедіація, фіторемедіація та хімічна детоксикація. Розроблено інноваційні технології рекультивації урбаноземів, що включають біотехнологічні методи, ландшафтно-планувальні рішення та інженерно-екологічні підходи. Концепція створення буферних екологічних зон дозволяє частково нівелювати негативні наслідки техногенного впливу.

Перспективні напрямки наукових досліджень охоплюють розробку теоретичних основ урбоґрунтознавства, вдосконалення методів прогнозування техногенної трансформації ґрунтів та розвиток міждисциплінарних досліджень у сфері урбоекології. Впровадження складних математичних моделей оцінки ґрунтових екосистем відкриває нові можливості для глибокого наукового аналізу урбанізованих територій (Medvediev & Plisko, 2012).

Комплексне наукове дослідження деградації ґрунтового покриву в урбанізованому середовищі демонструє необхідність фундаментального системного підходу, що інтегрує методологічні принципи ґрунтознавства, екології, геохімії та урбаністики. Подальший розвиток наукових досліджень дозволить розробити ефективні стратегії збереження та відновлення ґрунтових екосистем в умовах інтенсивної урбанізації, мінімізувати негативні антропогенні впливи та забезпечити сталий розвиток міських територій (Grekov, & Kravets, 2018).

Урбанізація як соціально-екологічний процес істотно впливає на стан ґрунтового покриву, зумовлюючи його деградацію під впливом техногенного навантаження, хімічного забруднення та антропогенних трансформацій. У роботі проведено експериментальне дослідження рівня деградації ґрунтів у різних функціональних зонах (центр м. Івано-Франківськ, промислова зона с. Підлужжя, природоохоронна територія НПП «Гуцульщина», сільськогосподарська територія с. Тязів). Виконано GPS-картування, відбір та аналіз зразків, визначено концентрацію важких металів, фізико-хімічні та мікробіологічні параметри.

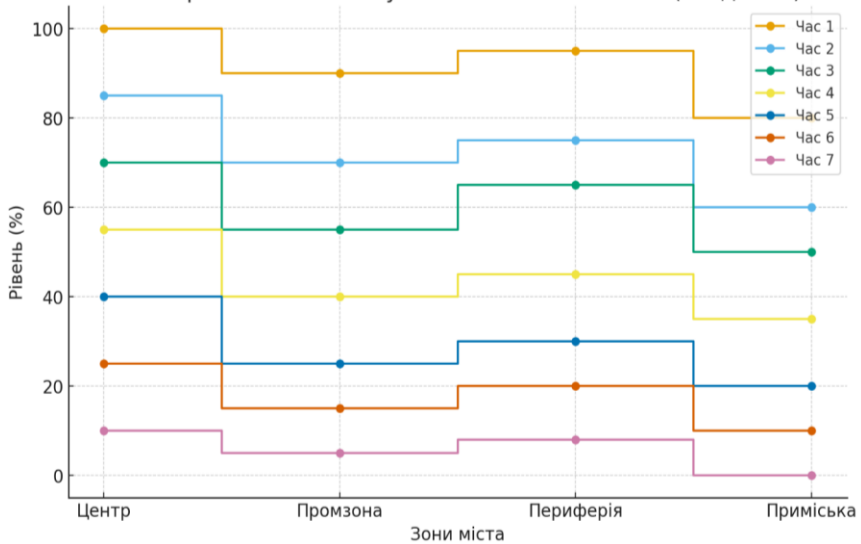


Рис. 1. Рівень забруднення ґрунтів

Зображений графік демонструє зміну рівня забруднення ґрунтів у різних функціональних зонах міста впродовж часу. Вертикальна вісь відображає рівень забруднення ґрунтів у відсотках – від 0% до 100%, тоді як горизонтальна вісь позначає напрям зміни у часі. На графіку представлено чотири криві, що відповідають основним міським зонам: центр, промислова зона, периферія та приміська зона. Найвищий рівень забруднення ґрунтів спостерігається в центральній частині міста та промзоні, де на початку дослідження він сягає 100% і поступово знижується з часом. У периферійній та приміській зонах рівень забруднення спочатку є значно нижчим і також демонструє тенденцію до зменшення, хоча менш виражену. Така ситуація свідчить про просторову нерівномірність забруднення ґрунтів, зумовлену інтенсивністю господарської діяльності, щільністю забудови та наявністю джерел забруднення. Загалом, графік ілюструє позитивну динаміку щодо зниження рівнів забруднення в усіх зонах, що може бути результатом природної самоочищувальної здатності ґрунтів або реалізації природоохоронних заходів.

Отримані дані свідчать про просторову неоднорідність забруднення: максимальне навантаження характерне для центральної та промислової зон, тоді як мінімальні показники зафіксовано у приміській та природоохоронній територіях. Встановлено негативний кореляційний зв'язок між рН та вмістом важких металів (-0,65), позитивну кореляцію гумусу з біологічною активністю (0,68), а також зниження мікробіологічної активності при зростанні техногенного навантаження.

Математичне моделювання дозволило представити забруднення ґрунтів як інтегральну функцію, що враховує урбанізаційне навантаження, техногенні впливи та мікробіологічну активність. Прогностичні розрахунки демонструють критичне зростання деградаційних процесів у центральних і промислових зонах (до 92–78% протягом 10 років) та поступове їх поширення на периферію.

SWOT-аналіз виявив: сильними сторонами є буферна здатність та біологічний потенціал ґрунтів у периферійних і приміських зонах, слабкими — інтенсивність деградації та перевищення ГДК важких металів (Pb і Cd) у міських ґрунтах. Можливості відновлення визначаються потенціалом рекультивації та природними регенераційними процесами, проте загрози полягають у зростанні урбанізації та накопиченні поліютантів. Інтегральна оцінка стану ґрунтів (0,025) свідчить про їх критичний стан, однак наявність відновлювального потенціалу робить можливим екологічне втручання.

Сценарний аналіз показав, що без втручання рівень деградації через 15 років може сягнути 95%, тоді як за умов активних природоохоронних заходів прогнозується до 50% відновлення ґрунтового покриву. Таким чином, дослідження підтверджує необхідність впровадження комплексних стратегій моніторингу, рекультивації та біологічної реабілітації для збереження стійкості міських екосистем.

#### Список літератури

1. Andrushchenko, V. M. (2012). *Urboekolohiia* [Urban ecology]. Lybid.
2. Directive 2004/35/EC of the European Parliament and of the Council on environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage. (2004). *Official Journal of the European Union*.

3. Grekov, I. I., & Kravets, O. M. (2018). Vazhki metaly u gruntakh urbanizovanykh terytorii: ekolohichni aspekty [Heavy metals in soils of urbanized territories: Ecological aspects]. *Visnyk KhNAU*, (1), 95–103.

4. Kopii, L. I., & Stefuriak, V. M. (2020). Biolohichna aktyvnist gruntiv u miskykh ekosystemakh [Biological activity of soils in urban ecosystems]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriya Biolohiia*, (47), 45–52.

5. Medvediev, V. V., & Plisko, I. V. (2012). *Ekolohichni stan i dehradatsiia gruntiv Ukrainy* [Ecological state and degradation of soils in Ukraine]. NNTs «IHA imeni O. N. Sokolovskoho».

6. Pidruchnyk z gruntoznavstva [Textbook on soil science]. (2015). (S. A. Balyuk, Ed.). Ahrarna nauka.

7. Zhovynskyi, Ye. Ya., & Nazarenko, I. I. (2010). *Heokhimiia urbanizovanykh terytorii* [Geochemistry of urbanized territories]. Naukova dumka.

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ПЛАСТИКОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ

**Лопушняк Василь, д. с. г. н., професор.**

**Медвідь Марія, студентка,**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Проблема пластикового забруднення є однією з найгостріших екологічних викликів сучасності. За оцінками, у світовому океані вже накопичено від 75 до 199 мільйонів тонн пластикових відходів, і щороку додається ще близько 8–10 мільйонів тонн нового пластику. Цей процес призводить до утворення масштабних зон забруднення, таких як "сміттєвий острів" у Тихому океані, розмір якого можна порівняти з територією Франції (понад 550 тисяч км<sup>2</sup>). Така тенденція не лише порушує природні баланси, а й створює загрозу для біорізноманіття та безпеки харчових ресурсів людини (Lebreton, 2017). Очікується, що до 2040 року кількість мікропластику у довкіллі може подвоїтися, а вже зараз понад 69,5 мільйонів тонн пластику щороку не утилізуються належним чином, безпосередньо потрапляючи в природу (Geyer, 2017).

Види пластикового забруднення поділяються на кілька категорій за розміром частинок. Макропластик (>5 мм) включає

добре помітні предмети — пляшки, пакети, сітки, які становлять небезпеку для тварин, викликаючи механічні травми та сплутування. Мікропластик (0,1–5 мм) — це дрібні частинки, що виникають унаслідок поступового розпаду більших об'єктів або виробляються первинно, наприклад, у косметиці чи виробництві гранул. Нанопластик (<0,1 мм) є особливо небезпечним, адже здатен проникати в клітини організмів, викликати токсичний ефект і порушувати фізіологічні процеси. Основними джерелами мікропластику у довкіллі є синтетичний одяг (35%), деградація пластикового сміття (34,7%), стирання автомобільних шин (28%), використання косметичних засобів із мікрогранулами (2%) та промислові гранули (0,3%) (Barnes, 2009).

Вплив пластику на водні екосистеми є комплексним і має кілька вимірів. По-перше, мікропластик здатний фізично пошкоджувати органи травлення морських тварин, що часто призводить до їхньої загибелі. По-друге, пластик містить хімічні домішки та токсичні речовини, які проникають у тканини організмів і викликають серйозні порушення у їхніх фізіологічних функціях. По-третє, забруднення пластиком негативно впливає на процеси розмноження морських тварин, що призводить до зниження чисельності популяцій. У глобальному масштабі це означає втрату видового різноманіття та руйнування екологічної рівноваги у морських і прісноводних екосистемах (Andrady, 2011).

Для людини небезпека мікро- і нанопластику ще більш тривожна. Сучасні дослідження доводять його наявність у бутильованій воді, солі, чаї, молоці, меді та морепродуктах. Виявлено, що нанопластик проникає у легені, печінку, серце, нирки, мозок, а також у плаценту і навіть у грудне молоко. Це свідчить про його здатність вільно циркулювати у біологічних системах людини (Jambeck, 2015). Серед негативних наслідків для здоров'я виділяють ендокринні порушення, запальні процеси, порушення функцій органів та перенесення токсичних речовин, які здатні накопичуватися та мати кумулятивний ефект. Таким чином, мікропластик уже є частиною нашого повсякденного життя, хоча рівні ризиків ще до кінця не вивчені.

Сучасна наука пропонує кілька напрямів боротьби з мікропластиком. Механічні методи включають застосування сит та фільтрів для затримання часток понад 5 мм і методи осадження важчих фракцій під дією гравітації.



Рис. 1. Відбір проб води

Мембранні технології, як-от зворотний осмос і нанофільтрація, здатні ефективно затримувати частки мікро- та нанорозмірів, очищаючи воду до рівня безпечного споживання. Біологічні методи, що активно розвиваються останніми роками, базуються на використанні спеціалізованих мікроорганізмів. Зокрема, бактерія *Ideonella sakaiensis* здатна розкласти поліетилентерефталат (ПЕТ), а гриб *Fusarium oxysporum* також проявив подібні властивості. Це відкриває нові можливості у сфері біотехнологій для переробки пластику.

Лабораторні дослідження, проведені на зразках води з різних джерел (німецьке озеро, міське озеро біля парку Шевченка, джерело біля міського озера, озеро ЖК «Липки», річка Чечка у Калуському районі), підтвердили наявність мікропластику у кожному випадку. Це доводить його поширеність навіть у відносно чистих водоймах і демонструє, що жодна екосистема вже не захищена від цього виду забруднення.

Для зменшення контакту людини з мікропластиком розроблені практичні рекомендації. На індивідуальному рівні важливо уникати розігрівання їжі у пластиковій тарі, використовувати тканинні сумки замість поліетиленових, відмовлятися від одноразових виробів, віддавати перевагу

натуральним тканинам в одязі та уникати косметики з мікрогранулами. Корисним є також регулярне вологе прибирання приміщень та застосування повітряних фільтрів. На суспільному рівні ключовими діями є належне сортування відходів, підтримка екологічних бізнесів та активна громадянська позиція у просуванні екологічних ініціатив.

Таким чином, проблема пластикового забруднення, зокрема мікропластику, вимагає системного підходу: поєднання наукових досліджень, технологічних інновацій, екологічної просвіти та зміни індивідуальних і колективних практик споживання. Лише комплексні заходи на глобальному та локальному рівнях можуть зменшити масштаби цього явища та забезпечити відновлення екологічної рівноваги.

#### Список літератури

1. Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
2. Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985–1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
3. Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
4. Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
5. Koelmans, A. A., Nor, N. H. M., Hermesen, E., Kooi, M., Mintenig, S. M., & De France, J. (2019). Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. *Water Research*, 155, 410–422. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.054>
6. Lebreton, L. C. M., Van der Zwet, J., Damsteeg, J.-W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8, 15611. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>
7. Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., ... & Russell, A. E. (2004). Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, 304(5672), 838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>

## **ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ОСНОВА ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ**

**Лялюк-Вітер Галина, к.б.н., доцент, ІФНТУНГ, Україна**  
**Кривенко Галина, к.т.н., ІФНТУНГ, Україна**

Втрата біорізноманіття, деградація природних екосистем та зміни клімату, актуалізують потребу у збереженні природних територій та формуванні ефективної екологічної мережі. Україна як держава, що перебуває на шляху до інтеграції в Європейський Союз, зобов'язалася адаптувати своє законодавство і практики управління до європейських стандартів. У цьому контексті важливу роль відіграє розвиток мережі природо-заповідних територій та Смарагдової мережі, яка є частиною загальноєвропейської системи збереження видів і природних оселищ.

Івано-Франківська область вирізняється багатством біологічного різноманіття й значною часткою територій, що мають заповідний статус. Це створило сприятливі передумови для розвитку мережі природоохоронних територій національного та міжнародного значення.

Як відомо, природно-заповідний фонд (ПЗФ) області є не лише основою збереження унікальної флори та фауни, але й важливим чинником забезпечення сталого розвитку регіону. Заповідні території виконують екологічні, наукові, рекреаційні та освітні функції. Водночас їх розвиток і охорона є показником екологічної політики держави, що особливо важливо в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення країни на засадах сталого розвитку.

Основним законодавчим актом, що регулює діяльність у сфері охорони заповідних територій, є Закон України «Про природно-заповідний фонд» (Закон України «Про природно-заповідний фонд», 1992). Він класифікує ПЗФ на природні території та об'єкти (заповідники, національні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища) і штучно створені об'єкти (ботанічні сади, дендропарки, зоопарки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва). Закон визначає правові механізми функціонування

ПЗФ, однак на практиці його реалізація стикається з низкою проблем – від недостатнього фінансування до браку ефективних інструментів моніторингу стану природних екосистем.

ПЗФ в Івано-Франківській області нараховує 535 природно-заповідних об'єктів та територій загальною площею понад 225 тис. га, що становить 16,2% площі області (Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні, 2024).

Таким чином, Івано-Франківщина має один із найвищих показників заповідності в Україні. Впродовж останнього десятиліття площа територій та об'єктів ПЗФ області зростає більш як на 6 тис. га, що свідчить про поступове, але стабільне розширення мережі. Особливо відчутний приріст відбувся у 2021 році, коли площа заповідних територій збільшилася майже на 3,5 тис. га (рис. 1).

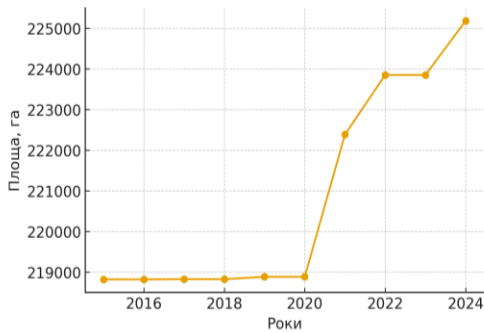


Рис. 1. Динаміка природно-заповідного фонду Івано-Франківської області у 2015–2024 рр.

За структурою ПЗФ області включає 33 території загальнодержавного значення загальною площею понад 131 тис. га та понад 500 об'єктів місцевого значення площею 93 тис. га. До найбільших належать природний заповідник «Горгани» та п'ять національних природних парків: Карпатський, «Гуцульщина», Галицький, «Синьогора» та «Верховинський». Мережа природно-заповідних територій та об'єктів місцевого значення представлена регіональними ландшафтними парками, заказниками, пам'ятками природи та заповідними урочищами.

Найбільшу кількість становлять пам'ятки природи та урочища, хоча за площею домінують великі території національних парків і заказників.

Близько 62% заповідних об'єктів зосереджено у гірській частині Карпат, що пояснюється високим рівнем природної цінності й збереженості екосистем. Передкарпаття охоплює близько чверті заповідних територій, а рівнинна частина – лише 13%. Такий розподіл свідчить про необхідність посилення природоохоронної діяльності на рівнинних і передгірних ділянках, де тиск господарської діяльності є найбільшим.

На територіях ПЗФ Івано-Франківської області охороняється понад 1000 видів судинних рослин, що становить більше половини флори Українських Карпат. Серед них 126 видів занесено до Червоної книги України та Європейського Червоного списку. У Зеленій книзі України представлено 21 рідкісне рослинне угруповання. Окрім збереження флори, ПЗФ відіграє ключову роль у збереженні фауни: на його територіях мешкають 25 видів тварин, занесених до Червоної книги України. Важливим об'єктом охорони є і водно-болотні угіддя, загальна площа яких сягає 2,6 тис. га. Вони виконують функції регуляції водного режиму, очищення води та підтримки міграційних шляхів птахів.

До Смарагдової мережі включено шість об'єктів Івано-Франківщини: природний заповідник «Горгани», національні природні парки Карпатський, «Гуцульщина», Галицький, «Верховинський» та Дністровський регіональний ландшафтний парк. Вони відповідають критеріям Бернської конвенції і є ключовими осередками збереження рідкісних видів та природних оселищ. У перспективі важливим завданням є розширення переліку таких територій, зокрема включення додаткових об'єктів водно-болотного фонду та гірських екосистем, що перебувають під загрозою.

Попри позитивну динаміку розширення ПЗФ, існують серйозні проблеми, зокрема фрагментованість мережі тощо. Додатковим викликом є наслідки воєнних дій, які впливають на стан природних екосистем та відволікають ресурси на першочергові гуманітарні потреби. Водночас у цих умовах ще

більш важливим стає збереження природного потенціалу як основи для відновлення країни після війни.

Подальший розвиток ПЗФ та Смарагдової мережі потребує комплексного підходу, який включатиме удосконалення природоохоронного законодавства, посилення міжнародної співпраці, активізацію екологічної освіти та залучення місцевих громад. Це дозволить не лише зберегти унікальне природне багатство регіону, але й забезпечити сталий розвиток у післявоєнний період.

Отже, формування ефективної системи природозаповідання на засадах європейських стандартів є одним із ключових завдань для України. Івано-Франківська область може стати прикладом успішної інтеграції національних природоохоронних ініціатив у міжнародну екологічну політику.

#### Список літератури

1. Про природно-заповідний фонд: Закон України від 16 червня 1992 року №2456-XII. URL; <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#n439>
2. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-seredovysshha-v-ukrayini/>

### **СТАН ВУЛИЧНИХ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ ІСТОРИЧНОГО ЦЕНТРУ МІСТА ЧЕРНІВЦІ**

**Мишілюк Ірина**, аспірантка, **Жук Аліна**, д.б.н., доцент  
*Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна*

У історичній частині міста Чернівці вуличним деревам належить важлива роль у формуванні архітектурного ландшафту та туристичної привабливості. Вони органічно вплітаються в архітектурний ансамбль, підкреслюючи естетику історичної забудови, формують гармонійні візуальні коридори й надають місту неповторного колориту. Водночас як елемент зеленої інфраструктури урбанізованого середовища такі

насадження покликані забезпечувати екологічний баланс, поліпшувати мікроклімат та підвищувати якість життя містян.

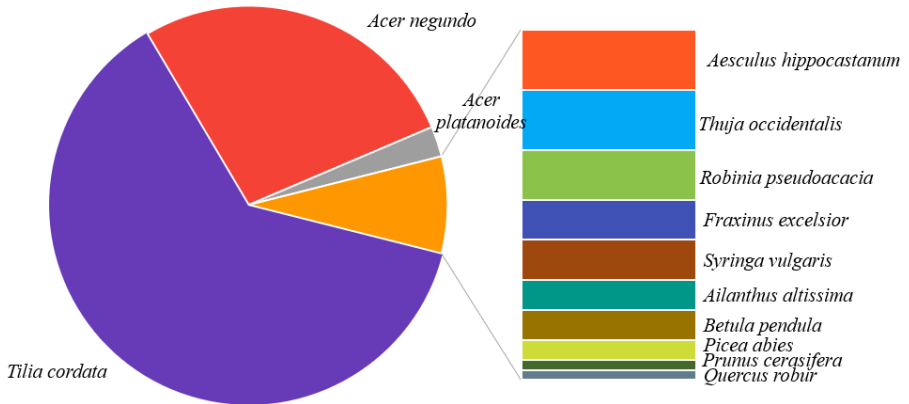
Щільна забудова, оточення водонепроникними поверхнями, інтенсивний транспортний рух, що супроводжується частими заторами, а також рекреаційне навантаження, створюють стресові умови для дерев. Обмежений об'єм ґрунту та надмірне ущільнення ускладнюють розвиток кореневої системи, зменшують аерацію та водопроникність (Mullaney et al., 2016). Вагомим стресовим чинником є ефект міського теплового острова, оскільки асфальтові й бетонні поверхні поглинають і віддають тепло, підвищуючи температуру ґрунту та спричиняючи водний стрес у дерев (Кучерявий та ін., 2023). Неправильна або некваліфікована обрізка може травмувати дерева, відкриваючи доступ для інфекцій і знижуючи їхню загальну стійкість (Muscas et al., 2024). Ці та інші чинники призводять до зниження життєздатності насаджень, що виражається в редукції крони, порушенні ростових процесів, передчасному старінні та зменшенні біомаси. У результаті в деревних рослин знижується здатність надавати екосистемні послуги: ефективно очищати повітря, забезпечувати затінок, формувати середовище для збереження біорізноманіття тощо (Savo et al., 2025).

Мета дослідження: проаналізувати стан вуличних деревних насаджень центральної частини Чернівців на основі проведеного обліку та обґрунтувати необхідність регулярного моніторингу для оптимізації зеленої інфраструктури.

