

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
Кафедра екології та біомоніторингу

Дослідження фіторізноманіття буферних зон агроценозів

Кваліфікаційна робота
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Виконала:
Студент II курсу 603 групи
Спеціальності 101 – Екологія
Максим ГУСАР
Науковий керівник:
к.б.н., асист. Тетяна ФИЛИПЧУК
Рецензент:

До захисту допущено:
Протокол засідання кафедри № 7
від „25” листопада 2024 р.
зав. кафедри _____ проф. Марія ФЕДОРЯК

Чернівці – 2024

АНОТАЦІЯ

Гусар М.О. Дослідження фіторізноманіття буферних зон агроценозів. *Кваліфікаційна робота другого (магістерського) рівня вищої освіти. Спеціальність 101 Екологія. Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. Чернівці, 2024.*

Робота виконувалася на кафедрі екології та біомоніторингу у межах Міжнародного гранту HORIZON Europe «RestPoll: Відновлення середовищ існування запилювачів у європейських агроландшафтах на основі мультипартисипативного підходу». Автором досліджено фіторізноманіття буферних зон однотипних та різнотипних агроценозів дослідної станції біобазису «Жучка» ННІБХБ ЧНУ імені Юрія Федьковича за таксономічними рангами та співставлено за індексом подібності Жаккара у різних часових та просторових групах. Також буферні зони співставлено за кількістю квітучих ентомофільних та інвазійних видів.

Ключові слова: буферна зона, агроценоз, фіторізноманіття, індекс подібності Жаккара, інвазійні види, ентомофільні види

ANNOTATION

Husar M.O. Study of phytodiversity of buffer zones of agrocenoses). *Qualification work of the second (magister) level of higher education. Specialty 101 Ecology. Yuriy Fedkovich Chernivtsi National University. Chernivtsi, 2024.*

The work was carried at the Department of Ecology and Biomonitoring out within the framework of the HORIZON Europe «RestPoll: Restoring Pollinator habitats across European agricultural landscapes based on multi-actor participatory approaches». The author studied the phytodiversity of buffer zones of similar and different agrocenoses of the experimental station of the Zhuchka biobase of the Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University by taxonomic ranks and compared them by the Jaccard similarity index in different time and space groups. The buffer zones were also compared by the number of flowering entomophilous and invasive species.

Key words: buffer zone, agrocenosis, phytodiversity, Jaccard similarity index, invasive species, entomophilous species

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Максим ГУСАР

(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП	...4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	...6
1.1. Функції буферних зон агроценозів та практика їх застосування в Україні	...6
1.2. Поняття екотонів та їх роль в агроєкосистема	...13
1.3. Вплив агроєкосистем на біорізноманіття	...21
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	...30
2.1. Об’єкт, предмет та матеріал дослідження	...30
2.2. Фізико-географічна характеристика регіону дослідження	...30
2.3. Методологія дослідження	...33
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	...38
	...58
ВИСНОВКИ	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	...60

ВСТУП

Актуальність теми. Буферні зони агроценозів є важливими компонентами захисту фермерського господарства і створюються як з метою запобігання забрудненню органічних культур забороненими пестицидами чи добривами, так і з метою створення оселищ для птахів, диких тварин і корисних комах. Це можуть бути постійні живоплоти або вітрозахисні смуги, багаторічні трави, дерева і чагарники. Значна висота буферної зони може створити додаткову перевагу у вигляді захисту полів від забруднення пестицидами, що разносяться з повітря.

Наявність смуг квітучих рослин поблизу посівів сприяє виживанню хижих комах, які знищують шкідників сільгоспкультур. Згідно із новим дослідженням, здійсненим науковцями Копенгагенського університету, було визначено, що хижі комахи живуть довше, коли у них є доступ до нектару і пилку (Квітучі рослини біля полів..., <https://landlord.ua>). Така буферна зона стає надійним біологічним захистом від шкідників і хвороб, створюючи оселища та корм для диких запилювачів.