Дослідження базується на польових обстеженнях 446 дерев на восьми вулицях: Вокзальній, Богдана Хмельницького, Лесі Українки, Університетській, Григорія Сковороди, Поштовій, Степана Бандери та Івана Котляревського, сумарною протяжністю 5466 м. Для оцінки стану дерев застосовувалися маршрутні обстеження (суцільний обхід з фіксацією всіх екземплярів), візуальна оцінка та інструментальні вимірювання. Ідентифікацію видів проведено за довідниками (Дендрофлора України, 2002; 2005). Для кожного екземпляру виміряно висоту в додатку Trees, обхват стовбура на висоті 1,3 м, обчислено діаметр, емпірично оцінено вік (Гриник та ін., 2010). Якісний стан

визначено за 3-бальною шкалою згідно з Інструкцією з інвентаризації зелених насаджень (2001).

У процесі інвентаризації, проведеної на восьми вулицях історичного центру Чернівців, обліковано 446 дерев, які належать 13 видів, 10 родин та 7 порядків. Найбільшим числом екземплярів представлені родини Sapindaceae та Oleaceae. Найбільш численні види – *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L. та *Acer negundo* L., які разом становлять 93



% облікових насаджень (рис. 1).

Рис. 1. Видовий склад вуличних деревних насаджень центральної частини міста Чернівці

Переважаання автохтонних видів (67,3 %) можна розглядати як позитивний чинник для підтримання локального біорізноманіття, на відміну від загальноукраїнських тенденцій, де часто домінують інтродуценти (Потоцька, 2017). Водночас за кількістю екземплярів значну частку (28,9 %) обіймають інвазійні види: *A. negundo*, *Robinia pseudoacacia* L. та *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. Вони характеризуються високою конкурентоспроможністю та здатністю до швидкого поширення, що становить загрозу для аборигенної флори. Зокрема, *A. negundo* відзначається утворенням густих порослевих заростей та адаптивністю до умов урбанізованого середовища, що потребує посиленого моніторингу.

У результаті проведеного обстеження здійснено комплексну оцінку якісного стану деревних насаджень. Було встановлено, що 73% обстежених дерев перебувають у доброму стані, 23% – у задовільному, тоді як 4% характеризуються поганим станом. Найчастіше незадовільний стан спостерігався у *Aesculus hippocastanum* L., що ростуть уздовж вулиць, тоді як найвищі показники якісного стану зафіксовано у *Tilia cordata* Mill. та *Acer platanoides* L. Погіршення стану *Aesculus hippocastanum* L. зумовлене ураженням каштановою мінуючою міллю (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić), що призводить до дефоліації, ослаблення фотосинтетичного апарату і зниження здатності дерев виконувати основні екосистемні функції, зокрема очищення повітря, створення тіні та підтримку біорізноманіття.

Крім біологічних чинників, на стан дерев впливають антропогенні фактори, серед яких слід виділити недостатні розміри посадкових лунок. Згідно з нормативними вимогами, для рядових посадок дерев на тротуарах мінімальний розмір лунки повинен становити не менше 1,25 × 1,25 м, а для великих порід (*Aesculus hippocastanum* L., *Quercus robur* L., *Populus nigra* L.) – 1,5 × 1,5 м або навіть 2,0 × 2,0 м, особливо за умов щільних ґрунтів або асфальтового покриття (ДБН Б.2.2-5:2011, 2011). На досліджуваних вулицях посадкові лунки з такими параметрами практично відсутні, що обмежує простір для розвитку кореневої системи, погіршує водопостачання та аерацію ґрунту, а отже знижує витривалість дерев.

Ще одним значущим негативним чинником є багаторічна практика обрізування за технікою топінг, яка призводить до ослаблення дерев, утворення великої кількості порізів і ран, що сприяє розвитку патогенів і шкідників, а також скорочує тривалість життєвого циклу. У сукупності ці фактори зменшують здатність дерев надавати екосистемні послуги: вони ефективніше не очищують повітря, погіршується їх здатність забезпечувати затінення, знижується стабільність мікроклімату та створення середовища для підтримки біорізноманіття міських територій.

З огляду на виявлені проблеми у стані деревних насаджень на досліджуваній території, доцільним є впровадження системного та комплексного обліку всіх зелених насаджень із

регулярним оновленням та актуалізацією даних. Такий підхід дозволить не лише відстежувати поточний стан дерев і чагарників, але й своєчасно виявляти поширення інвазійних видів, дерев, що піддаються хворобам, шкідникам або негативному впливу урбанізованого середовища. Крім того, на основі таких даних можливо здійснювати раціональний підбір видів дерев, які здатні витримувати специфічні умови міського середовища, такі як обмежений простір для кореневої системи, щільні або асфальтовані ґрунти, підвищений рівень забруднення повітря та мікрокліматичні особливості конкретних вулиць або площ. Впровадження такої системи обліку стане фундаментом для стратегічного управління зеленими насадженнями, підвищить їхню витривалість і життєздатність, а також дозволить підтримувати належний якісний стан зелених зон міста в умовах постійного урбаністичного навантаження.

#### Список літератури

1. Mullaney, J., Lucke, T., & Trueman, S. J. (2016). The growth and health of street trees planted in permeable pavements. *Acta Horticulturae*, 1108, 77–82. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1108.10>
2. Muscas, D., Orlandi, F., Petrucci, R., Proietti, C., Ruga, L., & Fornaciari, M. (2024). Effects of urban tree pruning on ecosystem services performance. *Trees, Forests and People*, 15, 100503. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100503>
3. Savo, V., D'Amato, L., Bartoli, F., Zappitelli, I., & Caneva, G. (2025). Evaluation of main regulating, provisioning, and supporting ecosystem services of urban street trees: A literature review. *Ecosystem Services*, 71, 101690. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101690>
4. Гриник, П. І., Стеценко, М. П., Шнайдер, С. Л., Листопад, О. Г., & Борейко, В. Е. (2010). *Стародавні дерева України*: реєстр-довідник. К.: Логос.
5. ДБН Б.2.2-5:2011. (2011). *Благоустрій територій*. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України
6. Кохно, М. А., Пархоменко, Л. І., Зарубенко, А. У., та ін. (2002). *Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Частина 1: Покритонасінні*. Київ: Фітосоціоцентр.
7. Кохно, М. А., Трофименко, Н. М., Пархоменко, Л. І., та ін. (2005). *Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Частина 2: Покритонасінні*. Київ: Фітосоціоцентр

8. Кучерявий В. П., Генік Я. В., Кучерявий В. С., Шуплат Т. І., Гоцій Н. Д. Екопросторові та теплофізичні особливості формування "острова тепла" Львівського середмістя і життєвість деревних рослин. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2023, Т. 33, № 3. С. 23–33. <https://doi.org/10.36930/40330304>

9. Потоцька, С. О. (2017). Дендрологічні аспекти Концепції озеленення міста Чернігова. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка: Біологія*, 69(2), 35–40

### **ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ПОШИРЕННЯ *SOLIDAGO CANADENSIS* L. (НА ПРИКЛАДІ М. ЧЕРНІВЦІ)**

**Москалик Галина, к.б.н.**, доцент кафедри екології та біомоніторингу,

**Подюк Надія**, здобувач другого рівня вищої освіти,

**Москалик Ігор**, здобувач третього рівня вищої освіти  
*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна*

*Solidago canadensis* L. – трав'янистий багаторічник, представник родини Айстрові (Asteraceae) – гемікриптофіт, мезофіт, сціогеліофіт, кенофіт, північноамериканського походження, агроепекофіт, який подолав F-бар'єр і належить до видів-трансформерів (Токарюк та ін., 2018; Протопопова та ін., 2019). *S. canadensis* внесено до першого в Україні офіційного регіонального списку інвазійних видів рослин Закарпаття (Шевера та ін., 2017).

Вперше у м. Чернівці описано вид на території ботанічного саду (Осьодло, Токарюк, 2017). У монографії (Токарюк та ін., 2018) наведено 22 локалітети, з яких 7 – це природоохоронні території: парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва ім. Т. Шевченка, Ю. Федьковича, Шиллера, «Жовтневий», ботанічний сад, дендрологічний парк загальнодержавного значення «Чернівецький», ландшафтний заказник місцевого значення «Гарячий Урбан».

Нами виявлено нові місця зростання виду на території міста, які раніше не були описані, а саме: вул. Черемшини, 25; Сторожинецька 145; Миколи Ткача, 55; Миколи Леонтовича, 15; Дмитра Ковальова, 15; Дмитра Ясенка, 19; на розі вул.

Комунальників та Південно-Кільцевої. Зазвичай рослини займають занедбані території, вздовж доріг, поблизу будівельних майданчиків, кладовища, несанкціоновані сміттєзвалища.

Зростають рослини переважно суцільними заростями великими площами, проте трапляються і поодинокі рослини (на клумбах, уздовж вулиць) (рис. 1). Науковці відмічають, що саме міська територія той резерват, з якого відбувається поширення *S. canadensis* на інші території (Шульга, Левченко, 2017).

Відомо, що агресивному поширенню виду сприяють кілька чинників: широка екологічна пластичність виду, високий біологічний потенціал (одна рослина дає до 100 тисяч насінин із схожістю до 95%), високий алелопатичний потенціал рослин, відсутність ворогів з числа рослин-конкурентів і комах (Werner et al., 1980; Шульга, Левченко, 2017).



Рис. 1. Суцільні зарості та поодинокі рослини *S. Canadensis*

Особливість *S. canadensis* – стрімко поширюватися та захоплювати нові ареали зростання. Для виду властивий суцільний тип просторової моделі поширення, який характерний для інвазійних рослин, пристосованих до широкого спектру

поширення (гідро-, баро-, антропо-, анемохорія тощо) (Данко та ін., 2024).

Нами відмічено, що квіти *S. canadensis* відвідувало багато різних комах: клопи, жуки, мухи, цикадки, поодинокі мурашки та коники (рис. 2).

Відомо, що основні запилювачі *S. canadensis* – це медоносні бджоли (*Apis mellifera* L., 1758), джмелі (види роду *Bombus*), золотушниковий жук-солдат (*Chauliognathus pensylvanicus* DeGeer, 1774) і журчалки (родина *Syrphidae*) (Werner et al., 1980). Відвідування комах та клопів квітів *S. canadensis* важливе для екосистеми. Вони сприяють запиленню рослини, допомагаючи в її розмноженні, і стають джерелом їжі для інших тварин, таких як птахи та ящірки.

*S. canadensis* завдає значної шкоди лісовому та сільському господарству, витісняє аборигенні види рослин, змінює рослинні комплекси, може викликати алергію у людей (Токарюк та ін., 2018); призводить до зникнення більшості лучних комах, птахів, дрібних ссавців, його не споживають дикі тварини, тому не використовують для сінокосів (Шульга, Левченко, 2017; Джуренко та ін., 2018).

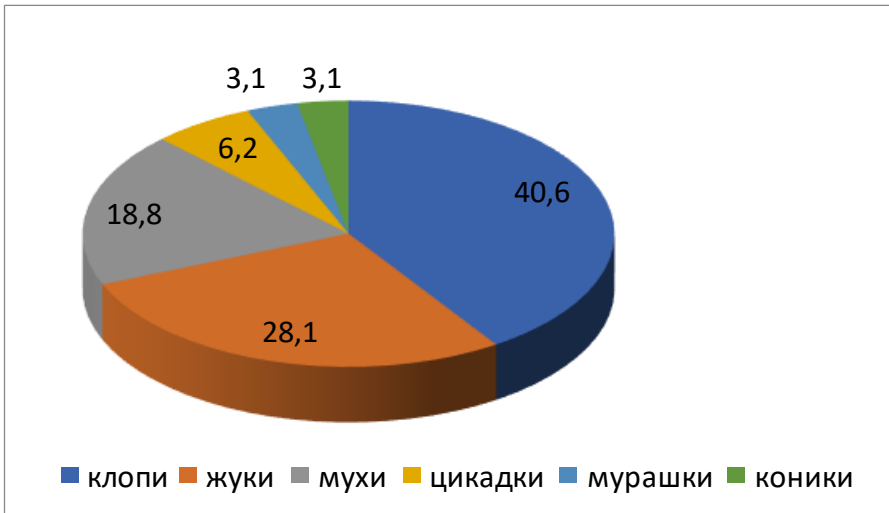


Рис. 2. Комахи, помічені на квітах *S. canadensis*, у %

Екологічні наслідки поширення *S. canadensis* для місцевих екосистем очевидні. Це витіснення аборигенних видів, зміна структури фітоценозів; скорочення кормової бази для комах та дрібних ссавців, які харчуються місцевими видами, зміна сезонної динаміки відвідування квітів, зміна складу запилювачів. Хоча з іншого боку, рослини забезпечують нектаром і пилком бджіл, метеликів та інших комах наприкінці літа, проте комахи концентруються на *S. canadensis* і ігнорують місцеві види. У цілому відбувається зниження стійкості екосистем, порушуються

трофічні ланцюги, знижується біорізноманіття (рис. 3).



Рис. 3. Екологічні наслідки поширення *S. canadensis* (згенеровано ШІ)

Отже, зафіксовано інтенсивне розширення вторинного ареалу *S. canadensis* у межах м. Чернівці, яке слугує осередком для подальшої експансії на прилеглі території. Наслідком цього процесу є зменшення фіторізноманіття та зоорізноманіття місцевих екосистем. Для мінімізації негативного впливу необхідно продовжувати моніторингові дослідження та впроваджувати сучасні методи контролю поширення *S. canadensis*.

#### Список літератури

1. Данко, Ю., Войтків, А., Кобилецька М. (2024). Огляд поширення інвазійних видів рослин на території Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 93, 29–45. <https://doi.org/10.30970/vlubs.2024.93.04>
2. Джуренко, Н. І., Коваль, І. В., & Колесніченко, О. В. (2018). Фітохімічний потенціал рослин видів *Solidago canadensis* L. та *Solidago virgaurea* L. як прояв їхньої інвазійної спроможності. У С. М. Ніколаєнко (Ред.), *Флористичне і ценотичне різноманіття у відновленні, охороні та збереженні рослинного світу* (монографія). Київ: Ліра-К.
3. Осьодло, Л. М., Токарюк, А. І. (2017). *Solidago canadensis* L. (Asteraceae) у рослинному покриві природно-заповідних територій м. Чернівці. У І.І. Чорней, В.В. Буджак (Ред.) *Регіональні проблеми*

вивчення і збереження біорізноманіття (с. 85–88). Чернівецький національний університет.

4. Протопопова, В. В., Шевера, М. В. (2019). Інвазійні види у флорі України. I. Група високо активних видів. *Geo & Bio*, 17, 116–135. <https://doi.org/10.15407/gb.2019.17.116>

5. Токарюк, А. І., Чорней, І. І., Буджак, В. В. та ін. (2018). *Інвазійні рослини в Буковинському Передкарпатті: монографія*. Чернівці: Друк Арт.

6. Шульга, І. В., Левченко, В. Б. (2017). Екологічне оцінювання ареалу золотушника канадського в умовах Житомирського району. *Збалансоване природокористування*, (3), 72-80.

7. 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 Національної академії наук України*, (10), 53-61.

8. Werner, P.A., Bradbury, I.K., Gross, R.S. (1980). The biology of Canadian weeds. 45. *Solidago canadensis* L. *Canadian Journal of Plant Science*. 60(4), 1393–1409.

## **ПОШИРЕННЯ ВИДІВ РОДУ *REYNOUTRIA* HOUTT. – НОВА ІНВАЗІЙНА ЗАГРОЗА ДЛЯ ЕКОСИСТЕМ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Москалик Галина**, к.б.н., доцент кафедри екології та біомоніторингу,

**Гелецький Павло**, здобувач третього рівня вищої освіти,  
*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна*

Інвазійні чужорідні види – одна з найбільших глобальних загроз для біорізноманіття (Food and Agriculture Organization..., 2019). Їх неконтрольоване поширення негативно впливає на аборигенні види та природні екосистеми, завдає суттєвих економічних втрат та шкоди здоров'ю людей. Види роду *Reynoutria* Houtt. – серйозна загроза для екосистем (Child, Wade, 2000; Tokarska–Guzik et al., 2017). Вони поширюються переважно за допомогою кореневищ, тому швидко формують нові зарості та захоплюють території, витісняючи місцеву флору; в органах рослин синтезуються біоактивні вторинні метаболіти,

окремі з яких проявляють алелопатичні властивості, що забезпечує високу конкурентну здатність (Baur et al., 2024).

Інвазійні види *R. japonica*, *R. sachalinensis* та їх гібрид *R. × bohemica* – це гемікриптофіти, мезофіти, геліофіти, кенофіти, епекофіти, які подолали Е-бар'єр (Токарюк та ін., 2018; Протопопова, Шевера, 2019), активно поширюються в багатьох країнах світу завдяки своїй здатності адаптуватися до різних умов середовищ (Marchetti et al., 2004; Абдулоєва та ін., 2009). Наприклад, *R. japonica* віднесена Міжнародним союзом охорони природи до 100 найнебезпечніших інвазійних видів у світі. За оцінками (Weston et al., 2005) щорічна шкода завдана цим видом у США становить до 35 мільярдів доларів, а у 2010 році Велика Британія витратила 165 мільйонів фунтів стерлінгів на боротьбу з ним (Robinson et al., 2016).

Нами проведено аналіз наявності інвазійних видів роду *Reynoutria* в Європі за базою NOBANIS, що дозволило описати вектор їх розповсюдження. З'ясовано, що захоплення нових територій починалося з другої половини XIX століття із Центральної Європи, з подальшим проникненням до Західної, Північної Європи та країн Балтії.

Поширення інвазійних видів на території України вивчали за базою даних UkrBIN. Так, *R. japonica* відмічена на території України у 10 областях: Львівській (42 повідомлення), Закарпатській (4), Київській, Івано-Франківській, Вінницькій і Хмельницькій (по 3), Житомирській, Чернігівській, Чернівецькій (по 2), Черкаській області (1). *R. sachalinensis* – у 13 областях: Волинській (5), Вінницькій, Львівській, Тернопільській (по 4), Київській (3), Закарпатській, Івано-Франківській, Рівненській, Чернівецькій (по 2), Дніпропетровській, Одеській, Черкаській, Чернігівській (по 1). *R. × bohemica* – у 13 областях: Київській (9), Закарпатській (5), Тернопільській (4), Волинській, Івано-Франківській (по 3), Вінницькій, Рівненській, Хмельницькій, Чернівецькій (по 2), Житомирській, Львівській, Черкаській, Чернігівській (по 1).

У Чернівецькій області підтверджено наявність *R. japonica* та *R. × bohemica* (Токарюк та ін., 2018). Вони поширені як у містах так і селах, на територіях прилеглих до доріг, вздовж парканів, на кладовищах, у лісосмугах та узбіччях (рис.).



Рис. Зарості *Reynoutria* sp. на кладовищі, вздовж дороги

Зарості цих видів знайдені в паркових зонах, на газонах, а також в інших урбанізованих місцях (Чернівці, Герца, Глибока, Сторожинець). Перші відомості про виявлення цих видів у Чернівецькій області датуються початком 2000-х років, що підтверджують їх поступове, але стійке розповсюдження в регіоні. На думку науковців (Данко та ін., 2024), для видів роду *Reynoutria* характерний змішаний тип просторового поширення.

Відмічають (Протопопова, Шевера, 2019), що для *R. japonica* характерний трансзональний тип ареалу. Вторинний ареал виду має «острівний характер, складається з декількох крупних осередків, які помалу з'єднуються між собою як за рахунок антропохорії, так і саморозселення». А головні міграційні шляхи спрямовані у північно-східному напрямку.

Оскільки превентивна боротьба з інвазійними видами майже не ведеться, то вчені, на основі проведеного моделювання, прогнозують значне розширення їх ареалів як у 2050, так і у 2100 рр. з імовірним значним поширенням у природоохоронних зонах Українських Карпат (Solomakha et al., 2012; Данко та ін., 2024).

Отже, інвазійні види роду *Reynoutria* захоплюють нові території, тому моніторинг за їх поширенням – актуальне завдання сьогодення.

## Список літератури

1. Абдулоєва, О. С., Шевчик, В. Л., Карпенко, Н. І. (2009). Інвазійні чужинні види вищих рослин у рослинних угрупованнях Канівського природного заповідника. *Заповідна справа в Україні*, 15(2), 31–36.
2. Данко, Ю., Войтків, А., Кобилецька М. (2024). Огляд поширення інвазійних видів рослин на території Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 93, С. 29–45. <https://doi.org/10.30970/vlubs.2024.93.04>
3. Протопопова, В. В., Шевера, М. В. (2019). Інвазійні види у флорі України. I. Група високо активних видів. *Geo & Bio*, 17, 116–135. <https://doi.org/10.15407/gb.2019.17.116>
4. Токарюк, А. І., Чорней, І. І., Буджак, В. В. та ін. (2018). *Інвазійні рослини в Буковинському Передкарпатті: монографія*. Чернівці: Друк Арт.
5. Baur, B., Baur, A., Stoll, P., & Rusterholz, H. P. (2024). Gastropod grazing on fresh and senescent leaves of non-native invasive plants *Reynoutria japonica* and *Impatiens glandulifera*. *Acta Oecologica*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2024.103995>
6. Child, L. E., & Wade, P. M. (2000). *The Japanese knotweed manual: the management and control of an invasive alien weed (Fallopia japonica)*. Liverpool University Press.
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture: FAO commission on genetic resources for food and agriculture assessments*.
8. Marchetti, M. P., Light, T., Moyle, P. B., & Viers, J. H. (2004). Fish invasions in California watersheds: testing hypotheses using landscape patterns. *Ecological Applications*, 14(5), 1507–1525. <https://doi.org/10.1890/03-5173>
9. Robinson, B. S., Inger, R., and Gaston, K. J. (2016). A Rose by Any Other Name: Plant Identification Knowledge & Socio-Demographics. *PLoS One*, 11(11), e0156572. <https://doi:10.1371/journal.pone.0156572>
10. Solomakha, V., Solomakha, T., Lakushenko, D. (2012). Synanthropic flora and vegetation of the National Nature Park «Hutsulshchyna» (Ukrainian Carpathians). *Thaiszia J. Bot.*, 22(2), 199–204.
11. Tokarska-Guzik, B., Fojcik, B., Bzdęga, K., Urbisz, A., Nowak, T., Pasierbiński, A., & Dajdok, Z. (2017). Inwazyjne gatunki z rodzaju rdestowiec *Reynoutria* spp. w Polsce-biologia, ekologia i metody zwalczania. Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego.
12. Weston, L. A., Barney, J. N., and DiTommaso, A. (2005). A Review of the Biology and Ecology of Three Invasive Perennials in New York State: Japanese Knotweed (*Polygonum cuspidatum*), Mugwort (*Artemisia vulgaris*) and Pale Swallow-Wort (*Vincetoxicum rossicum*). *Plant Soil*, 277, 53–69. <https://doi:10.1007/s11104-005-3102-x>

## ВПЛИВ АНІЛІНУ НА БЕЗХРЕБЕТНИХ: ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ БОЙОВИХ ДІЙ

**Рибалка Денис**, аспірант кафедри біорізноманіття та екології  
**Бригадиренко Віктор**, к.б.н., доцент кафедра біорізноманіття та екології

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,  
Україна*

Анілін – хімічна сполука з широким спектром використання в промисловості, зокрема у виробництві барвників, пластмас, вибухових речовин і лікарських засобів. У бойових зонах анілін потрапляє в довкілля внаслідок руйнування складів паливно мастильних матеріалів, вибухів хімічної інфраструктури та горіння органічних матеріалів. У таких умовах він накопичується у ґрунтах і водах, впливаючи на структуру угруповувань безхребетних [1].

Анілін легко всмоктується в організми та змінює їх метаболічні процеси. Ця сполука спричиняє генерацію вільних радикалів, порушує функціонування антиоксидантних систем і знижує вміст глутатіону [1]. Його метаболіти, зокрема 4-амінфенол, проявляють вищу токсичність, порівняно з вихідною сполукою. У результаті впливу відбувається пошкодження клітинних мембран, ДНК і порушення процесів поділу клітин [2].

*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 демонструє високу чутливість до аніліну. За концентрації 104 мг/кг кормового субстрату смертність личинок становила 66.7%. При цьому середня втрата маси досягала 1.73 мг/добу. За 52 мг/кг личинки цього виду жуків зменшували масу, а за 10.4 мг/кг – темпи зростання знижувалися у двічі порівняно з контролем. Ці результати свідчать про порушення основних фізіологічних процесів у комах під час дії навіть помірних концентрацій [3].

Паразит *Gregarina steini* Berthold, 1827 (*Aicomplexa gregarinida*) зберігає чисельність у кишечнику *T. molitor* незалежно від концентрації аніліну. Дослідники не зафіксували жодного достовірного зменшення кількості трофозоїтів; навіть за максимального токсичного навантаження. Симбіонт продовжує функціонувати, попри погіршення фізіологічного стану організму-господаря [3].

Анілін змінює структуру симбіотичних взаємодій [3]. Він пригнічує зростання маси тіла *T. molitor*, не знижуючи активність паразита (*G. steini*). Така “асиметрія” в реакціях на хімічний полютант спричиняє зміни у багаторівневих трофічних системах. У природних умовах це може послабити здатність господаря до виживання, підтримуючи при цьому життєздатність паразита.

Анілін – ксенобіотик, що впливає на господаря без порушення паразитарного навантаження. Подальші дослідження мають оцінити, як така вибіркова токсичність змінює стійкість екосистем. Параметри хімічного забруднення визначаються висотою детонації, температурою горіння, вологістю середовища, складом пального, матеріалами корпусів ракет і пропілентів. У контексті війни важливо враховувати не лише безпосередній вплив токсиканта на господаря, а й опосередкований вплив на симбіотичні зв'язки між господарем і паразитом.

#### Список літератури

1. Brennan, R.J., & Schiestl, R.H. (1997). Aniline and its metabolites generate free radicals in yeast. *Mutagenesis*, 12(3), 215–220. <https://doi.org/10.1093/mutage/12.3.215>
2. Mohammed, M., Mekala, P., Chintalapati, S., & Ramana, C. (2019). New insights into aniline toxicity: Aniline exposure triggers envelope stress and extracellular polymeric substance formation in *Rubrivivax benzoatilyticus* JA2. *Journal of Hazardous Materials*, 373, 150–161. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.03.059>
3. Rybalka, D., & Brygadyrenko, V. (2025). Effects of toxic organic compounds on *Tenebrio molitor* and its parasite *Gregarina steini*. *Biology*, 14(5), 453. <https://doi.org/10.3390/biology14050453>

## **АНАЛІЗ ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ САДОВОГО АГРОЦЕНОЗУ**

**Ситнікова Ірина**, к.б.н., доцент

**Круліковський Антон**, здобувач першого рівня освіти

*Чернівецький національний університет*

*імені Юрія Федьковича, Україна*

Біорізноманіття – фундаментальна основа екосистемних послуг, оскільки саме різноманіття видів забезпечує стабільність екологічних процесів і стійкість природних та аграрних систем. Втрата видового різноманіття призводить до зниження якості та

надійності цих послуг, що безпосередньо впливає на добробут людини та продовольчу безпеку (Безлатня та ін., 2024). Тому збереження біорізноманіття слід розглядати як стратегічний пріоритет сталого розвитку, який поєднує екологічні, економічні та соціальні аспекти.

Фіторізноманіття трав'яного покриву садів, який часто представлений сукупністю бур'янів, – важливий чинник екологічної стабільності агроценозу. Воно підтримує існування запилювачів та ентомофагів, які забезпечують урожайність культур і природний контроль шкідників, що знижує потребу у хімічному захисті та пов'язані екологічні ризики (Dainese et al., 2019).

Збереження видового різноманіття рослин в агроценозах є основою сталого сільського господарства. Аналіз флористичного складу садових агроценозів дозволяє оцінити їх екологічний стан і розробити збалансовані стратегії управління (Potts et al., 2016). Тому вивчення фітоценозів яблуневих садів – важливий напрям агроекологічних досліджень.

Нами досліджено фітоценоз трав'яного покриву яблуневого саду, розташованого в околицях села Червона Діброва Чернівецького району Чернівецької області. Дослідження проводилися в межах міжнародного проекту «RestPoll: Відновлення середовищ існування запилювачів у європейських агроландшафтах на основі мультипартисипативного підходу», який реалізується на кафедрі екології та біомоніторингу. Здійснено флористичні описи трав'яного фітоценозу протягом літньо-осіннього періоду 2024 року в три етапи: червень (20.05.2024), липень (22.07.2024) та вересень (04.09.2024). Це дозволило зафіксувати різні аспекти розвитку трав'яного покриву протягом вегетаційного сезону. Дослідження видового складу та структури фітоценозу проводили з використанням загальноприйнятих геоботанічних методів. Польові роботи включали закладання трьох трансект довжиною 150 м, шириною 2 м кожна, що репрезентативно охоплювали територію саду. У межах кожної трансекти виділяли три підтрансекти по 50 м кожна, де здійснювали повний опис видового складу судинних рослин трав'янистого ярусу на шести облікових ділянках площею 1 м<sup>2</sup> (рис. 1).

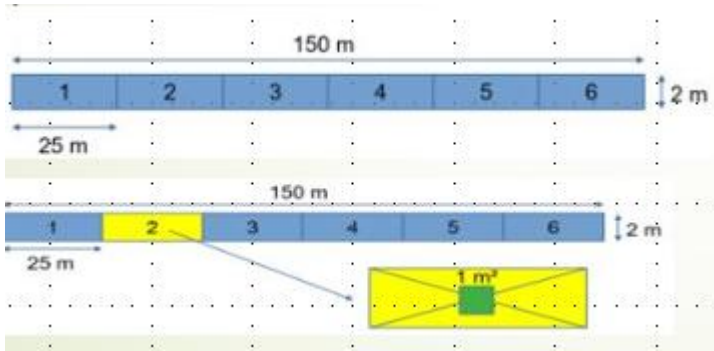


Рис. 1. Схема розміщення дослідної ділянки на трансекті

За результатами обстеження виявлено 57 видів судинних рослин, які належать до відділу Magnoliophyta, що вказує на типовий склад трав'яних видів для помірних широт. Досліджені види представляють два класи, 16 порядків, 20 родин та 51 рід.

Найбільшим видовим багатством характеризується порядок Asterales, який налічує 19 видів (33,3% від загальної кількості видів) (рис. 2). Таке домінування – типове для ценозів помірної зони, особливо для територій, що зазнають антропогенного впливу, оскільки багато представників цього порядку демонструють високу конкурентоспроможність та ефективні механізми поширення. Порядок Poales, до якого входять переважно злакові трави, представлений 8 видами (14,0%). Важливу роль відіграють порядки Lamiales, Caryophyllales та Fabales, до кожного з яких належить по 5 видів (по 8,8%). Порядок Rosales представлений 3 видами (5,3%), порядки Gentianales та Oxalidales – по 2 види кожен (3,5%). Решта 8 порядків (Brassicales, Solanales, Apiales, Myrtales, Geraniales, Malpighiales, Boraginales, Ranunculales) – моновидові, що становить лише 1,8% від загального видового складу.

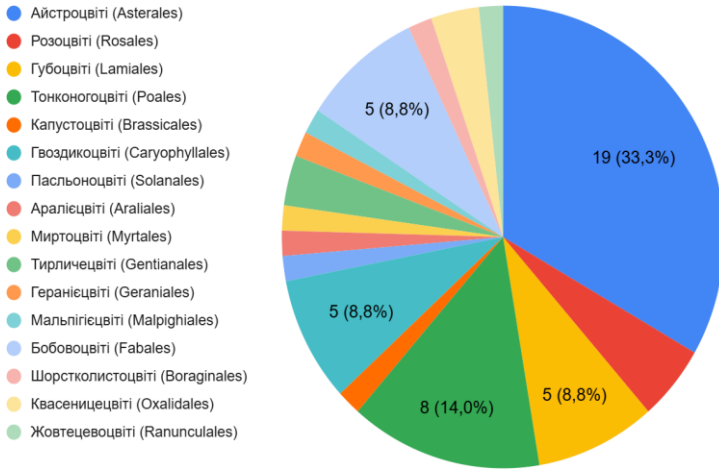


Рис. 2. Спектр порядків, до яких належать види фітоценозу саду

Найчисленніша родина Asteraceae, яка включає 19 видів (33,3 %) (рис. 3). Ця родина відома своєю екологічною пластичністю та великою кількістю синантропних видів. Другою за кількістю видів – Rosaceae (8 видів, 14 %), представники якої складають основу трав'яного покриву багатьох екосистем. Третє місце посідає родина Fabaceae (5 видів, 8,8 %), види якої є важливими компонентами лучних фітоценозів та здатні до азотфіксації. Родини Polygonaceae та Plantaginaceae мають по 3 види (по 5,3%). Ці п'ять провідних родин разом охоплюють 66,7 % видового складу садової флори, що підкреслює їхню ключову роль у формуванні фітоценозу. Чотири родини – Rosaceae, Lamiales, Geraniales та Oxalidales представлені по 2 види (3,5%). Більшість родин (11 з 20, або 55%) малочисельні та містять лише один вид. Така структура спектру родин, з вираженим домінуванням кількох родин та великою кількістю малочисельних родин, також типова для агрофітоценозів та інших антропогенно порушених територій.

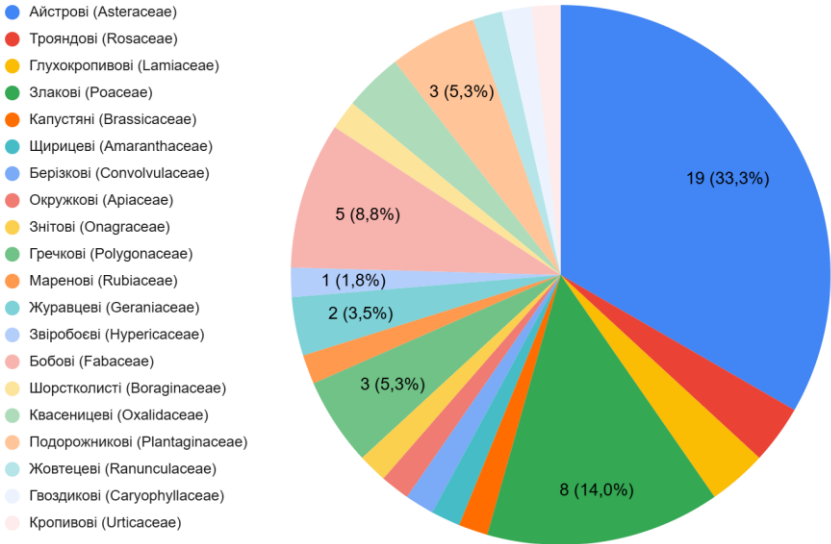


Рис. 3. Спектр родин, до яких належать види фітоценозу саду

На рівні родів спостерігається більш рівномірний розподіл видів порівняно з родинами та порядками.

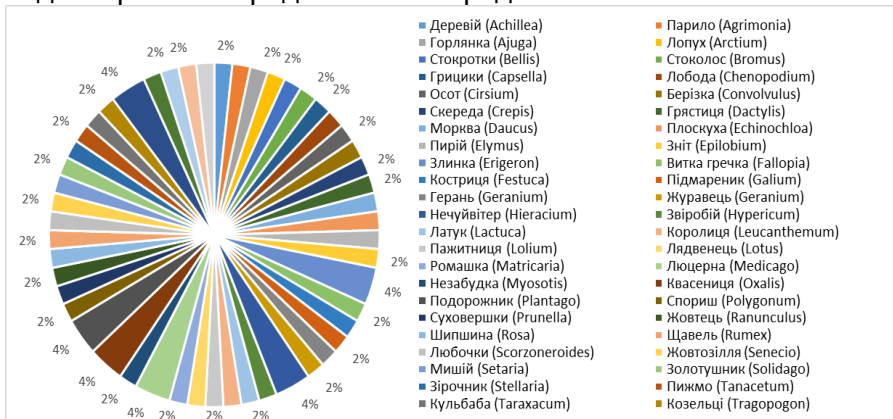


Рис. 4. Спектр родів, до яких належать види фітоценозу саду

Більшість (45 родів, 88,2 % від загальної кількості родів) представлені одним видом, 6 родів (11,8 %) мають по два види кожен (наприклад, *Trifolium*, *Geranium*, *Plantago*). Це свідчить про відносно високий рівень родового різноманіття порівняно з видовим.

Таксономічний аналіз трав'яного фітоценозу яблуневого саду представлений у таблиці.

Таблиця

Таксономічний аналіз трав'яного фітоценозу яблуневого саду

Кількість			Флористичні пропорції (родина:рід:вид)	Родовий коефіцієнт
родин	родів	видів		
20	51	57	1 : 2,6 : 2,9	1,1

Показано, що флористичні пропорції становлять 1:2,6:2,9, що відображає співвідношення між кількістю родин, родів та видів у досліджуваному фітоценозі. Родовий коефіцієнт становить 1,1, що вказує на низький рівень видової насиченості родів. Такий показник характерний для антропогенно трансформованих екосистем і свідчить про те, що більшість родів представлені лише одним видом, що є наслідком спрямованого відбору рослинних угруповань внаслідок агротехнічних заходів догляду за садом.

## Список літератури

1. Безлатня, Л. О., Матківський, М. П., Лозінська, Т. П. (2024). Біорізноманіття як основа екосистемних послуг: оцінка, збереження та відновлення. *Таверійський науковий вісник*, 135 (1), 12–19. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.2>
2. Dainese, M., Martin, E. A., Aizen, M. A. et al. (2019). A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances*, 5 (10). DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0121>
3. Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T. et al. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540, 220–229. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature20588>.

**АНАЛІЗ РІЗНОМАНІТТЯ МЕДОНОСНИХ РОСЛИН  
НАЦІОНАЛЬНИХ ПРИРОДНИХ ПАРКІВ  
БУКОВИНИ**

**Ситнікова Ірина**, к.б.н., доцент

**Пентюк Яна**, здобувач другого рівня освіти

*Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна*

Збереження та відновлення біорізноманіття екосистем розглядається як необхідна умова забезпечення сталого розвитку галузі бджільництва та підтримання популяцій *Apis mellifera* L., 1758 і диких видів запилювачів.

Медоносна флора України представлена близько 900 видами рослин, які слугують джерелом нектару для бджіл. Провідне місце серед медоносних рослин займають трав'янисті види (70,2 %), тоді як дерева (16,1 %), кущі (10,7 %) та напівкущі з ліанами (3 %) відіграють допоміжну роль у формуванні нектарної бази (цит. за Вербельчук та ін., 2021).

Національні природні парки відіграють ключову роль у збереженні біорізноманіття, оскільки забезпечують охорону цінних природних комплексів, виконують функцію осередків підтримання екологічної рівноваги і сприяють відновленню деградованих ландшафтів.

На території Чернівецької області розташовані три національних природних парки (НПП) – «Вижницький», «Черемоський» та «Хотинський».

НПП «Вижницький» розташований в адміністративних межах Вижницького району Чернівецької області, загальна площа становить 11238,0 га. Згідно з фізико-географічним районуванням України НПП розташований у південній частині Зовнішньокарпатської області, в межиріччі Черемошу і Сірету та частково в Передкарпатській височинній області. Рельєф парку переважно середньогірний, з висотами від 400 до понад 1200 м н.р.м. Клімат помірно континентальний: середньорічна температура становить близько +7 °С, зима помірно холодна зі стійким сніговим покривом, літо прохолодне й вологе. Річна кількість опадів коливається від 700 до 900 мм, що створює сприятливі умови для формування багатих лісових екосистем.

Територія НПП належить до зони букових і ялицево-букових лісів (Заповідні перлини..., 2017).

НПП «Черемоський», загальною площею 7117,5 га, розташований в адміністративних межах Вижницького району Чернівецької області в найбільш віддаленому і важкодоступному регіоні Буковини. Територія складається з основного масиву, який розташований у витоках Білого Черемошу та п'яти відокремлених ділянок. Переважна частина території, згідно з фізико-географічним районуванням України, знаходиться у межах Рахівсько-Чивчинської та Полонинсько-Чорногірської областей Українських Карпат, дві з окремих ділянок – у Зовнішньокарпатській області. Територія парку розміщена в діапазоні висот 940-1574 м н.р.м. Кліматичні умови досить суворі, за характером атмосферної циркуляції територія знаходиться під переважаючим впливом атлантичних і трансформованих континентальних повітряних мас. Середньорічна температура становить близько +6 °С, січнева температура коливається від –6 °С до –8 °С, липнева — від +17 °С до +19 °С. Річна кількість опадів становить близько 850 мм, з яких близько 300 мм випадає у вигляді снігу. Сніговий покрив встановлюється в середині листопада і тримається до початку квітня, а на вершинах може зберігатися до середини травня. Ліси займають 90 % території парку, серед яких домінують ялинові (Заповідні перлини..., 2017).

НПП «Хотинський» територіально знаходиться у південній частині Чернівецької області, в адміністративних межах Дністровського району, загальна площа – 9446,1 га. Національний парк простягнувся вздовж р. Дністер на 180 км, особливість територіальної структури – 40 % (3784,1 га) площі парку суходільні, а 60 % (5662 га) – водне плесо (водосховище) р. Дністер. Згідно фізико-географічного районування України територія НПП «Хотинський» розташована в межах Прут-Дністровської височинної області Західноукраїнського краю – лісової вологої теплої зони (Заповідні перлини..., 2017). Клімат на території парку помірно континентальний, з м'якою зимою та теплим літом. Середньорічна температура повітря становить близько +8 °С. Січнева температура коливається від –4 °С до –6 °С, липнева — від +18 °С до +20 °С. Річна кількість опадів

варіюється від 650 до 750 мм, з більшою кількістю опадів у літній період.

Проаналізовано таксономічне різноманіття трав'янистих медоносних рослин зазначених НПП (табл.).

Таблиця

Таксономічний аналіз трав'янистих медоносних рослин досліджених НПП

Кількість				Флористичні пропорції (родина:рід:вид)	Родовий коефіцієнт
порядків	родин	родів	видів		
НПП «Вижницький»					
14	29	99	142	1:3,4:4,9	1,4
НПП «Черемоський»					
17	27	64	78	1:2,4:2,9	1,2
НПП «Хотинський»					
31	37	120	179	1:3,2:4,8	1,5

Показано, що в НПП «Вижницький» зростає 142 види медоносних трав'янистих рослин, які належать до 99 родів, 29 родин та 14 порядків. У НПП «Черемоський» виявлено 78 видів трав'янистих медоносів, що входять до 64 родів, 27 родин і 17 порядків. На території НПП «Хотинський» зростає 179 видів трав'янистих медоносних рослин, які об'єднують 120 родів, 37 родин і 31 порядок.

Флористичні пропорції для фітоценозів медоносів НПП «Вижницький» і «Хотинський» вищі, ніж у фітоценозі НПП «Черемоський». Також, ці фітоценози характеризуються вищими родовими коефіцієнтами (1,4 і 1,5 відповідно) порівняно з фітоценозом НПП «Черемоський» (1,2).

Отже, найменшим таксономічним різноманіттям характеризується фітоценоз медоносних трав'янистих рослин НПП «Черемоський», що, ймовірно, пов'язано з меншою площею даного природного парку та суворішими кліматичними та складнішими фізико-географічними умовами.

## Список літератури

1. Вербельчук, Т. В., П'ясківський, В. М., Вербельчук, С. П., Гавриловський, В. П. (2021). Обґрунтування використання лісового медозбору у формуванні імунітету бджіл. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*, 2 (45), 68–76.
2. Заповідні перлини Буковини (2017). Ред. : І. І. Чорней, В. П. Коржик, І. В. Скільський, М. В. Білоконь, М. М. Аврам. Чернівці: Друк Арт.

## **ВИВЧЕННЯ ОСЕЛИЩ РІДКІСНОЇ ФЛОРИ, ЯК ОСЕРЕДКІВ ПРИВАБЛЕННЯ КОМАХ – ЗАПИЛЮВАЧІВ В НПП «ХОТИНСЬКИЙ»**

**Жанна Стороженко**, науковий співробітник  
*Національний природний парк «Хотинський»*

За геоботанічним районуванням України (Шеляг-Сосонко, 1977) НПП «Хотинський» розташований в межах трьох геоботанічних районів: Хотинського, Новоселицько-Кельменецького та Сокирянського і охоплює їх північні частини. Хотинський геоботанічний район букових, дубово-грабових і дубових лісів, розташований у крайній південно-східній частині Кременецько-Хотинського округу Західноукраїнської підпровінції Східноєвропейської провінції Європейської широколистянолісової області, який орографічно відповідає Хотинській височині. На північному заході по р. Дністер він прилягає до Тлумацько-Заставнівського району Західноподільського округу Подільсько-Середньопридніпровської підпровінції Східноєвропейської провінції Європейсько-Сибірської лісостепової області. Хотинський район характеризується серед інших районів округу високим відсотком площ, зайнятих природною рослинністю, чому в певній мірі сприяли поширені тут непридатні для розорювання крутосхили. У більшості випадків вони, як і вершини горбів, зайняті буковими, дубово-буковими, грабово-буковими, дубово-грабовими, дубовими та їх похідними грабовими лісами. (Коржик В.П., 2015)

Наразі дослідження таксономічного складу флори НПП «Хотинський» ще не завершено. На кінець 2024 року флора парку налічує: дводольні – 635, однодольні – 148, голонасінні – 4, папоротеподібні – 10, хвощеподібні та плауноподібні – 5, мохоподібні -58 видів. Загалом загальна кількість видів (судинні, несудинні) – 862. (Літопис,2018, 2023)

Найбільша увага зі сторони наукових досліджень приділяється рідкісним видам та їх оселищам, які є дуже важливим у збереженні комах- запилювачів. Впродовж року науковцями НПП «Хотинський» здійснено ряд важливих науково – дослідних робіт задля покращення оселищ рідкісних видів флори, зокрема ефективний менеджмент популяцій і коректне оцінювання їх флористичних елементів, а також динаміки їх чисельності. Вдосконалювались методи обліку, проведення моніторингових досліджень для отримання даних щодо статевовікової структури, а також особливостей життєвого циклу в умовах можливої (для майбутнього) антропогенної трансформації довкілля.