Дослідження фіторізноманіття буферних зон агроценозів є важливим напрямком у землекористуванні в умовах глобальних змін клімату. Через аномально високі показники зимової смертності сімей медоносних бджіл у Європі та Сполучених Штатах Америки, в останні десятиліття почали привертати увагу громадськості та науки до збереження диких запилювачів (Буферні зони у системах вирощування с/г культур..., 2021; Федоряк та ін., 2024). Оскільки буферні зони зазвичай мають відносно невеликі розміри та часто багаті біорізноманіттям, зусилля по збереженню фіторізноманіття в цих областях можуть виявитися ефективною та економічною стратегією.

Мета роботи – на основі протоколів видового складу рослин зібраних у весняний та літній сезони 2024 р., порівняти фіторізноманіття буферних зон-екотонів та буферних зон однотипних агроценозів.

Відповідно до мети визначено наступні **завдання**:

- проаналізувати різноманіття таксонів різних рангів для досліджуваних буферних зон у просторових і часових групах;
- співставити буферні зони за кількістю квітучих ентомофільних та інвазійних видів;
- порівняти фіторізноманіття буферних зон агроценозів, використовуючи індекс подібності за Жаккаром.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Функції буферних зон агроценозів та практика їх застосування в Україні

Буферні зони — це спеціально виділені ділянки між сільськогосподарськими угіддями та природними або штучними об'єктами, які виконують захисну функцію, зменшуючи негативний вплив аграрної діяльності на довкілля. Їх призначення та використання визначаються як важливий компонент сталого розвитку агросистем.

Буферні зони можуть складатися з різних типів рослинності — природної, напівприродної або створеної штучно. Їх основними властивостями є: Межування між агроценозами та природними об'єктами, такими як водойми, лісові масиви або інші угіддя; також захист від вітрової та водної ерозії ґрунтів. Роль природного бар'єру для поширення хімічних речовин (добрив, пестицидів) з полів до водойм або ґрунтових вод (Л. Адамчук, А. Антонів, Ю. Лисюк, 2021).

Основні типи буферних зон:

Лісосмуги та трав'яні пояси: ці елементи слугують бар'єрами для запобігання вітрової ерозії, а також затримують сніг у зимовий період.

Прибережні захисні смуги: їх роль полягає у зменшенні забруднення водойм нітратами, пестицидами та іншими агрохімікатами шляхом природної фільтрації.

Екологічні коридори: забезпечують зв'язність середовищ існування для диких видів тварин та рослин, сприяючи підтриманню біорізноманіття.

Буферні зони сприяють збереженню екосистемних послуг, таких як:

Захист ґрунтів від виснаження; підтримка мікроклімату завдяки зменшенню температурних перепадів і швидкості вітру; стабілізація водного режиму через затримку стічних вод і зменшення їхнього обсягу, який досягає водойм (BUFFER ZONES and their..., <https://www.cbd.int/doc/pa/tools>).

Законодавством України передбачено створення захисних зон навколо водойм і інших природоохоронних об'єктів. Зокрема, практичні заходи з впровадження буферних зон активно використовуються у сфері боротьби із забрудненням вод та захисту біорізноманіття.

Буферні зони в агроєкосистемах виконують широкий спектр екологічних функцій, які сприяють покращенню екологічного стану ландшафтів, збереженню природних ресурсів та забезпеченню сталості аграрного виробництва.

Буферні зони відіграють ключову роль у зменшенні забруднення водних об'єктів агрохімікатами, зокрема пестицидами, гербіцидами та нітратами. Рослинність у таких зонах діє як природний фільтр, який затримує та поглинає надлишкові елементи з поверхневого стоку. Вони знижують ризик евтрофікації водойм, утримуючи осади й поживні речовини, що стікають з полів

Запобігання ерозії ґрунтів, зменшуючи ерозійні процеси, особливо в умовах зливого стоку. Коренева система рослин фіксує ґрунт, знижуючи його втрати від водної та вітрової ерозії.