Впродовж року проводилися експедиційні виїзди з метою дослідження стану популяції *Galanthus nivalis* L., *Lilium martagon* L., *Adonis vernalis* L., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill згідно розроблених менеджмент – планів відділу.

Згідно розроблених менеджмент планів здійснено:

- оцінку найважливіших факторів загрози для існування конкретного виду;
- аналіз популяцій (вікова структура, щільність);
- біотопічно продиференційовано оселища видів;
- здійснено картографічний матеріал та проведено обліки знахідок видів. (Літопис,2023)

На кінець 2024 року видовий склад рідкісних видів склав: *Aconitum besserianum* Andr. Ex Trautv., *Adonis vernalis* L. *Allium obliquum* L., *Allium ursinum* L, *Astragalus monspessulanus* L., *Bulbocodium versicolor* (Ker Gawl.) Spreng., *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce. *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch, *Cephalanthera rubra* (L.) Rich., *Chamaecytisus albus* (Hacq.) Rothm., *Ch. rochelii* (Wierzb.) Rothm, *Crocus heuffelianus* Herb., *Dictamnus albus* L., *Epipactis helleborine* (L.) Grantz., *Epipactis purpurata* Smith, *Fritillaria montana* Hoppe, *Galanthus nivalis* L., *Iris hungarica* Waldst. &

*Kit., Lathyrus venetus (Mill.) Wohlf , Lilium martagon L., Linum basarabicum (Sävul. & Rayss) Klokov ex Juz., Listera ovata (L.) R.Br., Lunaria rediviva L., Neottia nidus-avis (L.) Rich., Platanthera bifolia (L.) Rich., Pulsatilla grandis Wender., Pulsatilla pratensis (L.) Mill., Rhamnus tinctoria Waldst. & Kit., Schivereckia podolica (Besser) Andr. ex DC, Scopolia carniolica Jacq., Scutellaria verna Besser, Sorbus torminalis (L.) Crantz, Spiraea media F.Schmidt subsp. polonica (Błocki) Pawł, Staphylea pinnata L., Stipa capillata L., Stipa pennata L., Stipa pulcherrima K. Koch, Thalictrum foetidum L., Iris hungarica, Alleniella besseri, Conardia compact.*

Поряд із рідкісними видами в деяких місцях встановлено будинки (готелі) для комах – запилювачів, з метою вивчення їх видового складу та екологічних особливостей в межах НПП «Хотинський».(Літопис, 2023)

На основі досліджень хочеться зробити певні висновки, що оселища рідкісних видів якихось негативних змін не несуть. Популяції видів міцні, стабільні та щільні, хоча щорічний менеджмент території потрібний, а саме облік місць зростання з описом типу біотопу, зменшення негативних чинників з боку людини, помірне викошування трави після цвітіння та утворення насіння, а також забезпечення освітленістю територій зростання (знищення чагарників за потреби).



Рис.1. Виготовлений власноруч будиночок для комах



Рис. 2 Шафран Гейфеля



Рис.3 Сон чорніючий



Рис 4 Горіцвіт весняний

Список літератури

1. Літопис природи 2018 рік.//Книга 6, м. Хотин 2019
2. Літопис природи 2023 рік.// Книга 10, м. Хотин 2024
3. Коржик В.П., Токарюк А.І., Чорней І.І., Скільський І.В., Буджак В.В.. Удосконалена схема фізико-географічного районування Чернівецької області та деякі ботаніко-зоологічні особливості виділених хоріонів // Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень. Матеріали Другої міжнародної науково-практичної конференції 2015

## **ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ СМУГ ТРАВ'ЯНОГО ДИКОРОСТУ ЯК ДЕТЕРМІНАНТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ДИКИХ ЗАПИЛЮВАЧІВ**

**Филипчук Тетяна**, к.б.н., доцент

**Москалик Галина**, к.б.н., доцент

**Ситнікова Ірина**, к.б.н., доцент

*Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна*

Межі сільськогосподарських угідь з постійним рослинним покривом – ключове середовище для підтримання біорізноманіття агроландшафту. Впровадження багаторічної рослинності може надавати важливі екосистемні послуги, такі як запилення сільськогосподарських культур, контроль популяцій шкідників, захист ґрунту від ерозії та запобігання зменшенню видового багатства агроекосистем, що може покращити їх функціонування та стійкість (Damar et al., 2025).

Мета роботи – оцінити фіторізноманіття межових смуг трав'яного дикоросту в агроландшафті як детермінанту збереження запилювачів.

Робота виконувалася у межах завдань Міжнародного гранту HORIZON Europe «RestPoll», із використанням колективно напрацьованих методів. Польові дослідження проведено на території біологічної польової станції «Жучка» Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, розташованої в м. Чернівці Чернівецької області. Для оцінки фіторізноманіття обрали три межові смуги (трансекти) з природною трав'яною рослинністю з різними прилеглими

агросистемами: трансекта 1 межувала з монокультурою сої (*Glycine max* (L.) Merrill) з обох боків, трансекта 2 – з одного боку з посівами сої, з іншого – кукурудзи (*Zea mays* L.), трансекта 3 – з одного боку з посівами сої, з іншого – з некерованим полем із дикорослими травами. Польові дослідження проводили у два етапи у травні та липні 2024 року, що відповідало весняному та літньому пікам цвітіння.

Проаналізувавши *систематичну структуру* смуг трав'яного дикоросту виявлено 98 видів, які відносяться до відділів Magnoliophyta та Polypodiophyta, класів – Magnoliopsida, Liliopsida та Polypodiopsida, 19 порядків, 26 родин та 74 родів. Основу фіторізноманіття досліджуваної природної рослинності складають Magnoliophyta, 99,0 % видів, в тому числі Magnoliopsida – 84,5 %, Liliopsida – 15,5 %.

Аналізуючи *таксономічну структуру* трав'яного дикоросту нами використано флористичні пропорції, які відображають ступінь видового та родового різноманіття у родинях. Середня кількість видів в роді (родовий коефіцієнт) – 1,36. Середнє видове багатство на одну родину – 4,0, що у порівнянні із показником по Україні (28 видів) у 7 разів менше.

Для характеристики флори будь-яких територій використовують флористичний спектр, який ранжує перші десять родин за кількістю видів. Згідно наших даних, у досліджених смугах десять провідних родин включають 56 родів (75,7 %) та 77 видів (78,6 %). Найбагатші за кількістю видів – перші три родини: Asteraceae – 17,3 %, Poaceae та Fabaceae – по 14,3 % видів, що характерно для флори Палеоарктики.

З метою з'ясування привабливості смуг трав'яного дикоросту для запилювачів нами здійснено аналіз квітучих на момент спостереження видів за *типом запилення*. З'ясовано, що на момент флористичного опису досліджуваних смуг 85 видів (87 % від загальної кількості) перебували у фазі цвітіння. З них 28 % квітнули у травні, 47 % – у липні і 25 % – мали тривалий період цвітіння з травня по липень. Це вказує на безперервну доступність квіткових ресурсів упродовж активного сезону життєдіяльності запилювачів.

Серед виявлених видів квітучих рослин 73 % належали до комахозапильних (69 % – облігатні ентомофіли, 31 % – факультативні). Отже, за типом запилення досліджувані смуги привабливі для комах-запилювачів.

Квітучі види проаналізували на наявність інвазійних для Буковинського Передкарпаття (Інвазійні види ..., 2018). З'ясовано, що з 85 квітучих видів майже 1/6 частина інвазійні, причому половина з них належать до родини Asteraceae. У травні квітнули лише 2 інвазійних види, у липні – 10, і тривало цвіли з травня по липень – 2 види: *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. та *Erigeron annuus* (L.) Pers.

Відмічено, що 86 % квітучих інвазійних видів – привабливі для комах-запилювачів. Взаємодія між квітучими інвазійними видами та їх запилювачами мало досліджена. Науковці (Seitz et al., 2020) з штату Меріленд (США) протягом двох років реєстрували запилювачів на двох ділянках, з яких одна – засіяна аборигенними ентомофільними рослинами, а інша – інвазійними видами. Автори продемонстрували значну різницю в загальному складі угруповань диких бджіл між досліджуваними ділянками. Зокрема, 11 видів бджіл були знайдені виключно на аборигенних видах рослин, а 23 види бджіл – виключно на інвазійних видах. Аборигенні рослини мали більш спеціалізовані мережі відвідування диких бджіл, ніж інвазійні. Тобто інвазійні види можуть бути корисними для місцевих запилювачів, проте створюють ризики для їх харчування і змінюють біорізноманіття запилювачів, реорганізують мережу запилення та можуть поширювати вірулентні захворювання.

Отже, основу фіторізноманіття трав'яного дикоросту складають 98 видів, які належать переважно до трьох провідних родин. Виявлено високу частку квітучих видів (87 %) з піком цвітіння у липні та домінування комахозапильних видів – (73 %), що свідчить про значний потенціал смуг дикоросту як джерела кормової бази для запилювачів. Проте цвітіння інвазійних видів у літній період становить потенційну загрозу для аборигенної флори та стабільності мережі запилення, оскільки спричиняють трофічні дисбаланси.

Список літератури

1. Damar, H., Vaillancourt, M., Bourgeois, B., & Poulin, M. (2025). Establishing perennial strips in a cultivated floodplain for habitat restoration: monitoring over 4 years and success drivers. *Restoration Ecology*. 33(1). e14302.
2. Інвазійні рослини в Буковинському Передкарпатті: монографія / А. І. Токарюк, І. І. Чорней, В. В. Буджак, В. В. Протопопова, М. В. Шевера, К. В. Коржан, О. Д. Волуца; наук. ред. І. І. Чорней. Чернівці : Друк Арт, 2018. 176 с.
3. Seitz, N., Vanengelsdorp, 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). P. 12838-12850.

**ДОСЛІДЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЧЕРЕЗ ПРОЄКТНУ  
ДІЯЛЬНІСТЬ ВИХОВАНЦІВ ЗАКЛАДУ ПОЗАШКІЛЬНОЇ  
ЕКОЛОГО-НАТУРАЛІСТИЧНОЇ ОСВІТИ**

**Хлус Лариса**, к.б.н., доцент, **Кузьмінська Валентина**  
*КЗ «Чернівецький обласний центр еколого-натуралістичної  
творчості учнівської молоді», Україна*

Серед значної кількості біологічних видів, які визначають продуктивність і гомеостаз як природних екосистем, так і агроценозів, найбільшим біорізноманіттям характеризується ентомофауна. В Україні на кінець минулого століття було описано понад 25 тис. видів комах (Мостов'як, Мостов'як, 2021). Їх роль у функціонуванні екосистем та сільськогосподарському виробництві спричинила численні наукові дослідження групи (Caripena, 2008). Вирішальну роль у підтриманні біорізноманіття та сталому розвитку сільського господарства відіграють комахи-запилювачі. Запилення рослин – одна з найбільш значимих екосистемних послуг, від якої залежить продовольча безпека людства. Комахи-запилювачі підтримують відтворення близько 88 % квіткових рослин світу і 76 % провідних світових продовольчих культур. Оцінений економічний ефект запилення для економіки України у 2018 р. склав 862,4 млн доларів.

Загальна чисельність комах щороку зменшується на 2,5 %, а в останні роки цей показник сягає 40 %. В Європі під загрозою повного зникнення перебувають 9 % видів диких бджіл і 7 % видів метеликів (Кулинич, 2021). Основною причиною

вимирання комах вважають інтенсивний розвиток сільського господарства, що призводить до збільшення тиску на природні біотопи (Мостов'як, Мостов'як, 2021). Стан настільки тривожний, що в 2018 році ЮНЕП ухвалила спеціальні рекомендації для всіх урядів та організацій щодо збереження і використання запилювачів як обов'язкову умову збереження біорізноманіття на планеті (Кулинич, 2021). Для глобального вирішення проблеми потрібні міждержавні науково-практичні програми зі стратегічним фінансуванням, передусім на моніторингові дослідження видового складу комах, оцінки їхньої чисельності та динаміки.

Змінити ставлення до природи, зупинити екологічне лихо, в найближчій перспективі мають сьогоднішні діти – майбутні вчені, дослідники, журналісти, природоохоронці тощо. Надзвичайної актуальності нині набувають питання екологічного виховання підростаючого покоління і вирішувати їх – завдання сучасних закладів освіти, насамперед – позашкільної.

Невід'ємною складовою екологічного виховання є практико-орієнтована проектна робота, яка передбачає інтеграцію та безпосереднє застосування знань та вмінь, спрямованих на набуття особистісного досвіду, створює умови для творчої самореалізації юних дослідників, сприяє розвитку їх інтелектуальних здібностей, самостійності, відповідальності, уміння планувати, приймати рішення, оцінювати результати.

Серед великого різноманіття проектів чільне місце, на нашу думку, посідають дослідницькі; робота над ними сприяє розвитку пізнавальних, творчих навичок, умінь аналітично мислити, орієнтуватися в інформаційному просторі. Виконання таких проектів широко застосовується у поточній роботі педагогів Чернівецького ОЦЕНТУМ. Пропонуємо розробку дослідницького проекту «Кількісний облік бджолиних – запилювачів плодкових дерев» успішно апробованого нами в умовах як очного, так і дистанційного навчання.

### **Дослідницький проект «Кількісний облік бджолиних – запилювачів плодкових дерев»**

Організації безпосередньої роботи над проектом повинен передувати підготовчий етап, тривалість і змістовне наповнення якого значною мірою залежать від знань, умінь та навичок,

набутих вихованцям в процесі гурткових занять. В рамках підготовчого етапу виокремлюємо теоретичну та практичну складові.

**Теоретичний мінімум** передбачає: ознайомлення (актуалізацію) знань юннатів з феноменом перехресного запилення. Необхідно ввести поняття: *анемофілія, ентомофілія, орнітофілія, зоофілія, запилювачі, антофілія*; огляд пристосувань, що виробились в процесі коеволуції ентомофільних рослин і комах-запилювачів; ввести поняття *ентомофільної спеціалізації*; характеристику комплексу пристосувань *Anthophila* до живлення пилком і нектаром; порівняльну характеристику біології *суспільних*, та *одиначних* видів із виокремленням харчової спеціалізації (поняття: *поліфаги, олігофаги, монофаги*); ознайомлення з класифікацією С. Robertson (поняття: *полілектичні, оліголектичні та монолектичні* види, *широкі та вузькі полілекти, широкі та вузькі оліголекти*; індивідуальна та часова оліго- і монолектичність); ознайомлення з видовим складом та особливостями біології поширених у лісовій та лісостеповій зонах України родин бджолиних; огляд комах-запилювачів інших таксономічних груп.

**Практичний мінімум** передбачає: набуття навичок визначення комах-запилювачів за визначниками та у природі; ознайомлення з польовими методами визначення висоти дерев; виготовлення саморобних приладів для визначення висоти дерев (клінометра, висотоміра-екліметра тощо).

#### **Інструкція по виконанню проекту.**

Представники родини Розових Rosaceae: яблуня (*Malus sylvestris* Mill.), груша (*Pyrus communis* L.), шипшина (*Rosa canina* L.), горобина (*Sorbus aucuparia* L.), вишня (*Cerasus avium* (L.) Moench), черемха звичайна (*Padus avium* Mill.), з відкритим і доступним для запилювачів типом квіток – надзвичайно привабливі для комах-запилювачів. Предметом дослідження можуть бути як культурні дерева й кущі, так і дикорослі: горобина, черемха, терен, глід тощо.

*Покрокова методика проведення незвиснажливого (без відлову комах) кількісного обліку запилювачів:*

1. Обрати квітуче плодове дерево (чи декілька дерев);

2. Зробити короткий опис кожного дерева та ділянки, на якій воно зростає, зауваживши: вид, сорт (якщо відомо); вік (якщо відомості відсутні, визначити практично); місце зростання (біотоп); які деревні рослини зростають навколо, та в якій фенофазі перебувають (вже відцвіли / цвітуть / ще не зацвіли); які чагарникові рослини зростають навколо та в якій фенофазі перебувають; які трав'янисті рослини зростають навколо та в якій фенофазі перебувають.

Якщо обране дерево невелике (з відстані 1,5-2 м його видно повністю), обліковують відвідування запилювачів на усьому дереві. Його фотографують, визначають висоту ( $h_1$ ), висоту стовбура від землі до першої гілки ( $h_2$ ), проєкцію крони на землі (площу під кроною –  $S$ ) та відстань від стовбура до умовної окружності, що окреслює проєкцію крони ( $r$ ); розраховують умовний об'єм крони за формулою об'єму циліндра:

$$V=S(h_1 - h_2) \quad \text{або} \quad V=\pi r^2(h_1 - h_2)$$

Якщо дерево велике, обирають гілку, зручну для спостережень; фотографують її, визначають, на якій висоті від землі вона розміщена, її довжину, площу проєкції на землі та приблизний об'єм (окомірно).

3. Обрати зручний для обліку час (не менше 2-х астрономічних годин у першій та другій половині дня), враховуючи експозицію місця зростання дерева. Обліки проводять по 15 хвилин поспіль упродовж кожної години.

Перед початком кількісних обліків спостерігають, які саме запилювачі відвідують обране дерево та при підготовці таблиці для обліку зробити рядки (групи обліку) згідно можливостей польового визначення (табл. 1). Обліки найкраще проводити у тихий сонячний день; перед початком спостережень зазначають показники температури, хмарності, напрямку і силу вітру. Для отримання репрезентативних результатів на кожному дереві обліки проводять декілька разів. Обліковують усіх комах, які відвідали дерево; кожну особину враховують 1 раз (незалежно від того, скільки квіток вона відвідала). Дані заносять до таблиці (окремої для кожного періоду спостережень). Якщо комах обліковують на кількох деревах одного виду, кожному надають унікальний шифр, який вказують у назві таблиці (Яблуня-1).

Облік запилювачів на яблуні-1: Дата (П.І.Б. спостерігача)

Облікові групи	Термін обліку		
	10 <sup>00</sup> – 10 <sup>15</sup>	11 <sup>00</sup> – 11 <sup>15</sup>	12 <sup>00</sup> – 12 <sup>15</sup>
Бджола медоносна			
Інші бджоли			
Джмелі			
Оси			
Інші комахи			

У проміжку між обліками додатково підраховують: скільки квіток відвідує одна бджола за 5/15 хвилин (в залежності від інтенсивності льоту), один джміль за такий же проміжок часу та обчислюють, скільки квіток відвідує кожен з видів за один день.

Після закінчення обліку підраховують кількість запилювачів кожної групи за кожний обліковий термін та перераховують на 1 год. Підраховують загальну кількість запилювачів та визначають частку кожної групи (у %). Для кожного дня будують графік динаміки льоту кожної групи запилювачів та порівнюють дані за різні дні, співставивши результати з конкретними метеоумовами та інтенсивністю цвітіння досліджуваних дерев.

Якщо проект груповий і облік робили на кількох деревах (кущах) різних видів, порівнюють результати за такими показниками: кількість комах, що відвідує дерева; частка кожного виду/групи від загальної кількості комах; добова динаміка відвідування кожного з дерев запилювачами. Результати оформляють у вигляді дослідницького проекту.

**Висновок.** Досвід роботи педагогічного колективу Чернівецького ОЦЕНТУМ в напрямку організації проведення наукових досліджень і спостережень вихованцями дозволяє констатувати, що дослідницька проектна діяльність дає можливість розвивати творчі здібності здобувачів освіти, осмислено застосовувати свої знання у житті, реалізує їх соціальні потреби, формує мотивацію до навчання та самостійного дослідництва. Робота над екологічними проектами сприяє формуванню інтелектуальних знань і вмінь, розвитку таких умінь як ініціатива, співробітництво, навички роботи в

колективі, логічне мислення, бачення проблем і прийняття рішень, одержання і використання інформації, самостійне навчання, планування, розвиток комунікаційних навичок.

Важливим аспектом екологічних дослідницьких проєктів є психологічна підготовка підростаючого покоління – формування почуття співпричетності, відповідальності; розуміння необхідності піклування про природу; готовність жити у злагоді з природою й у відповідності до її законів. Екологічні проєкти сприяють формуванню екологічно обізнаної особистості, що цінує природно-ресурсний потенціал, особистість, відчуває біль Землі і намагається зробити її подих свіжим і чистим.

#### Список літератури

1. Кулинич О. П. (2021). Правова охорона комах-запилювачів рослин в Україні для потреб агробізнесу: стан та шляхи вдосконалення. *Юридичний науковий електронний журнал*, 10. 296-299. [http://www.lsej.org.ua/10\\_2021/77.pdf](http://www.lsej.org.ua/10_2021/77.pdf)

2. Мостов'як, С. М., Мостов'як, І. І. (2021). Екологічне значення ентомофауни та основні чинники втрати її біорізноманіття. *Збалансоване природокористування № 3*. 103-113.

3. Capinera, J. L. (2008) *Encyclopedia of Entomology*. 2nd Ed., Springer Science & Business Media, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6>

### **БУЛАВОВУСІ ЛУСКОКРИЛІ (LEPIDOPTERA, RHOPALOCERA) ТА ПОВИСЮХОВІ МУХИ (DIPTERA, SYRPHIDAE) ЯК СКЛАДОВІ АНТОФІЛЬНОГО ЕНТОМОКОМПЛЕКСУ ТА ЦІЛЬОВІ ГРУПИ ПРОЄКТУ HORIZON EUROPE RestPoll**

**Шелгачов Рувім**, студент

**Тимочко Леся**, кандидат біологічних наук

**Флоряк Вікторія**, студентка

**Федоряк Марія**, доктор біологічних наук, професор  
*Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна*

Останніми роками відбувається зниження чисельності та різноманіття комах запилювачів, що викликає серйозне занепокоєння серед науковців та світової спільноти. Наразі

проводиться низка досліджень щодо з'ясування причин зникнення комах, а також застосовуються різноманітні заходи щодо збереження та сприяння розмноженню комах-запилювачів. Зазначимо, що крім представників родини Бджолиних відомі інші групи комах, які також досить успішно здійснюють процес запилення. До них належать булавовусі лускокрилі (*Lepidoptera*, *Rhopalocera*) та Повисюхові мухи (*Diptera*, *Syrphidae*). Три згадані групи комах є цільовими об'єктами проекту RestPoll.

Денні метелики виконують роль запилювачів рослин у фазі імаго, живлячись нектаром квітів, та здатні до механічного перенесення пилку на хоботку і на численних волосках, що опушують тіло. Личинки лускокрилих не беруть участь у цьому процесі, оскільки є фітофагами з гризучим ротовим апаратом [2].

Подібно до метеликів, відвідування квітів та здатність переносити пилок притаманна дорослим особинам повисюхових мух, тоді як їхні личинки здатні розвиватися у найрізноманітніших субстратах. Так, хижі личинки сирфід – переважно, афідофаги (рис. 1), завдяки чому є природними регуляторами чисельності популяцій попелиць. Личинки інших видів – ксилобіонти, розвиваються у деревині, що розкладається (рис. 2); відомі види, що живляться детритом у воді (рис. 3), мертвими залишками у гніздах ос, мурашок, термітів (рис. 4), живими тканинами рослин та ін. Таким чином, крім здатності до запилення рослин, повисюхові мухи також можуть використовуватися як важливі агенти біометоду [1].

Одним із заходів щодо збереження та сприяння відтворенню популяцій запилювачів є спорудження т. зв. “готелів для комах”. Так, різні відсіки такого будиночка наповнюються природними матеріалом, що за складом та формою відповідає природним субстратам для відкладання яєць, зимівлі чи заляльковування комах. Даний захід набув неабиякої популярності у світі і активно впроваджується як науковими, природоохоронними організаціями, так і серед пересічних громадян.

Зокрема, для приваблювання сирфід використовуються трубчасті наповнювачі: порожнисті стебла рослин, дерев'яні трубки тощо, а з метою залучення личинок метеликів для їхнього заляльковування застосовують матеріали із великими

подовгуватими отворами. Однак, питання використання “готелів для комах” залишається недостатньо дослідженим. При цьому окремі види комах-запилувачів потребують цілком інших субстратів для розмноження (водойми, деревина що розкладається тощо). Це необхідно враховувати при розробці програм збереження запилювачів.

Наразі, збереження видового різноманіття та відносної стабільності чисельності популяцій комах-антофілів є одним з першочергових завдань сучасної екології та потребує активної популяризації і в Україні задля залучення стейкхолдерів та громадськості до спільної участі у процесі відновлення фауни запилювачів.



Рис. 1. *Episyrrhus balteatus*  
(De Geer, 1776)



Рис. 2. *Brachypalpoides lentus*  
Meigen, 1822



Рис. 3. *Eristalis tenax*  
Linnaeus, 1758



Рис. 4. *Volucella zonaria*  
(Poda, 1761)

## Список літератури

1. Dunn, L., Lequerica M., Reid, C. R. & Latty, T. (2020). Dual ecosystem services of syrphid flies (Diptera: Syrphidae): pollinators and biological control agents. *Pest Manag Sci.*, 76. 1973–1979. DOI 10.1002/ps.5807
2. Noubissié, J.-B. T., Fohouo, F. N. T. & Tchako, S. L. T. (2012). Role of Lepidoptera as Pollinators on the Breeding Systems of *Striga hermonthica* (Del.) Benth under the Guinea Savannah Zone Conditions. *Annals of Biological Research.*, 3 (6). 2821-2828. <http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>.

**GLOBAL WARMING AND BEEKEEPING: HIGH TEMPERATURES AFFECT THE INTERACTION BETWEEN THE VARROA MITE AND HONEYBEES**

**Aldea-Sánchez, Patricia, PhD., MsC., Veterinarian**  
*Interdisciplinary Research Institute in Biomedical Sciences (I3CBSEK), Faculty of Health Sciences, SEK University, Santiago, Chile.*

**Introduction.** European bees (*Apis mellifera*) are vital to human activity, but since 2006 there have been high losses of productive colonies. The ectoparasite *Varroa destructor* is the major threat to beekeeping worldwide, causing colony losses and reducing bees' productivity and pollinating capacity, in addition to other factors such as malnutrition, pesticides and climate change. In this context it was interesting to evaluate the relationship between temperature and the ectoparasite Varroa mite on the physiological performance of *Apis mellifera* since parasitism produces high energy consumption in hosts. The aim of this study was to compare the effects of this ectoparasite on energy expenditure, survival rate and other physiological parameters in honeybees.

**Methodology.** Newborn bees were kept in chambers at 32 °C and 55 % humidity with food ad libitum. Individual bees were taken at random and grouped in three treatments: T0 (no mites), T1 (one mite) and T2 (two mites). After the mites had fed on the bees, the metabolic rate (CO<sub>2</sub> production = VCO<sub>2</sub>) was individually measured

at 32 °C for three hours. We also measured survival rate, using the same groups for eight days. Summarizing, the following variables were taken: 1) an individual point of view considering energy expenditure, maximum thermal tolerance (CTMax), survival, protein and haemolymph cell count, among others.

**Results and discussion.** It was found that the higher TAcc reduced energy expenditure. A significant effect of the number of mites on VCO<sub>2</sub> was found (T<sub>0</sub> = 3.14 ± 0.07 μLCO<sub>2</sub> min<sup>-1</sup>, T<sub>1</sub> = 4.03 ± 0.03 μL CO<sub>2</sub> min<sup>-1</sup> and T<sub>2</sub> = 6.44 ± 0.02 μL CO<sub>2</sub> min<sup>-1</sup>, F= 25.81, p< 0.000001). In addition, the treatments affected significantly the bees' survival (F= 8.98, p= 0.002), with survival rates recorded of 57.5 % in T<sub>0</sub>, 42.5 % in T<sub>1</sub> and 40.0 % in T<sub>2</sub>. The life cost and survival were negatively affected by the number of mites when increase. On the other hand, the survival time against high temperature was significantly higher in the high temperature group and decreased with the number of mites and with the interaction of both factors. CTMax values were similar between treatments, showing that exposure temperature is a more determinant variable than TAcc or number of parasites. In the second point, we have some preliminary results that explain part of the highest mortality in summer in Chile since 2018.

**Conclusion.** *Varroa destructor* clearly increases the energetic cost of living in bees and this effect may explain the reduction in survival rate. The final highlights are:

1. Ongoing global change affects both wildlife and economically relevant species, which are now subjected to combined challenges from climate change and higher exposure to pathogens. Honeybee colonies worldwide are under threat by higher temperatures and the ectoparasitic mite *Varroa destructor*, hence we studied the impact of these combined challenges in the thermal biology and energetics of *Apis mellifera*.

2. We estimated the heat tolerance and energy expenditure (CO<sub>2</sub> production, VCO<sub>2</sub>) of honeybees acclimated to different temperatures (32 and 38 °C) and subjected to different levels of parasitism (0, 1 and 2 mites). Heat tolerance was quantified employing thermal death time (TDT) curves describing how survival times vary as a function of temperature, which differed significantly between treatments.

3. Warm-acclimated uninfected bees exhibited a higher thermal tolerance than their cold-acclimated counterparts, but parasitism by *Varroa* resulted in a substantial drop in tolerance rendering TDT curves of parasitized bees virtually indistinguishable.

4. Accordingly, VCO<sub>2</sub> increased dramatically in parasitized bees (46.5% and 67.1% with 1 and 2 *Varroa*, respectively), suggesting that *Varroa* impinges on substantial costs on energy expenditure which, in combination with lower fat reserves due to parasitism, should have synergic effects on bees' survival and performance.

5. Result provide conclusive evidence of the detrimental impact of *Varroa* on heat tolerance that undermines potentially adaptive responses associated with thermal acclimation. Results also show that heat treatments are a realistic venue to control *Varroa*, and we discuss how TDT curves may be employed to optimize management strategies in this context.

### References

1. Aldea-Sánchez P, Ramírez-Cáceres GE, Rezende EL and Bozinovic F. (2021). Heat Tolerance, Energetics, and Thermal Treatments of Honeybees Parasitized With *Varroa*. *Front. Ecol. Evol.* 9:656504. DOI: <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.656504> – (2021).
2. Aldea P. and F. Bozinovic. (2020). The energetic and survival costs of *Varroa* parasitism in honeybees. *Apidologie* [Doi: 10.1007/s13592-020-00777-y](https://doi.org/10.1007/s13592-020-00777-y). – (2020).

## EARLY DETECTION OF EUROPEAN FOULBROOD (EFB) THROUGH HIVE DEBRIS ANALYSIS

**Jiří Danihlák**

*Department of Biochemistry, Faculty of Science, Palacký University Olomouc, Šlechtitelů 27, Olomouc 77900, Czech Republic*

European Foulbrood (EFB), a bacterial disease caused by the pathogen *Melissococcus plutonius*, poses a significant threat to bee colonies. Early detection and swift management are crucial to minimizing its spread and preserving bee populations. We present a new, simple, cost-effective, and rapid method for the early detection of EFB. This approach, based on the analysis of hive debris using

Polymerase Chain Reaction (PCR), allows for the screening of apiaries in areas suspected of EFB outbreaks. Pooled hive debris samples are sent to a laboratory for PCR detection of *M. plutonius* DNA. Apiaries with a positive PCR result are then inspected by beekeepers or bee advisors, who can suggest the next steps to minimize the adverse effects of EFB. In Czechia, we used hive debris screening to identify suspected apiaries in areas with EFB outbreaks. A total of 44 apiaries were sampled, with 12 (23%) testing positive by PCR and clinical inspection. Another 10 apiaries (23%) were PCR positive but showed no clinical symptoms, which indicates a pre-clinical phase of the disease. No false negatives were recorded. The sensitivity of the PCR test was 1.000, and the specificity was 0.667. Our study demonstrates the feasibility and effectiveness of this method, highlighting its potential as a valuable tool for beekeepers, researchers, and regulatory authorities in monitoring and managing EFB outbreaks. This screening is currently being performed in other regions of Czechia. In conclusion, the integration of hive debris PCR screening is a significant and affordable advancement in bee health management strategies, offering a proactive and scalable solution for the early detection and containment of EFB.

## SCOPE AND STATUS OF BUMBLE BEE REARING IN INDIA

**Dr. Harish Kumar Sharma**

Principal Scientist and PI, AICRP on Honeybees and Pollinators  
(Retired)

*Department of Entomology*

*Dr. Y.S Parmar University of Horticulture and Forestry, Nauni, Solan  
(H.P), India*

**Introduction.** Bumble bees are a group of conspicuous, large and colourful bees that mainly inhabit cold and temperate habitats at high latitudes and elevations. They belong to order Hymenoptera, family Apidae, tribe Bombini and genus *Bombus* having more than 250 species in temperate, sub-temperate and sub-tropical regions (Williams et al. 2008). The prevalent and readily recognized bumble bees are big and furry corbiculates (i.e. they have soft regions on the

hind legs surrounded by stiff bristles for transporting pollens) with no hindwing jugal lobe. Based on difference in size and coloration, there are several bumble bee species viz., *Bombus haemorrhoidalis*, *B. waltoni*, *B. himalayanus*, *B. asiaticus*, *B. rufofasciatus*, *B. tunicatus*, *B. trifasciatus*, *B. keriensis* etc. in distinct areas of Himachal Pradesh, in India (Saini et al. 2012).

Native pollinators play an important role in the sustenance of plant diversity which further supports the existing fauna. Among the different pollinators in the temperate regions of the globe, bumble bees have a very important place. Bumble bees are pollinators of many wild flowers. They are abundant and active throughout the season due to their thermoregulatory abilities ([Corbet et al. 1995](#)). Bumble bees possess longer tongue length and are able to pollinate flowers having deep corolla (Holm, 1966). Their buzzing behaviour i.e. faster vibrations of their flight muscles help to burst open the pollen sacs. They are more efficient pollinators of different crops due to their ability to forage at low light and moderate temperature.

Bumble bees generally have annual life cycle, which is the major obstacle that prevent bumble bees to be designated as a commercial pollinator species (Sladen, 1912 and Velthuis and Doorn, 2006). Bumblebees colony have a strength upto 400 individuals. They are divided in three castes; queen, workers and drones. Under natural conditions, bumble bee starts its life cycle on the onset of spring. Worker bees start working with queen and can survive for couple of months. While, drones die immediately after fertilization / mating. Queens live for one year. Queen hibernates during the winter and after the emergence from hibernation spend maximum time in searching suitable sites for nesting and foraging for nectar and then starts egg laying during spring (Yadav et al. 2016).

Bumble bees are efficient pollinators, especially under protected cultivation. They are also considered to be alternate pollinators to the honey bees. Thus, bumble bees serve as effective pollinators for many cultivated fruits, vegetables and spices, and thus become economically valuable, as well. Bumble bees are highly significant pollinators for a variety of crops in temperate regions both under greenhouse and field conditions (Velthuis and Van Doorn, 2006; Thornberry and Jerardo, 2012).

With the increase in population, the need to increase crop production has become important to meet the increasing food demand. Lack of pollination in crops is one of such factors. Among the different pollination agents, mainly the insects are responsible for pollination and are regarded as the most reliable and efficient pollinators. Bumble bees are also extremely important pollinators of many agricultural crops and flowering plants throughout the native ranges with which they co-evolved mutualisms where they receive food in return for providing pollination. Bumble bees are generalists and have been recorded visiting hundreds of native plant species. The pollination services bumble bees provide for native plants are likely very important for maintaining various ecosystems (Richardson et al. 2018).

Commercial enclosed farming has further increased the use of the bumble bees as economically important pollinators for high economic return and production of off-season crops. Indigenous bumble bee species have been considered important to rear and use for pollination services than exotic bumble bees to avoid possible environmental and pest problems.

**Diversity of bumble bee species worldwide.** Diversity of the wild bees, which are foraging for pollen, is one of the most important points in pollination services (both for agricultural practices and natural habitats). Beside this, manageable bees are the insurance of the entomophilous crops' production. Bumblebees (*Bombus* sp.), are becoming the most important bee taxa using commercially in agricultural production (Free, 1993). Himalayan regions are one of the world's most biodiverse ecosystems. However, very little is known about the abundance and distribution of many plant and animal taxa in these regions. Thereby bumble bees play an important role in conserving plant diversity particularly confined to an inhospitable environment of alpine meadows and alpine mountain tracts (Saini and Ghattor, 2007). Bumble bees are a group of cold-adapted and high elevation insects that fulfil an important ecological and economical function as pollinators of wild and agricultural flowering plants and crops. The Himalayan mountain range provides ample suitable habitats for bumble bees (Streinzer et al. 2019).

There are two hundred and fifty known species of bumble bees present on global basis (Williams et al. 2008). The majorities of

these species is known as 'true' bumblebees, and have a social worker caste which is more or less sterile. In fauna of British India 23 species of bumblebees were recorded (Bingham, 1897) that included some records from the neighboring countries; as Myanmar, Bhutan, Nepal, etc. Among the 100 plus species distributed in Asia, there are only 21 species reported in Korea (Kwon et al. 2003).

Whereas, India is home to 48 of the 260 known species of bumblebees (Saini et al. 2012). These 48 known species of bumblebees native to India and are the only pollinators of vegetation in high-altitude regions. These bees are generally found on altitudes of 2,000-15,000 feet along the entire Himalayas from Jammu & Kashmir to Nagaland. Seven species of bumble bees viz., *B. waltoni*, *B. keriensis*, *B. himalayanus*, *B. asiaticus*, *B. personatus*, *B. rufofasciatus*, *B. tunicatus* (Plate 1) have been reported from Lahul Spiti valley of H.P (Saini and Ghattor, 2007). More than 700 bumble bee specimens of 21 species were found in north eastern himalayan states of India. Where it was recorded that in the low land tropical forest (< 1,000 m) only *B. haemorrhoidalis*, *B. albopleuralis* and *B. breviceps* were observed, while with increasing elevation, diversity of species was found to be increased (Streinzner et al 2019).



*B. haemorrhoidalis*



*B. Waltoni*



*B. himalayanus*



*B. asiaticus*



*B. rufofasciatus*



*B. tunicatus*



*B. trifasciatus*

Species diversity, evenness and species richness was more in Kashmir regions as compared to Ladakh and Jammu. The Kashmir Himalayas samples indicate significant differences in species diversity in altitudinal ranges of 3000-4000 m. Four species viz. *Bombus cornutus*, *B. parthenius*, *B. miniatus* and *B. morawitzianus* are recorded for the first time from this region, while *B. morawitzianus* turn out to be the first record to the national list (Saini et al. 2012).

**Plate 1: Diversity of Bumble bees in Lahul Spiti valley of Himachal Pradesh. Domestication of bumble bees**

The behaviour, physiology and morphology of bumble bees make them ideal pollinators because of the speed at which they transfer pollen, the efficiency with which they gather pollen within various crops, and the increased endurance to fly in adverse weather for longer periods of time. The bumble bee also has the ability to buzz pollinate the flower for pollen, a pollination technique not seen in honey bees. Buzz pollination occurs by bumble bees vibrating the flower by pumping their wings at a certain frequency, to dislodge pollen. Bumble bee foraging activity starts earlier and ends later in the day than managed honey bees and they forage in lower temperatures.

Bumble bee nests below the ground in the forests, fields and barren lands. The nesting of bumble bees started with the onset of spring season when the hibernated queens of bumble bees come out and starts searching for the nesting places. Bumble bee queens when found a suitable place for nesting starts building up of the nest. Bumble bees are social insects that live in colonies headed by a single queen. A solitary queen overwinters in the ground in a small cavity she excavated termed as hibernacula. When the soil warms in the spring, the queen emerges and begins flying around looking for a nest site. Most bumble bees nest in the ground in cavities such as abandoned rodent burrows, holes in building foundations or stacks of firewood. Once the queen finds a suitable site, she will begin preparing the nest space by building a small wax cup, called a honey pot, and collecting pollen which she will use to feed her developing brood. Once the nest is provisioned, she will lay eggs on

the pollen lump and begin incubating the eggs by laying her abdomen over the brood to keep the eggs or larvae warm.

Different *Bombus* species like *Bombus terrestris*, *B. impatiens*, *B. occidentalis* and some others have been utilized for commercial pollination of different crops worldwide (Kwon and Saeed, 2003; Velthuis and van Doorn, 2006). These species are quite costly to import and hinder their use for crops pollination (Asada and Ono, 1996; Velthuis and van Doorn, 2006). They also result in different problems like competing with local species of pollinators especially *Bombus* for food, nest sites and other resources. Possible replacement of the local species with the introduced ones may result in changes in flora visited by the indigenous species. These changes due to accidental release or escape of introduced *Bombus* species in local environment has been observed in different parts of the world. These escaped individuals can also transfer their diseases and pests which might be new to our environment (Whittington and Winston, 2004).

People began to explore the use of bumble bees for crop pollination in the late 19th century. For the first time in northern England, Sladen (1912) started the rearing experiments of bumble bees with little success. Frison (1927) succeeded in rearing of *B. americanorum* in early nineties under greenhouse conditions. Domestication of *B. terrestris*, *B. hyponorum* and *B. lapidaries* queens was tried by Hasselrot (1952). The queens were caught in the early spring, kept in a closed glass covered boxes fed with pollen and honey syrup. The queens raised the colonies by the end of April. It was also reported that when queens placed together in pairs, aggressive behavior was recorded and subsequently one of the queens started the colony rearing.

In India, attempts were made from last one decade to rear native bumble bee (*Bombus haemorrhoidalis* Smith) colonies in the laboratory of Department of Entomology, Dr. Y.S. Parmar University of Horticulture and Forestry, Nauni, Solan, H.P. For the first time, successful emergence of worker bees from captured queens was achieved during 2004 (Dayal and Rana, 2004). Overwintered/hibernated bumble bee queens are captured from flowering plants with the onset of spring on the early morning and evening, while the queens are foraging for pollen and nectar on

preferred plants. The queens can be collected with the help of insect collecting nylon net. Queens were brought to the room/laboratory in plastic vials of 7.0 cm length and 7.73 diameter having perforated lids. Captured queens were placed in two chambered wooden boxes/domiciles having dimensions 150x80x65 mm with 70 x 65 mm internal diameter of each chamber with proper feeding provision. Spring collected queens of bumble bees can be reared in wooden cages by keeping in the BOD incubator at  $27\pm 1^\circ\text{C}$  temperature and 65-70% relative humidity. Queens were fed with freshly prepared 50% sucrose solution and fresh honey bee collected pollen. Colonies / queens are fed daily. Artificial domiciles need to be cleaned daily under dark conditions using red light (Dayal and Rana, 2004; Thakur, 2006 and Chauhan, 2011).

When the population of the colony reached 12-15 workers, bumble bee colonies were shifted to the field either for further development or for pollination of crops under protected conditions. These colonies are kept in large wooden boxes or bee hives and fed daily till they start collecting nectar and pollen (Chauhan, 2011). Some workers (Thakur, 2002; Dayal and Rana, 2004; Thakur, 2006; Chauhan, 2011 and Sharma et al. 2018) also attempted for bumble bee rearing and success in domestication on small scale have been achieved.

Studies on the flora of native bumble bee revealed that *Adhatod avasica*, *Brassica juncea*, *Caryopteris bicolor*, *Hypericum oblongifolium*, *Helichrysum bracteatum*, *Papaver roeas*, *Scutellaria linearis*, *Salvia moorcroftiana*, *Jakranda mimmosaefolia*, and *Punica granatum* were the important flora for sustaining queen population under mid hill conditions in Himachal Pradesh (Sharma et al. 2018). Bumble bee queens foraging on *A. vasica* flora were collected during February and March during evening time, started wax secretion after 5-11 days of their confinement and workers emerged after 29-39 days. In the first batch ranged between 1-4 bees while in second batch ranged between 6-12 bees. Total number of bumble bees emerging in different colonies during a period of 130 days ranged between 59-67. However, the peak population of live bumble bees per colony average 21.91 bees between 70 to 120 days after start of wax secretion.

Rearing of this species has been found to be affected by number of pests and diseases like Nosema, conopid fly, bee moth, nematodes, mites and beetles (Chauhan et al. 2013). Bumble bee colonies undergo one generation per year. Queens are the only caste to overwinter and workers and males die during late summer and early autumn. It has been observed that *B. haemorrhoidalis* does not undergo hibernation if congenial conditions of temperature and humidity provided under controlled conditions. The diapause is facultative and can overcome by providing required brooding environmental conditions of temperature and humidity. Method has been developed to raise colonies of bumble bees for whole of the year (Chauhan et al. 2014). Success rate of colony development under laboratory is more in queens collected during April (60%) as compared to queens collected during March (31.25%) and February (16.67%). Similarly, the per cent successful establishment in the field is recorded more in queens collected during April (40%) in comparison to queens collected during March (18.75%) (Sharma et al. 2018).