Створення лісосмуг у буферних зонах значно зменшує силу вітру, що особливо актуально для рівнинних регіонів України.

Вони забезпечують середовище існування для багатьох видів рослин і тварин, які не можуть вижити на оброблюваних полях. Це сприяє створенню екологічних коридорів, які з'єднують природні екосистеми між собою. Буферні зони сприяють збільшенню популяцій запилювачів, що безпосередньо впливає на врожайність культур. Допомагають регулювати температурний режим агроландшафтів, зменшують перепади температур та впливають на вологість ґрунту й повітря. Це створює більш стабільні умови для розвитку сільськогосподарських культур (Integrated nature area management..., <https://reform-support>).

Рослинність у буферних зонах зменшує концентрацію пилу й аерозолів, які можуть утворюватися внаслідок аграрної діяльності, та поглинає вуглекислий газ, сприяючи зменшенню впливу на зміну клімату.

Результати досліджень доводять, що ефективність буферних зон значно залежить від їхнього розміру, рослинного складу та способів управління. Наприклад, трав'янисті зони здатні затримувати до 85% осадів, тоді як лісові зони краще справляються із запобіганням забрудненню водоносних горизонтів.

Ці функції є основою для впровадження буферних зон у системи землеробства, зокрема в умовах України, де вони активно застосовуються для відновлення деградованих земель і збереження водних ресурсів.

Буферні зони, крім екологічних переваг, мають значний економічний та соціальний потенціал, який стимулює їх упровадження в агроландшафтах. Ці аспекти є важливими для створення сталих агросистем, особливо в умовах зміни клімату та економічного тиску на аграрну сферу.

Буферні зони створюють більш сприятливі мікрокліматичні умови (менші температурні коливання, підвищення вологості), що позитивно впливає на продуктивність рослин. Наприклад, дослідження в Черкаській області показали, що на полях, прилеглих до лісосмуг, урожайність зернових збільшилася на 10-15% порівняно з відкритими ділянками.

Завдяки зниженню ерозійних процесів буферні зони допомагають економити кошти на заходах проти деградації ґрунтів. Наприклад, у Полтавській області підраховано, що створення буферних смуг дозволяє скоротити витрати на відновлення родючості ґрунтів у середньому на 20%.

Буферні зони можна використовувати для вирощування цінних рослин (медоносних, лікарських або деревини), які не конкурують із польовими культурами, але приносять додатковий дохід. Наприклад, дослідження Інституту агроекології та природокористування в Київській області продемонструвало, що включення багаторічних трав у структуру буферних

зон підвищує рентабельність агровиробництва (Grazing Near Streams..., <https://www.sciencedirect.com>).

До соціальних переваг можна віднести те що, буферні зони сприяють зменшенню ризику забруднення водоносних горизонтів, що важливо для якості питної води. Наприклад, у Карпатському регіоні проекти зі створення прибережних захисних смуг зменшили забруднення місцевих річок на 30%.

Програми зі створення буферних зон у Запорізькій області продемонстрували, що залучення місцевих жителів до посадки рослин та їх догляду створює робочі місця та підвищує обізнаність про екологічні проблеми. Також такі зони стають привабливими для рекреаційної діяльності.

Застосування буферних зон у сільському господарстві має глобальний характер, і практики їх використання значно варіюються залежно від регіональних потреб та умов. Основна увага приділяється поліпшенню якості води, захисту ґрунтів, біорізноманіттю та адаптації до змін клімату (Buffer zones, better regulation..., <https://www.sciencedaily>).

Буферні зони ефективно зменшують вміст азоту та фосфору у воді. Наприклад, у США дослідження у басейні річки Альбемарл-Памліко показало, що ріпаріанські буферні зони (зони біля водних об'єктів) знижують потоки осадів на 61-96% і азоту на 34-55%. Це особливо важливо для водозборів, схильних до впливу інтенсивного сільського господарства. Різні типи буферів, включаючи міські та природні зони, показали ефективність у пом'якшенні впливу змін клімату на якість води до 2099 року, зменшуючи ерозію та вміст біологічного кисню (BOD) у воді.