#### **Utilization of bumble bees as an effective pollinator**

Bumble bees can pollinate the crops like tomato, pepper, egg plant, melon, water melon, cucumber, strawberry, crane berry, kiwifruit, almonds, apples and pear etc. grown in open or greenhouse conditions (Holm, 1966). Approximately 95% of commercially reared colonies were used in production of greenhouse tomatoes (Valthuis and van Doorn 2006) and sweet peppers (Ercan and Onus, 2003).

Their need for pollination purpose arises in order to produce quality seed and to increase productivity of the crop. Bumble bee pollination increased total yield as well as resulted in higher fruit quality which made it more beneficial for growers (Velthuis and Doorn, 2006). In Netherland and Belgium, it was found that the use of bumble bees as pollinators is cheaper than mechanical pollination (Roulston and Julier, 2009).

Some of the crops belonging to the families viz., *Actinidiaceae*, *Boraginaceae*, *Aricaceae* and *Solanaceae* are termed as 'buzz pollinating' crops because these crops can only be pollinated due to the high wing vibration frequency of bumble bees. This causes pollen to be released often in large amounts and therefore released

pollen move onto the surface of the bee under the influence of an electrostatic field emanating from it.

The bumble bee pollination can increase the fruit quality in Kiwi by visiting in large numbers. Their use as a pollinator was found cheaper (9100 pounds) than mechanical pollination (10,000 pounds) in Netherland and Belgium (Roulston and Julier, 2009). Chauhan (2011) used the colonies of *B. haemorrhoidalis* for the pollination of cucumber crop under protected conditions. According to these studies, the cost to benefit ratio was found to be 1:2.02 with an increase of 22% in the total returns over the control.

Many workers carried out different experiments in order to study the effect of bumble bee pollination on bell pepper and concluded that fruit set and fruit weight of crop has been increased by bumble bee pollination (Soud Yousef, 2009 and Ruijter et al. 1991).

Thakur (2018) studied the effect of bumble bee pollination on bell pepper at Nauni, Solan, Himachal Pradesh and noticed that bumble bee pollination positively affects the fruit quality characteristics. He recorded that the number of fruits per plant, fruit weight (g), fruit length (cm), fruit breadth (cm), healthy fruits, seed number, 1000 seed weight (g) and fruit yield (kg/m<sup>2</sup>) increased by 3.77%, 24.60%, 13.51%, 21.52%, 23.84%, 113.65%, 5.44% and 25%, respectively. Also they observed a reduction in misshapen fruits by 38.30 per cent.

Variuos pollination studies showed that bumble bees are much effective pollinators of solanaceous crops than honey bees as bumble bee pollination increased the yield and productivity of tomatoes grown in greenhouse or glasshouses (Neiswinder, 1956; Asada and Ono, 1996). Eijnde et al. (1991) reported that bumble bee pollination has increased productivity of greenhouse tomatoes by 70%. Tung and Kong (1997) studied pollination efficiency of bumble bees (*B. terrestris*) in greenhouse tomatoes and observed higher fruit set, large size and weight and more number of fruits produced per plant. Dogterom et al. (1998) compared *B. vosnesenskii* pollination with no pollination, manual pollination and manual pollination plus bumble bee pollination in greenhouse tomatoes and found that bumble bee pollination resulted in larger fruits in terms of fruit weight (19.4%) and seed count (34.56%) as

compared to other treatments. They concluded that *B. vosnesenskii* is an effective pollinator for greenhouse tomatoes.

Introduction of bumble bees in hot pepper grown under greenhouse increased the fruit mass as well as seed number by 27.2% and 47.8%, respectively. Higher fruit length (16.2 cm) and width (4.5 cm) was also reported in bumble bee pollinated hot pepper as compared to control (fruit length: 15.6 cm, width: 4.4 cm) (Kwon and Saeed, 2003). Attal et al. (2003) and Dasgan and Ozdogan (2004) compared the effect of bumble bees with plant growth regulators, hand vibration and control on greenhouse tomatoes. They found that bumble bee pollinated plants produced significantly higher yield (90%) as compared to other treatments such as growth regulators (41%) and vibration (9%). Soud Yousef (2009) studied pollination efficiency of bumble bees (*B. terrestris*) and honey bees (*Apis mellifera*) on quality and productivity of eggplant and chilli pepper. It was observed that in eggplant and chilli pepper grown under plastic houses, higher fruit set was obtained in case of two honey bee nuclei (66%; 83%) as compared to one honey bee nuclei (59%; 75%), bumble bee (52%; 61%) and control (30%; 35%).

Yankit et al. (2018) studied the effect of bumble bee pollination on quality and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) grown under protected conditions and observed that bumble bee pollination increased the quality and yield of tomato. Per cent increase in number of fruits per plant, healthy fruits, fruit length, fruit breadth, fruit weight, fruit yield, number of seeds and 1000 seed weight by 38.41, 21.94, 46.45, 50.82, 57.66, 64.79, 78.54 and 78.80 per cent, respectively was reported.

Pollinator population is declining day by day and it is evident from the fact that crop yields and quality are decreasing despite necessary agronomic inputs. The recent declines in honey bees and bumble bee species have been reported from several countries. Pollinator decline will have serious socio-economic consequences particularly in India where the economic value of such pollinated crops is \$726 million annually (Sidhu, 2005). It is evident that the management and conservation of native bumblebee species is urgently needed for sustaining natural resources and agricultural production. Therefore, artificial rearing techniques to rear

*B. haemorrhoidalis* on large scale are required to be strengthened so that their pollination services can be utilised for different crops especially under protected cultivation.

### References

1. Asada S and Ono M. 1996. Crop pollination by Japanese bumble bee (*Bombus* spp.): Tomato foraging behaviour and pollination efficiency. *Applied Entomology and Zoology*. 31: 581-586.
2. Attal YZA, Kasrawi MA and Nazer IK. 2003. Influence of bumble bee technique on greenhouse tomato production. *Agricultural and Marine Sciences* 8: 21-26.
3. Bingham CT. 1897. The Fauna of British India, Including Ceylon and Burma, Hymenoptera, Vol. I, London, UK.
4. Chauhan A, Katna S and Rana BS. 2013. Life cycle of bumble bee *Bombus haemorrhoidalis* Smith in Himachal Pradesh. *Insect Environment*. 19: 183-186.
5. Chauhan A, Rana BS and Sapna K. 2014. Successful rearing of bumblebee *Bombus haemorrhoidalis* Smith year round in Himachal Pradesh in India. *International Journal of Current Research*. 6(12): 10891-10896.
6. Chauhan A. 2011. Refinement of bumble bee rearing technology and its use in cucumber pollination. M Sc Thesis. Department of Entomology, DrYashwant Singh Parmar. University of Horticulture and Forestry, Nauni, Solan. 152p.
7. Corbet S. 1995. Bumblebees for pleasure and profit. *Bee World*. 3: 109.
8. Dasgan HY and Ozdogan AO. 2004. Effectiveness of bumble bee pollination in anti-frost heated tomato greenhouses in the Mediterranean basin. *Turkey Journal of Agricultural Research*. 28: 73-82.
9. Dayal K and Rana BS. 2004. Record of domestication of *Bombus* species (Hymenoptera: Apidae) in India. *Insect Environment*. 10 (2): 64-65.
10. Dogterom MH, Matteoni JA and Plowright RC. 1998. Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*. 91: 71-75.
11. Eijnde J, Ruijter A and Steen J. 1991. Method for rearing *Bombus terrestris* continuously and the production of bumblebee colonies for pollination purposes. *Acta Horticulture*. 88: 154-158.
12. Ercan N and Onus AN. 2003. The effects of bumble bees (*Bombus terrestris* L.) on fruit quality and yield of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in an unheated green house. *Israel Journal of Plant Sciences*. 51: 275-283.
13. Free J. 1993. *Insect pollination of crops*. Acad, Press, London-New York: p. 172-180.

14. Frison TH. 1927. Experiments in rearing colonies of bumble bees (Bermidae) in artificial nests. Biological bulletin marketing laboratory. Woods Hole.52: 51-67.
15. Hasselrot T B. 1952. A new method for starting bumble bee colonies. Agronomy Journal. 44 (4): 218-219.
16. Holm SN. 1966. The utilization and management of bumble bees for red clover and alfalfa seed production. Annual Review of Entomology.11: 155–182.
17. Kwon YJ, Saeed S and Duchateau MJ. 2003. Stimulation of colony initiation and colony development in *Bombus terrestris* by adding a male pupa: the influence of age and orientation. Apidologie. 34: 429-437.
18. Kwon YJ and Saeed S. 2003. Effect of temperature on the foraging activity of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) on greenhouse hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Applied Entomology and Zoology.38: 275-280.
19. Neiswinder RB. 1956. Pollination of glass house tomatoes by honeybees. Bee Craft.72: 228-231.
20. Richardson LL. McFarland KP, Zahendra S and Hardy S. 2018. Bumble bee (*Bombus*) distribution and diversity in Vermont, USA: a century of change. Journal of Insect Conservation. <https://doi.org/10.1007/s10841-018-0113-5>.
21. Roulston TH and Julier HE. 2009. Wild bee abundance and pollination service in cultivated pumpkins: farm management, nesting behaviour and landscape effects. Journal of Economic Entomology.102 (2): 563-573.
22. Ruijter A, Eijnde D, Van den J and Steen J. 1991. Pollination of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in greenhouses by honeybees. *Acta Horticulturae* 288: 270-274.
23. Saini MS and Ghattor HS.2007. Taxonomy and food plants of some bumble bee species of Lahaul and Spiti valley of Himachal Pradesh. Zoo's Print Journal 22 (4): 2648-2657.
24. Saini MS, Raina RH and Khan ZH. 2012. Species Diversity of Bumblebees (Hymenoptera: Apidae) from different mountain regions of Kashmir Himalayas. Journal of Scientific Research.4 (1): 263-272.
25. Sharma HK, Thakur S, Rana K and Thakur M. 2018. Small scale rearing of *Bombus haemorrhoidalis* Smith. The Pharma Innovation Journal.7: 41-45.
26. Sidhu MS. 2005. Fruit and vegetable processing Industry in India: an appraisal of the post reform period. Economic and Political Weekly, 9 July (2005).
27. Sladen FWL. 1912. The bumble bee: life history and how to domesticate it. London: Mac Millan. 253p.
28. Soud Yousef AA. 2009. Efficiency of different pollination treatments on solanaceae yields grown in plastic house. Journal of Biological Sciences. 9: 464-469.

29. [Streinzer M](#), [Chakravorty J](#), [Neumayer J](#), [Megu K](#), [Narah J](#), [Schmitt T](#), [Himender Bharti](#), [Johannes Spaethe](#) and [Axel Brockmann](#). 2019. Species composition and elevational distribution of bumble bees (*Hymenoptera, Apidae, Bombus* Latreille) in the East Himalaya, Arunachal Pradesh, India. [Zookeys](#). 851: 71–89.
30. Thakur RK. 2002. First attempt to study nest architecture and domiciliation of bumble bee (*B. haemorrhoidalis*) in India. In: 6th Asian Apicultural Association International Conference & World Apiexpo. Bangalore – India 24th February – 1st March. 172p.
31. Thakur RK. 2006. Bumble bee flora and domestication of bumble bee (*Bombus sp.*) under mid-hill conditions of Himachal Pradesh. International Workshop on integrated beekeeping development in South Asian countries, Nov-13th-14, 2006, New Delhi. p 30.
32. Thakur S. 2018. Studies on bumble bee (*Bombus haemorrhoidalis* Smith) pollination in *Capsicum annuum* under protected cultivation. M Sc Thesis. Department of Entomology, DrYashwant Singh Parmar University of Horticulture and Forestry, Nauni, Solan. 54p.
33. Thornberry S. Jerardo A. 2012 Vegetables and Pulses OutlookUSDA, Economic Research Service, p. 52 (<http://www.ers.usda.gov/media/826842/vgs350.pdf>).
34. Tung CC and Kong HF. 1997. Evaluation of the pollination efficiency of bumble bee (*Bombus terrestris*) on greenhouse tomatoes. Chinese Journal of Entomology. 16: 167-175.
35. Velthuis HHW and Doorn VA. 2006. A century of advances in bumble bee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*. 37: 421-451.
36. Whittington R and Winston ML. 2004. Comparison and examination of *Bombus occidentalis* and *Bombus impatiens* (Hymenoptera:Apidae) in tomato greenhouses. *Journal of Economic Entomology*. 97(4): 1384-1389.
37. Williams PH, Cameron S, Hines HM, Cederberg B, Rasmont P. 2008. A simplified subgeneric classification of the bumblebees (genus *Bombus*). *Apidologie* 39: 1–29. 10.1051/apido:2007052.
38. Yadav SP, Yadav S, Sharma D, Sangwan N. 2016. Bumblebees, Life Cycle and their role in Pollination - A Review. *International Journal of Enhanced Research in Science, Technology & Engineering*. 5 (9): 60-75.
39. Yankit Panma, Rana Kiran, Sharma HK, Thakur Meena and Thakur RK. 2018. Effect of bumble bee pollination on quality and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) grown under protected conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7: 257-263.

**ECONOMIC ASSESSMENT OF WINTER HONEY BEE COLONY  
LOSSES: EVIDENCE FROM AUSTRIA, CZECHIA AND  
MACEDONIA**

**Despina Popovska Stojanov,**

*MSc, Researcher, Institute of Agriculture, University Ss. Cyril and  
Methodius in Skopje, North Macedonia*

*([d.popovska@zeminst.edu.mk](mailto:d.popovska@zeminst.edu.mk))*

**Lazo Dimitrov,**

*Researcher, Institute of Agriculture, University Ss. Cyril and  
Methodius in Skopje, North Macedonia*

**Jiří Danihlík,**

*PhD, Assistant Professor, Faculty of Science, Palacký University,  
Olomouc, Czech Republic*

*([j.danihlik@gmail.com](mailto:j.danihlik@gmail.com))*

**Aleksander Uzunov,**

*Professor, Department of Animal Biotechnology, Faculty of  
Agricultural Sciences and Food, University Ss. Cyril and Methodius  
in Skopje, 1000 Skopje, North Macedonia*

**Miroљjub Golubovski**

*Researcher, MacBee—Association for Conservation of Macedonian  
Native Honey Bee, 1483 Negorci, North Macedonia*

**Sreten Andonov**

*Professor, Department Animal Breeding and Genetics, Swedish  
University of Agricultural Sciences, 750 07 Uppsala, Sweden*

**Robert Brodschneider,**

*PhD, Department of Biology, University of Graz, Austria*

*([robert.brodschneider@uni-graz.at](mailto:robert.brodschneider@uni-graz.at))*

Honey bees (*Apis mellifera*) play a crucial role in ensuring food security through the pollination of agricultural crops and have considerable economic importance due to the production of honey and other hive products. However, winter colony losses exert significant pressure on the beekeeping sector and require a quantified economic assessment.

This study [1] evaluates the direct economic losses caused by winter mortality and weakening of honey bee colonies in Austria, Czechia and North Macedonia during the 2016/2017 season. Data were collected through the standardized COLOSS questionnaire,

covering 1,570 beekeeping operations in Austria, 1,118 in Czechia and 305 in Macedonia. For the calculations, the average market value of colonies and honey prices in each country were used. Losses were defined as the combined value of dead colonies and the lost honey production from both dead and weak colonies.

In Austria, the estimated national economic losses due to winter colony mortality in 2016/2017 amounted to approximately €32.0 million. Losses per colony were €318 for dead colonies and €168 for weak ones. While data on state subsidies were not available, the calculated losses clearly underline the economic importance of honey bees for Austrian agriculture.

In Czechia, the total direct economic losses of winter honey bee colony mortality were estimated at €21.4 million, significantly exceeding the national subsidy level (~€4 million). In Macedonia, the respective losses reached about €3.0 million, also higher than the state support for the sector. The average losses per colony amounted to €209 (Czechia) and €120 (Macedonia). The share of weak colonies contributed between 18% (MK) and 24% (CZ) of the total losses.

These findings highlight that even in countries with relatively low market prices of hive products, direct economic losses are substantial and exceed national support measures. This emphasizes the necessity of integrating economic parameters into international monitoring programs (COLOSS) and developing effective prevention strategies, including *Varroa destructor* management and beekeeper education.

The methodology applied in Austria, Czechia and Macedonia proved effective for quantifying the direct economic impact of winter colony losses. It can be applied in other countries and serve as a scientific basis for policymaking to support beekeeping and safeguard ecosystem services of pollination.

#### References

1. Popovska Stojanov, D., Dimitrov, L., Danihlík, J., Uzunov, A., Golubovski, M., Andonov, S., & Brodschneider, R. (2021). Direct economic impact assessment of winter honeybee colony losses in three European countries. *Agriculture*, 11(5), 398. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050398>

**POLLINATOR RESTORATION THROUGH CO-DESIGNED MEASURES IN AGRICULTURAL LANDSCAPES****Thompson Amibeth, Dr.,****Fornoff Felix, Dr.,****Klein Alexandra-Maria, Prof.***University of Freiburg, Germany*

Pollinators are critical to European agriculture and biodiversity, supporting the reproductive success of up to 87 % of flowering plants (Ollerton et al., 2011), including 75 % of crop plants (Klein et al., 2007). Yet, decades of agricultural intensification, land-use change, and pesticide use have driven widespread declines in wild pollinator groups. Despite their ecological and economic importance (Gallai et al., 2009), existing EU biodiversity-friendly policies and incentives remain insufficient to halt this decline (Pe'er et al., 2020). Current efforts to counteract pollinator decline and restore pollinator populations emphasize reducing known stressors such as pesticide exposure, lack of floral resources and nesting site limitation (Kleijn et al., 2015). To achieve effective pollinator restoration, it is essential that stakeholders such as scientists, policymakers, farmers, other land managers, and the public collaborate (Mohr et al., 2023).

The EU Horizon Europe project RestPoll (Restoring Pollinator habitats across European agricultural landscapes based on multi-actor participatory approaches) establishes a pan-European network of 17 case study areas (CSAs) across diverse agricultural and socio-ecological contexts. By creating a network of CSAs in which living labs are active. The project brings together and establishes new Living Labs to increase exchange and foster efficiency. Living Labs are a collaborative network that foster topic-oriented innovation by actively involving diverse stakeholders, such scientists, farmers, policymakers, NGOs, and local communities; for example, who are brought together to co-design, implement, and evaluate pollinator restoration measures (Figure 1). This network enables both site-specific adaptation and continent-wide learning, covering major farming systems, climatic zones, and pollinator communities.

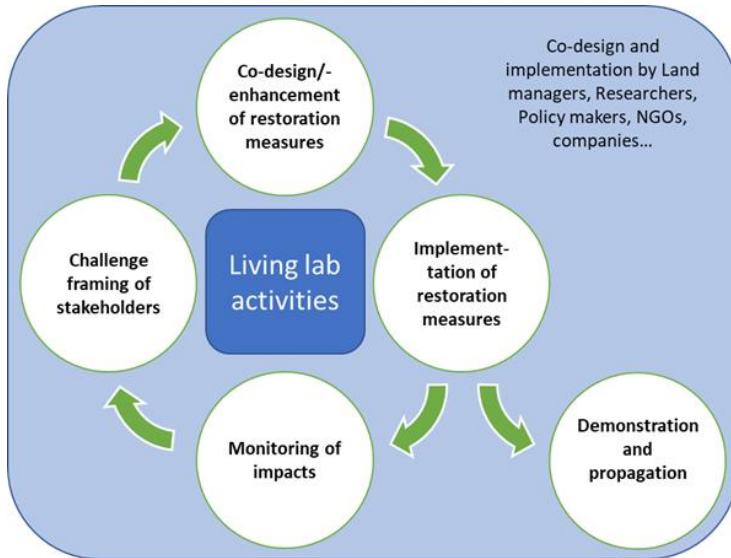


Figure 1: Conceptual figure demonstrating the Living Lab co-design and co-adaptation of pollinator restoration measures in case study areas of the pan-European network. Transdisciplinary stakeholders co-design and co-implement restoration measures, monitor and evaluate their impacts and adapt restoration measures to new challenges, while demonstrating the restoration measure to other stakeholders that might integrate them into their land management.

The RestPoll case study and living lab network illustrates how transdisciplinary, multi-actor collaborations can overcome ecological, social, and policy barriers to restoration. By quantifying the ecological, economic, and social monitoring within the network, the project will create a decision-support “toolbox” for land managers, policymakers, and practitioners. This toolbox includes good-practice guidelines, incentive models, and participatory governance strategies to foster widespread adoption of pollinator-friendly practices. Its outcomes will inform EU biodiversity policy, contribute to achieving the EU Nature Restoration Law targets, and position Europe as a global leader in pollinator conservation. More broadly, the framework offers a transferable model for tackling other sustainability challenges through networks of locally embedded but internationally connected living labs.

## References

1. Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J., & Vaissière, B. E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68(3), 810–821. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014>
  2. Kleijn, D., Winfree, R., Bartomeus, I., Carvalheiro, L. G., Henry, M., Isaacs, R., Klein, A.-M., Kremen, C., M'Gonigle, L. K., Rader, R., Ricketts, T. H., Williams, N. M., Lee Adamson, N., Ascher, J. S., Báldi, A., Batáry, P., Benjamin, F., Biesmeijer, J. C., Blitzer, E. J., ... Potts, S. G. (2015). Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Communications*, 6, 7414. <https://doi.org/10.1038/ncomms8414>
  3. 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>
  4. Mohr, J. J., Cummins, T. M., Floyd, T. M., Metcalf, E. C., Callaway, R. M., & Nelson, C. R. (2023). Age, experience, social goals, and engagement with research scientists may promote innovation in ecological restoration. *PLOS ONE*, 18(4), e0274153. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274153>
  5. Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3), 321–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
  6. Pe'er, G., Bonn, A., Bruelheide, H., Dieker, P., Eisenhauer, N., Feindt, P. H., Hagedorn, G., Hansjürgens, B., Herzog, I., Lomba, Â., Marquard, E., Moreira, F., Nitsch, H., Oppermann, R., Perino, A., Röder, N., Schleyer, C., Schindler, S., Wolf, C., ... Lakner, S. (2020). Action needed for the EU Common Agricultural Policy to address sustainability challenges. *People and Nature*, 2(2), 305–316. <https://doi.org/10.1002/pan3.10080>
- 

**ENGAGING CHILDREN AND YOUNG PEOPLE WITH THE  
WORLD OF BEES THROUGH EXPERIENTIAL EDUCATION.**

**Gefsi Touloumidou**, Founder, Meligeysis – educational and  
visitable beekeeping farm *Stavroupoli, Xanthi, Greece*

The conservation of pollinators is both an ecological imperative and an economic necessity. At Meligeysis, we put this into practice

by engaging children and young people with the world of bees through experiential education. School visits, hands-on workshops such as making beeswax balm and the creation of pollinator-friendly gardens provide participants with a direct understanding of how pollinators sustain biodiversity, secure our food systems, and support rural communities.

Our approach blends environmental education with cultural heritage and community action. By giving the next generation the chance to connect with pollinators in meaningful ways, Meligeysis demonstrates that pollinator conservation is not only about protecting ecosystems but also about fostering sustainable rural economies and resilient communities.

Every year, more than 1,000 students aged 7 to 16 visit Meligeysis and live this unique educational experience in the heart of the mountainous Nestos region. Both children and teenagers surprise us with their curiosity and interaction, although we adapt our methods to each age group. As an educator and beekeeper, I have witnessed how children transform their initial curiosity into genuine love and respect for bees.

This year, several schools went a step further: with the seeds and seed bombs we provided, students created their own pollinator-friendly gardens and revitalized empty plots with flowering plants. One school, inspired by their visit, decorated its main entrance with drawings and messages dedicated to bees. Every child leaves Meligeysis with a certificate of participation and an illustrated leaflet about the importance and the invaluable work of bees—extending the learning experience back to their schools, families, and communities.

## **INSIGNIA-EU. A PAN-EU BIOMONITORING CITIZEN SCIENCE STUDY TO DETECT ENVIRONMENTAL POLLUTION**

**Jozef van der Steen**, *the INSIGNIA consortium. Alveus AB*

The INSIGNIA-EU study is a citizen science pan-EU biomonitoring study with honey bee colonies, using a range of in-hive passive samplers; the APIStrip for pesticides, the APITrap for microplastics, silicone bands for VOCs and PAHs, propolis for heavy

metals, honey for a selection of 8 polar pesticides, and trapped pollen. The target compounds were 450 pesticide residues, microplastics, eleven heavy metals, 35 PAHs, and 19 VOCs known to be hazardous to humans. Pollen is also sampled to determine pollen diversity. The protocol of the study is available on the EU pollinator information hive ([EU pollinator information hive](#)). The study was carried out in 315 apiaries selected by dominant land-use: agriculture, artificial, or forest/nature. In the 5,525 APIStrips, 202 pesticide residues were detected. There was no apiary in the EU where no pesticide was detected. In the 2,390 APITraps, 52,099 synthetic polymer fibres and 7,244 synthetic polymer fragments plus films, mainly polyester, polypropylene, and polyethylene were detected. The target VOC and PAH were found, and appeared to be omnipresent as were the heavy metals. Both metals and PAH/VOC results indicated emission sources. In 6% of the honey, the polar pesticides glyphosate and AMPA were found. In the trapped pollen 501 plant genera were identified, the most frequently recorded genera being *Trifolium*, *Plantago*, *Brassica*, *Rubus*, and *Castanea*. *Brassica* was mostly in the northern and *Plantago* in the central and eastern European sampling sites) The bee-collected pollen mean diversity was higher in artificial (mean number of genera = 9.1) than in agricultural (mean number of genera = 8.5) or forest/natural (mean number of genera = 8) land-use types. The predictive models show the changes in the risk of pesticide exposure and pollen diversity available for honey bees. Up to now, the study has generated fourteen peer-reviewed scientific publications, and more will follow. More information about INSIGNIA-EU is available on our website [www.insignia-eu](http://www.insignia-eu)

Keywords: honeybee, biomonitoring, environmental pollution, pollen, pesticides

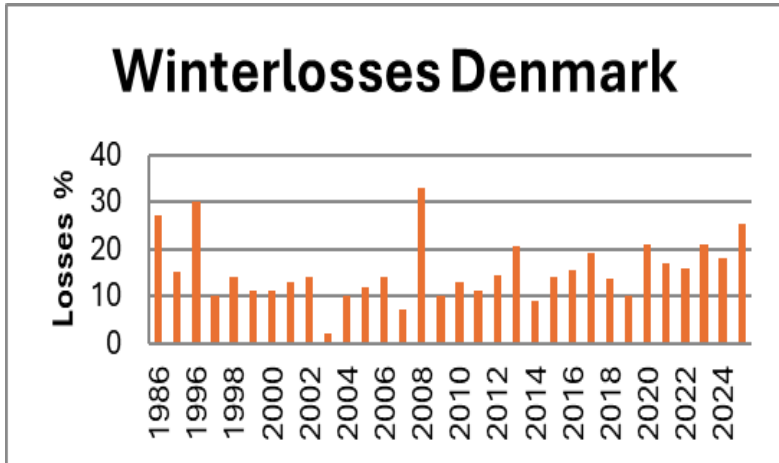
## **ORGANIC VARROA TREATMENT AND WINTER LOSSES IN DENMARK – 30 YEARS OF EXPERIENCE**

**Vejsnæs, Flemming.** *M.Sc. Biologist and beekeeping adviser.*  
*Danish Beekeepers Association*

**Winter Losses in Denmark.** Varroa destructor was first discovered in Denmark in 1987, and by the early 1990s it was fully

established in all colonies across the country. Our first major losses occurred in 1996, when more than one-third of all colonies died due to acute bee paralysis.

Since then, as part of the COLOSS network, we have monitored winter losses annually. Over time, a clear pattern has emerged: approximately every 5–6 years we see particularly high losses.

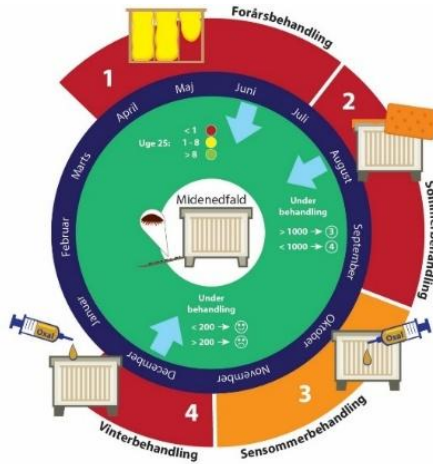


**Danish beekeeping.** Denmark has close to 6.500 beekeepers, representing 1.200.000 colonies. 1 % are commercial and 5 % sideliners.

**The Danish Strategy.** The Danish Beekeepers Association follows a strict organic approach to varroa control. Only organic and biotechnical methods are recommended — no synthetic pesticides are used. This ensures that we can provide consumers with a pure and natural honey product.

Our strategy is straightforward and based on at least three treatments each season: Spring: Drone brood removal, Summer: Formic acid treatment, Winter (December): Oxalic acid treatment

This is an example, you can put together your strategi as you want. Many option ares available. Beekeepers are expected to monitor natural mite fall, although in practice, many do not.



**Current Challenges.** In recent years, this strategy has become less reliable due to: High colony density, a sharp increase in the number of beekeepers, uncontrolled, reinvasion, greater virus loads in colonies, reinvasion of mites, inconsistent treatment practices, climate change impacts, agricultural monocultures and pesticide use. Even after 30 years, varroa remains the biggest challenge in Danish beekeeping—and we believe it is still the greatest threat worldwide.

**Education and Tools.** To support beekeepers, the association has trained a large number of local varroa instructors and produced extensive educational materials, including: A 54-page guide and several shorter pamphlets, regular in-person and online training courses, online resources and tools: [www.varroa.dk](http://www.varroa.dk), [www.varroamodel.dk](http://www.varroamodel.dk), [www.beedisease.dk](http://www.beedisease.dk), [www.beeplants.eu](http://www.beeplants.eu)



Start  
5

End  
3

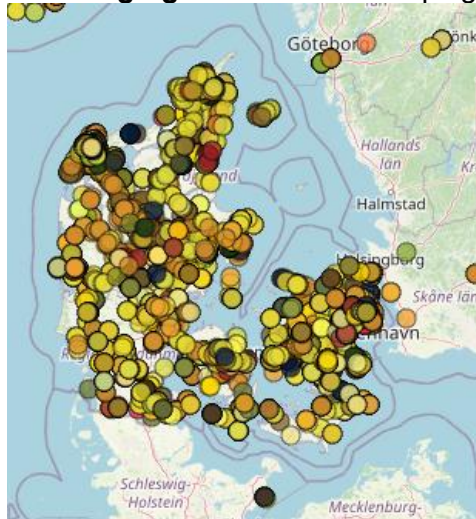
[www.varroamodel.dk](http://www.varroamodel.dk)

**Conclusions and Outlook.** Our research and experience show that winter losses are driven by the interaction of varroa mites, viruses, insufficient protein (pollen), climate change (warmer seasons, new flowering patterns, extreme weather).

Beekeeping is also under pressure due to the public claiming competition between wild bees and honeybees.

The question of varroa tolerance or resistance is a major focus at the moment, with numerous international projects underway. Danish beekeepers are still behind on this issue, since it is very time consuming efforts breeding for tolerance. Whether this is the long-term solution remains to be seen.

Looking ahead, we must also consider future challenges such as **honey fraud and emerging threats** to beekeeping.



[www.beeplants.eu](http://www.beeplants.eu).

Citizen science flowering time in Denmark

#### References

1. Brodschneider, R., Gray, A. (2021). How COLOSS Monitoring and Research on Lost Honey Bee Colonies Can Support Colony Survival. *Bee World* Volume 99, 2022 – Issue 1: A Special Issue on COLOSS, Pages 8-10.
2. Brodschneider, R., Schlagbauer, J., Arakelyan, I., Ballis, A., Brus, J., Brusbardis, V., ... & Gray, A. (2023). Spatial clusters of

*Varroa destructor* control strategies in Europe. Journal of Pest Science 96: 759-783.

3. Gray, Brodschneider et all. (2022). 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, 1-7.

4. Kilpinen & Vejsnæs, Biavlén i Danmark (Beekeeping in Denmark). Tidsskrift for Biavl. December 2022. Special issue. 32 pages.

5. Olsen, Holm, Pape, Simonsen. Natural history museum collection and citizen science data show advancing phenology of Danish hoverflies (Insecta: Diptera, Syrphidae) with increasing annual temperature. LOSONE| <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232980>

6. Olesen, J E. *Climate change and agriculture in Denmark*. Denmark: N. p., 2001. Web.

7. Steen, Josef. 2025. Beeplants.eu. <https://www.better-b.eu/learning-platform/citizen-science/>

8. Vejsnæs, Nielsen, Kryger. Factors involved in the recent increase in colony losses in Denmark. Journal of Apicultural Research 49(1): 109-110. 2010

9. Vejsnæs & Kilpinen. *Varroa – den sikre strategi* (Varroa the safe strategi). Tidsskrift for Biavl. 2018. Special issue. 56 pages.

## **ВПЛИВ КОМАХ-ЗАПИЛЮВАЧІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ *HELIANTHUS ANNUUS* L. В УМОВАХ ПЕРЕДГІР'Я**

**Герасимюк Павло<sup>1</sup>**, аспірант,

**Оксана Зароченцева<sup>1</sup>**, к.б.н., асистент

1 - Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна

**Оксана Лакуста<sup>2</sup>**, к.б.н., судовий експерт

2 - Чернівецький НДЕКЦ МВС України, Україна

*Helianthus annuus* L. – це ключова олійна культура світового значення (Hussain et al., 2025), а в Україні і стратегічно важливий комерційний товар, де частка соняшнику у структурі посівних

площ є найбільшою і становить ~22 % (Пелех, Онуфрійчук, 2025). Так, на сьогодні основним напрямком збільшення виробництва насіння соняшника є впровадження у виробництво нових високоврожайних гібридів та інтенсивних технологій їх вирощування, урожайність яких напряму залежить від того, наскільки адаптований висіяний гібрид до умов природно-кліматичної зони регіону (Мащенко, Лобуренко, 2024). Втім низкою науковців повідомляється про беззаперечний вплив на збільшення якісних та кількісних показників насінневої продуктивності соняшника за наявності достатньої кількості комах-запилювачів, з яких, як відомо, для *H. annuus* важливими є комахи роду Hymenoptera, зокрема *Apis mellifera* L. (Amarilla et al., 2025; Padhy et al., 2024; Abbasi et al., 2021).

Оскільки культура соняшника демонструє неабияку пластичність щодо вирощування у різних агрокліматичних регіонах (Hussain et al., 2025; Abbasi et al., 2021), то останнім часом практикується культивування *H. annuus* і в умовах, передгірських чи гірських регіонів, що, перш за все обумовлено воєнними подіями в Україні, які й передували релокації крупних агрохолдингових компаній в західні регіони. Очевидно, що важко та майже неможливо охопити вивчення впливу різних чинників на урожайність *H. annuus* усіх відомих на сьогодні сортів і гібридів (адже тільки в Україні їх зареєстровано майже 1000), втім, з метою отримання максимальних потенційних проявів генетично закладених ознак (і відповідно агрономічного та економічного прибутку) актуальним постає дослідження внеску тих чи інших факторів, в тому числі й впливу комах-запилювачів, на покращення якісно-кількісних параметрів соняшникової продуктивності та урожайності (Пелех, Онуфрійчук, 2025). Зважаючи на сказане, це дослідження мало на меті оцінити вплив ізоляції комах-запилювачів на урожайність деяких сучасних гібридів *Helianthus annuus* L., культивованих в умовах передгірського регіону України.

**Матеріали та методи.** Матеріалом для дослідження виступило насіння семи гібридів *Helianthus annuus* L. 5-ти виробників – «Euralis», «Limagrain», «Pioneer», «RAGT semences» «Syngenta». Експериментальна частина роботи передбачала два етапи досліджень. Перший – польовий, де

полігоном для дослідження виступили с/г угіддя, що знаходяться в адміністративних межах с. Слобода-Комарівці у Чернівецькому районі Чернівецької області та підпорядковані агрохолдингу «Continental Farmers Group» кластеру «Буковина». Згідно фізико-географічного районування України територія полігону дослідження належить до гірського краю – Українські Карпати, області – Передкарпатської височинної, району – Вижницько-Сторожинецького. Культивування соняшників здійснювалося відповідно до загальноприйнятих агротехнічних прийомів з належним контролем шкідників і забур'янення. Більш детально про дизайн експерименту наведено у праці М. Федоряк зі співав. (Федоряк та ін., 2023). Загалом для кожного гібриду було сформовано дві групи рослин: контрольна, у якій кошики залишали відкритими для вільного доступу комах-запилювачів, та дослідна, у якій кошики ізолювали від комахозапилення. Останнє здійснювали за допомогою нетканого агроволокна у вигляді чохла, який одягали на кошик, унеможлиблюючи доступ комах протягом всього періоду цвітіння. Після чого з дослідних варіантів рослин знімали ізолятори, вимірювали діаметр диску кошика та відповідно до цього критерію підбирали рослини контрольного варіанту цього ж ряду. Подальше відбирання, пакування, маркування та формування проб насіння *H. annuus*, методи його аналізу і вимірювання параметрів проводили з урахуванням вимог ДСТУ 4138-2002 та ДСТУ 2240-93. Другий етап роботи – лабораторні дослідження – передбачали визначення окремо для кожного кошика контрольної та дослідної групи рослин відповідних кількісних та якісних параметрів. На основі отриманих даних розраховували біологічну врожайність та порівнювали із потенціалом урожайності цих гібридів, заявленим виробниками на офіційних сайтах.

**Результати досліджень.** Урожайність, як інтегрований комплексний показник, визначається характером прояву складових продуктивності рослин, які є кількісними ознаками і контролюються полігенними системами, відображаючи всі взаємодії між умовами вирощування та агротехнічними заходами (Зінченко та ін., 2025). Показник дозволяє не лише підтвердити або спростувати будь-які попередні припущення чи гіпотези, але й дає змогу оцінити ефективність використаних

підходів культивування. Так, в результаті проведених нами досліджень встановлено, що урожайність гібридів соняшника, вирощених в одних і тих же агрокліматичних умовах передгір'я України, за наявності чи відсутності комах-запилювачів може суттєво змінюватися (рис. 1). Наприклад, в групі ізольованих рослин гібриду EUR Rosaliya урожайність склала 17,41 ц/га, натомість за наявності комахозапилення показник суттєво зростає, досягаючи позначки 40,80 ц/га. Відповідні тенденції встановлені й для інших досліджуваних гібридів (перше значення вказане для групи ізольованих рослин, друге – для рослин з вільним комахозапиленням): RAGT Wolf – 11,93 ц/га та 26,33 ц/га; P62LL109 – 15,73 ц/га та 22,18 ц/га; LG5478 – 16,67 ц/га та 30,20 ц/га; Syn Arisona – 15,11 ц/га та 22,94 ц/га; Syn Brio – 19,05 ц/га та 39,03 ц/га; Syn Kondi – 18,85 ц/га та 27,76 ц/га. Так, бачимо, що найвищі значення показників урожайності встановлені для гібридів EUR Rosaliya та Syn Brio (для обох груп рослин).

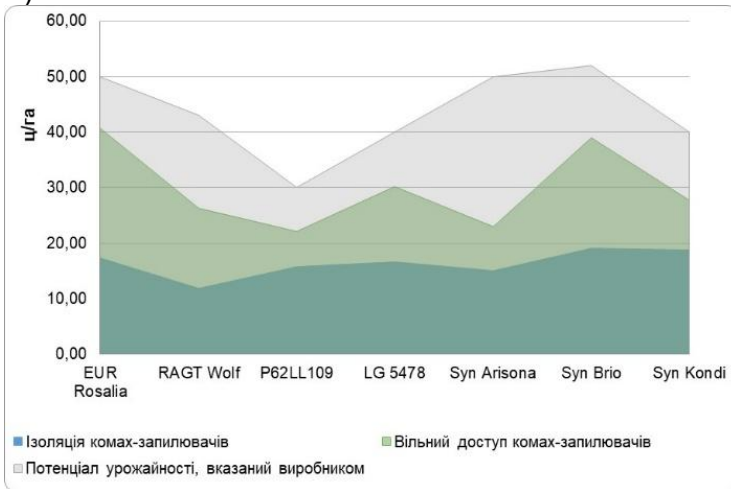


Рис. 1. Урожайність деяких сучасних гібридів *H. annus* L., культивованих в передгірській природно-кліматичній зоні України, за різних умов запилення

Зауважимо, що при співставленні отриманих значень із потенційними показниками, заявленими виробником, у всіх досліджуваних гібридів культивованих у даній природно-

кліматичній зоні відмічено недобір урожаю ( $y \sim 1,2-3,6$  рази) (рис. 1).

Водночас, в цілому, на основі отриманих результатів чітко прослідковується тенденція позитивного впливу на урожайність комахозапилення для усіх досліджуваних гібридів *H. annus* L., адже у випадку ізоляції ентомогамії показники урожайності знижувалися на  $\sim 29,1-57,3$  % (рис. 2).

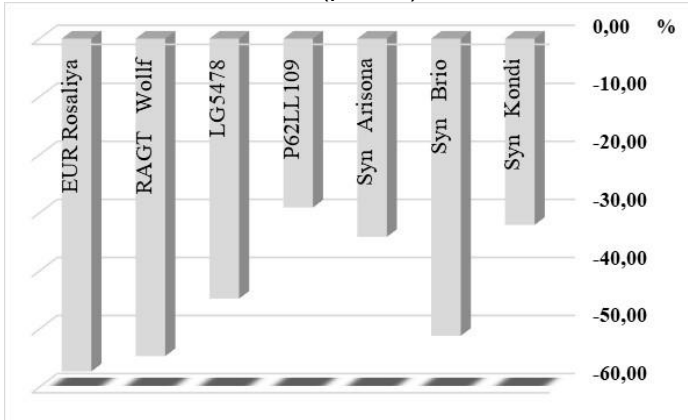


Рис. 2. Зміни показників урожайності досліджуваних гібридів *H. annus* L., культивованих в передгірській природно-кліматичній зоні України, за умов ізоляції комах-запилювачів

Грунтуючись на проаналізованих даних, нами сформовано наступний рейтинговий спадний ряд «чутливості» досліджуваних гібридів, вирощених в умовах передгір'я, до наявності/відсутності комахозапилення: EUR Rosaliya → RAGT Wolf → Syn Brio → LG5478 → Syn Arisona → Syn Kondi → P62LL109. Тобто, бачимо, що в даних природно-кліматичних умовах с. Слобода-Комарівці найбільш «чутливими» щодо відсутності комах-запилювачів виявилися рослини гібриду EUR Rosalia, натомість менш чутливими – рослини гібриду P62LL109.

**Висновки.** Таким чином, на основі проведених досліджень нами доведено позитивний вплив комахозапилення на збільшення урожайності деяких сучасних гібридів *H. annus* L., зокрема, в передгірській природно-кліматичній зоні України. Також нами виокремлено гібриди більш та менш «чутливі» щодо відсутності/наявності комах-запилювачів. Встановлені факти та тенденції можна використати для отримання бажаних

максимальних показників насінневої продуктивності при вирощуванні тих чи інших сучасних гібридів з урахуванням зони посіву та умов запилення. Так з цією метою (зважаючи на отримані нами показники) ми рекомендуємо як потенційно перспективні для культивування в передгірських природно-кліматичних умовах вирощувати гібриди компанії Euralis (зокрема, Rosalia) та компанії Syngenta (зокрема, Brio) з обов'язковою наявністю бджолозапилення.

#### Список літератури

1. Abbasi, K. H., Jamal, M., Ahmad, S., Ghramh, H. A., Khanum, S., Khan, K. A., ... & Zulfikar, B. (2021). Standardization of managed honey bee (*Apis mellifera*) hives for pollination of Sunflower (*Helianthus annuus*) crop. *Journal of King Saud University-Science*, 33 (8), 101608. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101608>
2. Amarilla, L. D., Grilli, G., Huais, P. Y., Labuckas, D., Maestri, D., Ferrarese, M., ... & Galetto, L. (2025). Pollinators significantly enhance seed set, yields and chemical parameters of oil seed in sunflower crops. *Field Crops Research*, 322, 109736. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.109736>
3. Hussain, S., Khalili, A., Qayyum, A., Khan, S. U., Mehmood, A., Ahmad, G., ... & Zeng, Y. (2025). Optimizing sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids growth, achene and oil yield through soil applied Sulphur and Zinc. *Scientific Reports*, 15 (1), 13829. DOI: [10.1038/s41598-025-96800-2](https://doi.org/10.1038/s41598-025-96800-2)
4. Padhy, D., Satapathy, C. R., Borkataki, S., Shankar, T., Ray, S., Yadav, M. K., ... & Ramalakshmi, V. (2024). Pollinators diversity and pollination effects on yield attributes of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Odisha. *Entomon.*, 49 (1), 103–108. DOI: [10.33307/entomon.v49i1.1043](https://doi.org/10.33307/entomon.v49i1.1043)
5. Зінченко, С. В., Лозінський, М. В., Самойлик, М. О., & Устинова, Г. Л. (2025). Використання полтавського індексу при доборах у популяціях F2-3 пшениці м'якої озимої. *Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва с/г культур: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції*. Полтава, 2025. 36–38.
6. Мащенко, Ю., & Лобуренко, М. Продуктивність гібридів соняшнику іноземної селекції в північному степу України. *Сучасні технології агропромислового виробництва* : Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. Кропивницький: ЦНТУ, 2024. 233–235.
7. Пелех, Л. В., & Онуфрійчук, О. М. (2025). Особливості густоти стояння рослин соняшнику. *Аграрні інновації*, 29, 107–112. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.18>

8. Федоряк, М., Жук, А., Зароченцева, О., Филипчук, Т., Ситнікова, І., Легета, У., ... & Шпак, Я. (2023). Алгоритм дослідження продуктивності гібридів соняшника за умов комахозапилення. Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи), 15 (1), 52–63. DOI: <https://doi.org/10.31861/biosystems.2023.01.052>

## **ЗАПИЛЕННЯ ЯК КЛЮЧОВА ЕКОСИСТЕМНА ПОСЛУГА: ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ**

**Жук Аліна**, д.б.н., доцент кафедри екології та біомоніторингу,  
**Москалик Ігор**, здобувач третього рівня вищої освіти, **Федоряк  
Марія**, д.б.н., професор, завідувач кафедри екології та  
біомоніторингу  
*Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна*

Запилення рослин належить до регулювальної екосистемної послуги (regulating services), яка не лише приносить користь людству, але й забезпечує стабільність екосистем. Проте в умовах глобалізації виникають ризики, які ставлять під загрозу як екологічну стійкість екосистем, так і продовольчу безпеку людства. Це деградація середовищ існування, забруднення, використання пестицидів, поява інвазійних видів, зменшення чисельності диких запилювачів, зміна клімату та взаємодія всіх цих чинників.

Наразі повідомляють про зменшення популяції комах-запилювачів в усьому світі (наприклад, Potts et al., 2010; Soroye et al., 2020 ). В Україні зимові втрати бджолиних колоній становлять майже 10 % щорічно (Федоряк та ін., 2024). Тому пошук шляхів підтримки місцевих бджіл та інших комах-запилювачів важливий для збереження біорізноманіття і для підтримки послуг із запилення, включаючи відновлення та/або збільшення середовища існування.

З метою відновлення середовища існування диких запилювачів науковцями кафедри екології та біомоніторингу ЧНУ, в межах виконання міжнародного проекту RestPoll сформовано мережу, яка включає «живі лабораторії» (Living Labs) та «зовнішній контроль» (Out Control) (рис. 1). Локалітети

підібрані таким чином, щоб відобразити агропрофіль регіону (поля з монокультурами (ріпаку, сої, кукурудзи), присадибні ділянки із сумішшю різних агрокультур та яблуневі сади) (Кілінська та ін., 2019).

З метою сезонного моніторингу системи запилення в кожному локалітеті закладено трансекти протяжністю 150 м та шириною 2 м, які мають різну геометричну конфігурацію залежно від особливостей ландшафту. У виділених локалітетах проведено біомоніторинг запилювачів та їх кормової бази. Зроблено аналіз фіторізноманіття межових смуг трав'яного дикоросту в агроландшафті як детермінанту збереження запилювачів (Moskalyk et al., 2025).



Рис. 1. Схема розташування локалітетів живих лабораторій (1) та зовнішніх контролей (2)

Ефективне функціонування живих лабораторій можливе за умови тісної співпраці стейкхолдерів: науковців, фермерів та бджолярів, зацікавлених у впровадженні заходів із відновлення середовищ існування диких запилювачів.

Систематично відбуваються зустрічі науковців із фермерами для обміну думками, інтеграції знань та практик. З метою підвищення екологічної обізнаності місцевих мешканців, учнів, студентів на території навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів змонтовано клумби із аборигенних медоносів. У яблуневих садах (локалітети живих лабораторій)

імplementовано готелі для запилювачів, міжряддя із фацелією, стаціонарні вулики, регульоване використання *Apis mellifera* L. (рис. 2).



Рис. 2. Імplementації для оптимізації запилення

Отже, запилення — важлива екосистемна послуга, яка потребує цілеспрямованого екологічного управління на основі мультипартисипативного підходу. Використання живих лабораторій у процесі оптимізації екосистемної послуги запилення – це ефективна форма поєднання науки, практики та освіти. Такий підхід сприяє збереженню біорізноманіття, формуванню екологічної культури та свідомості, застосуванню стійких моделей землекористування.

#### Список літератури

1. Кілінська, К., Сухий, П., Андрусак, Н., Березка, І. (2019). Екологічні проблеми галузі садівництва у Чернівецькій області. *Науковий вісник Чернівецького університету. Серія Географія*, (808), 47–54.
2. 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. (2024). Результати моніторингу втрат бджолиних колоній в Україні після зими першого року війни (2021–2022). *Біологічні системи*, 16(3), 300–312. <https://doi.org/10.31861/biosystems2024.03.300>
3. 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 (IJEES)*, 15 (4), 161–170. <https://doi.org/10.31407/ijeess15.4>

4. Potts, SG, Biesmeijer, JC, Kremen, C, Neumann, P, Schweiger, O, Kunin, WE (2010). Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25, 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>

5. Soroye, P., Newbold, T., Kerr, J. (2020). Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents. *Science*, 367(6478), 685–688. <https://doi.org/10.1126/science.aax8591>

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ БДЖОЛИНИХ (*ANTHOPHILA*) НА ТЕРИТОРІЇ ЧЕРНІВЕЦЬКОГО РАЙОНУ В МЕЖАХ ВИКОНАННЯ МІЖНАРОДНОГО ПРОЄКТУ RESTROLL

**Легета Уляна**, к.б.н., доцент кафедри екології та біомоніторингу,  
**Сосновський Костянтин**, здобувач третього рівня вищої освіти  
*Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна*

Популяції запилювачів у різних частинах світу за останні десятиліття стрімко скорочуються, і це викликає серйозне занепокоєння. Під загрозою зникнення перебуває до 40 % безхребетних-запилювачів, таких як бджоли й метелики, а також – близько 16 % хребетних (зокрема птахів і кажанів). Втрата видів і різке зменшення чисельності комах – основної групи запилювачів у більшості біомів – зафіксовані на всіх континентах. Так, у Північній Америці чисельність східної популяції метелика монарха (*Danaus plexippus* L.) знизилась на 80%, а деякі види джмелів втратили до 96% своєї чисельності (Brunet, J., & Fragoso, F. P. 2024).

*Anthophila* (бджоли в широкому сенсі) – надродина комах з ряду перетинчастокрилих, до якої належать понад 20 тисяч видів, поширених на всіх континентах, крім Антарктиди. Види бджолиних є ключовими запилювачами в природних і аграрних екосистемах для забезпечення відтворення понад 75 % видів квіткових рослин світу та значної частини сільськогосподарських культур. Останні десятиліття фіксується різке скорочення чисельності багатьох груп бджіл (Daza, P., et al., 2024).

Мета роботи – проведення порівняльного аналізу родів бджолиних у агроекосистемах Чернівців та Чернівецької області в рамках проєкту HORIZON Europe RestPoll.

Дослідження проводили впродовж травня-вересня 2024 р. згідно методики, наведеної у протоколі RestPoll, адаптованої до особливостей регіональних досліджень. Відлов та фіксацію комах з групи Anthophila здійснювали у різних агроекосистемах, до яких увійшли «живі лабораторії» (Living Labs, LL) та «зовнішній контроль» (Out Control, OC). У межах Чернівецької міської територіальної громади у двох локалітетах розташовані наступні LL: Придністровська станція садівництва (фруктові сади) (LL1) та територія біобазису «Жучка» навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (поля з монокультурами (ріпаку, сої, кукурудзи) (LL2). В якості зовнішнього контролю (OC) було обрано трансекти на території сіл: Червона Діброва, Топорівці й Чорнівка (яблуневі сади), та місцевості Рогізна, Чернівці без застосування практик збереження запилювачів. Під час збору матеріалу у кожній локації виділяли п'ять трансект довжиною 150 м. Основними методами дослідження були візуальне спостереження, косіння ентомологічним сачком та фотофіксація. Камеральну обробку матеріалу проводили у лабораторії кафедри екології та біомоніторингу та за участю фахівців-ентомологів.

Загалом зібрано та опрацьовано 306 екземплярів бджолиних, із яких 277 ідентифіковано до виду. Виявлені види належать до 18 родів із 9 підродин і 5 родин (таблиця). Частина особин, зафіксованих фотографічно, вдалося ідентифікувати лише до рівня роду.

Таблиця

Різноманіття родів Anthophila у агроекосистемах Чернівецького району, досліджених в рамках проєкту HORIZON Europe RestPoll

<b>Таксономічне положення</b>						<b>Локалітету*</b>		
<b>Родина</b>		<b>Підродина</b>		<b>Рід</b>		<b>LL1</b>	<b>LL2</b>	<b>OC</b>
1	<i>Andrenidae</i>	1	<i>Andreninae</i>	1	<i>Andrena</i>			
2	<i>Apidae</i>	2	<i>Apinae</i>	2	<i>Apis</i>			

				3	<i>Bombus</i>			
				4	<i>Tetraloniell</i>			
				5	<i>Tetralonia</i>			
				6	<i>Eucera</i>			
		3	<i>Nomadinae</i>	7	<i>Nomada</i>			
3	<i>Halictidae</i>	4	<i>Halictinae</i>	8	<i>Halictus</i>			
				9	<i>Sphecode</i>			
				10	<i>Lasioglossum</i>			
		5	<i>Rophitinae</i>	11	<i>Systropha</i>			
		6	<i>Nomiinae</i>	12	<i>Nomiapis</i>			
4	<i>Megachilidae</i>	7	<i>Megachilinae</i>	13	<i>Heriades</i>			
				14	<i>Megachile</i>			
				15	<i>Hoplitis</i>			
				16	<i>Pseudoantidium</i>			
5	<i>Colletidae</i>	8	<i>Hylaeinae</i>	17	<i>Hylaeus</i>			
			<i>Colletinae</i>	18	<i>Colletes</i>			

Примітка: \* LL1 - Придністровська станція садівництва, Чернівці; LL2 - територія біобазису "Жучка" ННІБХБ, Чернівці; ОС трансекти на територіях: с. Рогізна, Чернівці; с. Чорнівка, Чернівецька міська територіальна громада; с. Червона Діброва та с. Топорівці Чернівецька область

Серед 18-ти виявлених родів бджолиних у досліджених агроєкосистемах встановлено присутність 8-ми на всіх локаціях: *Andrena*, *Apis*, *Bombus*, *Nomada*, *Halictus*, *Sphecodes*, *Lasioglossum* та *Hylaeus* (див. табл.). Найбільш чисельними виявилися: *Andrena*, *Bombus*, *Halictus*, *Lasioglossum*, *Colletes* і *Megachile*. При цьому, у всіх досліджених локалітетах домінуюча роль за чисельністю особин належить західній медоносній бджолі (*Apis mellifera* (Linnaeus, 1758)).

Наявність представників окремих родів бджолиних встановлено лише на територіях Living Lab. Так, комахи з родів *Tetralonia*, *Eucera*, *Systropha*, *Nomiapis*, *Heriades*, *Megachile* та *Pseudoanthidium* зустрічалися в межах агроекосистем Living Labs. Зокрема, для LL1 та LL2 встановлено 13 і 14 родів бджолиних відповідно, натомість для трансект ОС цей показник рівний 10 (див. табл.). Одержані результати корегують з дослідженнями активного землекористування, що призводить до зниження видового різноманіття агроекосистем (Dyman et al., 2022). Однак, у певних випадках встановлено зменшення кількості видів на територіях з низьким використанням агрохімікатів (Sahu et al., 2022).

Аналіз зібраного матеріалу вказує на доцільність поглибленого вивчення поширення видів родів *Andrena* та *Lasioglossum*, наявність і відносна чисельність яких може слугувати індикатором екологічного стану Living Labs та Out Control. В цілому, отримані дані будуть використані в подальших дослідженнях екологічного стану агроекосистем.

#### Список літератури:

1. Brunet, J., & Fragoso, F. P. (2024). What are the main reasons for the worldwide decline in pollinator populations?. CABI Reviews, (2024).
2. Daza, P., Arista, M., Berjano, R., Ortiz, P., Morón-Monge, H., & Antonini, Y. (2024). Bee pollination and bee decline: A study about university students' Knowledge and its educational implication. BioScience, 74(12), 851-866.
3. Dyman, T., Yashchenko, S., Mazur, T., Dyman, N., & Zagoruy, L. (2022). Comparative analysis of the diversity of bees in agroecosystem habitats. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, (2) (175), 70–77.
4. Grabovska, T., Lavrov, V., & Putchkov, O. (2021). Diversity of entomofauna in organic versus conventionally managed soybean fields protected by forest shelter belts in Ukraine. Organic Agriculture, 11(4), 625-638.
5. Nykytiuk, P., Moroz, V., Komorna, O., Nykytiuk, Y., & Raschenko, A. (2020). Species diversity indices in poultry farms' insect communities. Ukrainian Journal of Ecology, 10(6), 66-68.
6. Kratschmer, S., Pachinger, B., Schwantzer, M., Paredes, D., Guzmán, G., Gómez, J. A., ... & Winter, S. (2019). Response of wild bee diversity, abundance, and functional traits to vineyard inter-row management intensity and landscape diversity across Europe. Ecology and Evolution, 9(7), 4103-4115.

7. Sahu, B., Gupta, A., & Deole, S. (2022). Natural vs. agricultural landscape: Potential habitat for native bees. *The Pharma Innovation Journal*, SP-11(11), 1512–1516.

8. Zattara, E. E., & Aizen, M. A. (2021). Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. *One Earth*, 4(1), 114-123.

## **ВТРАТИ БДЖОЛИНИХ КОЛОНІЙ В УКРАЇНІ ПІСЛЯ ЗИМІВЛІ 2024-2025 РР. В УМОВАХ ВІЙНИ**

**Шкробанець Олександр, Тетяна Филипчук, Данило Федоряк,  
Леся Тимочко, Вадим Джос, Марія Федоряк**  
*Чернівецький національний університет імені Юрія  
Федьковича, Україна*

Україна належить до найбільших виробників меду, зокрема, згідно із даними (УКАБ, 2025) минулого року Україна посіла 3-тє місце серед світових лідерів в експорті меду. З іншого боку військові дії в Україні негативно впливають на галузь бджільництва – це механічне знищення пасік, шумове та сейсмічне забруднення, хімічне забруднення нафтопродуктами та важкими металами територій медозбору та місць утримання бджолиних колоній (Лукаш та ін., 2022).

Мета дослідження: провести аналіз зимових втрат бджолиних колоній в Україні після зимівлі 2024-2025 рр.

Умови війни ускладнюють охоплення великої кількості респондентів, проте нам вдалося опитати понад 1000 бджолярів (валідними виявилися 989 відповідей) із усіх адміністративних областей за винятком Криму та Луганської області (рис. 1.). Дослідження втрат бджолиних колоній проведено на основі результатів анкетування бджолярів України в рамках міжнародного моніторингу COLOSS.

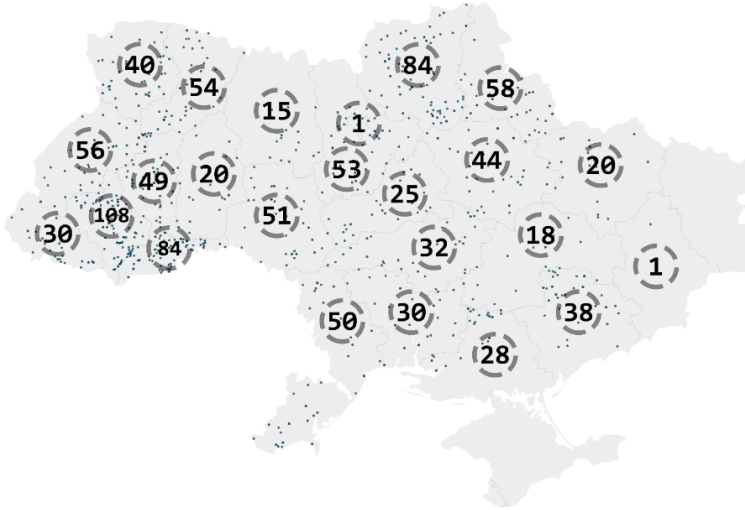


Рис. 1. Кількісний розподіл респондентів

Нами встановлено, що загальні зимові втрати бджолиних колоній в Україні після зимівлі 2024-2025 рр. становили 13,8 %. Для порівняння – зимові втрати після минулорічної зимівлі були в 1,5 рази нижчими (9,5 %).

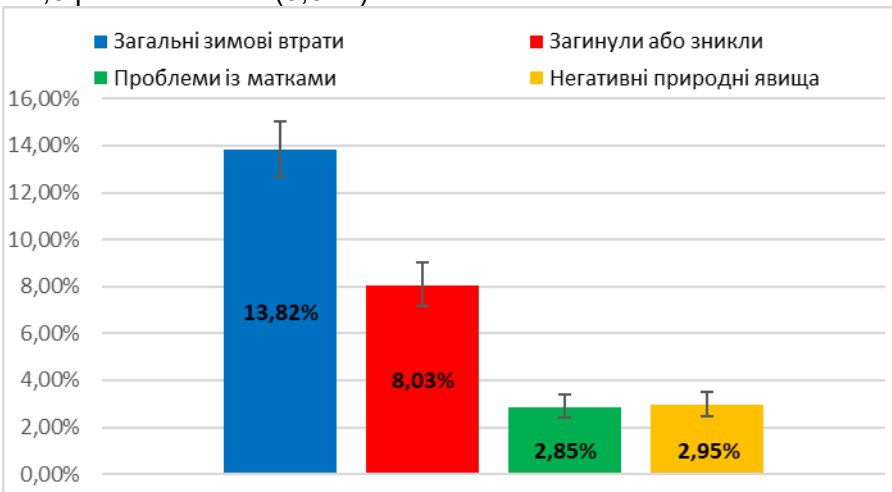


Рис. 2. Структура зимових втрат бджолиних колоній

В структурі зимових втрат (рис. 2.) основну частину займають бджолині колонії, які загинули або зникли – 8 %. Серед втрат через негативні природні явища (2,9 %) бджолярі найчастіше відмічали нетипові погодні умови взимку та навесні – зима 2024-2025 рр. виявилась аномально теплою (АгроЕліта, 2025). Серед інших причин, бджолярі відмічали втрати через мишей, ос, дятлів, удушення від снігу, пожежі та буревії.

Таблиця 1  
Зимові втрати бджолиних колоній на пасіках різного розміру

Показник	Малі пасіки (<50 колоній)	Середні пасіки (51-150 колоній)	Великі пасіки (>151 колонії)
Загинули або зникли [95% CI]	11,09 [9,62; 12,76]	7,77 [6,32; 9,52]	6,2 [3,87; 9,79]
Проблеми із матками [95% CI]	3,84 [3,15; 4,68]	2,04 [1,63; 2,55]	2,97 [1,4; 6,2]
Негативні природні явища [95% CI]	4,22 [3,46; 5,13]	2,82 [2,06; 3,85]	2,21 [0,98; 4,89]
Загальні зимові втрати [95% CI]	19,15 [17,35; 21,1]	12,63 [10,83; 14,69]	11,38 [7,95; 16,04]

Згідно з отриманими результатами (табл. 1), більшість наших респондентів – а саме 66 % – утримують малі пасіки (до 50 колоній), і тільки 6 % респондентів утримують великі промислові пасіки (понад 151 колоній). Із збільшенням розміру пасіки спостерігається зменшення зимових втрат бджолиних колоній. Малі пасіки зазнали вищих зимових втрат (19,2 %), ніж середні (12,6 %) та великі пасіки (11,4 %). Дана тенденція зберігається не вперше і пояснюється кращим використанням ресурсів та ефективнішим доглядом за більшими пасіками.

В анкеті також були питання, що стосувалися наслідків військових дій в Україні для бджолярів. Згідно з відповідями, 120 бджолярів із 13 областей України зазначили, що їхні пасіки розташовані на територіях, де відчувається вплив бойових дій (шум, задимлення, забруднення). Переважно це бджолярі з Донецької, Харківської, Запорізької, Херсонської, Миколаївської,

Одеської, Полтавської, Сумської, Чернігівської та Дніпропетровської областей.

Отже, зимові втрати після зимівлі 2024-2025 рр. виявились вищими – 13,8 %, в порівнянні із попереднім роком. Найбільших втрат традиційно зазнали пасіки до 50 колоній – 19,2 %. Основними факторами зимових втрат які відмічали бджолярі є аномально тепла зима із холодною весною та наслідки від військових дій.

#### Список літератури

1. АгроЕліта. (2025, 8 березня). *Аномально тепла зима: які ризики для озимих культур?* Журнал «АгроЕліта». <https://agroelita.info/anomalno-tepla-zyma-i-aki-ryzyky-dlia-ozymykh-kultur/>
2. Лукаш О., Давиденко А. та Пирожков Є. (2022). *Екологічні фактори та наслідки впливу військових дій на бджільництво у поліській частині Чернігівської області*. *Biota. Human. Technology*, (3), 60-72.
3. УКАБ. (2025, 15 серпня). *Україна у 2024 році увійшла до трійки найбільших світових експортерів меду*. Асоціація «Український клуб аграрного бізнесу». <https://www.ucab.ua/ua/pres-sluzhba/novosti/ukraina-u-2024-rotsi-uviiyshla-do-triyki-naybilshikh-svitovikh-eksporteriv-medu>

**Мапа країн, представники яких представили тези досліджень у  
Збірнику матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції  
«СОЦІОЕКОСИСТЕМИ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ІНШИХ ВИКЛИКІВ»,  
присвяченої 150-річчю Чернівецького національного  
університету імені Юрія Федьковича  
Чернівці, 3-4 вересня 2025 року**



ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

**СОЦІОЕКОСИСТЕМИ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ІНШИХ ВИКЛИКІВ**

Збірник матеріалів

Міжнародної науково-практичної конференції,  
присвяченої 150-річчю Чернівецького національного університету  
імені Юрія Федьковича

Чернівці, 3-4 вересня 2025 року

Головний редактор: Федоряк Марія Михайлівна  
Технічний редактор: Зароченцева Оксана Дмитрівна

Видавництво та друкарня Чернівецького національного університету  
58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2.  
e-mail: [ruta@chnu.edu.ua](mailto:ruta@chnu.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК №891 від 08.04.2002 р.

Рекомендовано до оприлюднення 09.10.2025 р.  
Гарнітура Arial  
Ум. др. арк.: 11,5