У Польщі, біля резервуару Сулейов, створення буферної зони з рослинністю та бар'єрів із вапняку сприяло зниженню розсіяного забруднення та відновленню екосистем. Такі зони також забезпечують середовище проживання для наземних і водних видів, збільшуючи гетерогенність середовища та стійкість до зовнішніх впливів.

Нідерланди створюють багатофункціональні буферні зони інтегруючи екологічні та соціально-економічні аспекти. Ці зони використовуються для зменшення шкоди від затоплень, захисту природних ресурсів і забезпечення сталого розвитку. У країнах, що розвиваються, їх застосування часто включає участь місцевих громад, що сприяє ефективності та тривалому впровадженню заходів захисту.

Китай засаджує буферні смуги трав значно знижували ерозію ґрунту та втрати азоту в полігональних умовах. Дослідження показали, що ширші буферні зони та використання багаторівневої рослинності сприяють кращому утриманню пестицидів та інших хімічних речовин.

Застосування буферних зон в агроєкосистемах України набуває дедалі більшого значення, враховуючи потребу в збереженні природних ресурсів, запобіганні деградації ґрунтів і захисті водних об'єктів від забруднення. Національні й регіональні проєкти демонструють ефективність цієї практики в різних природно-кліматичних умовах.

Одним із основних напрямів впровадження буферних зон в Україні є їх використання для захисту річок і озер від аграрного забруднення.

У рамках національного проєкту із захисту водних ресурсів вздовж водозбірних площ річки Дніпро створено прибережні захисні смуги. Вони зменшують надходження азоту, фосфору та осадів із полів у водні об'єкти, запобігаючи евтрофікації води. Також у карпатському регіоні прибережні зони навколо гірських річок використовуються для відновлення природного середовища і зниження рівня поверхневого стоку, зменшуючи ризики паводків.

Лісосмуги як тип буферних зон широко використовуються на півдні України для зниження впливу вітрової ерозії на чорноземи. Проєкти зі створення багаторічних насаджень у Одеській області між полями показали зниження втрат ґрунту на 25-30%, а також зменшення випаровування вологи на 20% у літній період (Foster, D. R., Aber, J. D., Melillo, J. M., 2002).

Буферні зони також використовуються для вирощування медоносних рослин, що сприяє розвитку бджільництва. а експериментальних ділянках університету створення трав'янистих буферних зон із медоносними рослинами підвищило врожайність соняшнику через поліпшення запилення на 15%.

Також на півдні у заповіднику "Асканія-Нова" буферні зони використовуються для інтеграції сільськогосподарської діяльності із захистом природних екосистем. Такі зони слугують екологічними коридорами для птахів і ссавців.

Попри успіхи, розширення застосування буферних зон в Україні стикається з проблемами. Багато фермерів в Україні не мають достатньої інформації про переваги буферних зон та їх вплив на агроекосистеми. Ця проблема посилюється через відсутність чіткої політики з підтримки екологічних ініціатив на рівні місцевих органів влади. Відомо, що багато аграріїв все ще орієнтуються на традиційні методи господарювання, не враховуючи довгострокові переваги від збереження біорізноманіття та поліпшення якості води. Впровадження буферних зон вимагає значних початкових інвестицій, а також витрат на їх підтримку. Наявність короткострокових економічних труднощів часто є бар'єром для розширення площ таких зон. Українські фермери, як правило, намагаються зменшити витрати, що іноді призводить до відмови від реалізації екологічних ініціатив, навіть якщо це може спричинити економічні вигоди в майбутньому (Smith, T. B., 2005).

Незважаючи на численні дослідження, що підтверджують ефективність буферних зон у захисті довкілля, в Україні все ще відсутня комплексна система моніторингу цих зон. Відсутність стандартів оцінки їхньої ефективності у реальних умовах значно ускладнює їхню інтеграцію в аграрні практики, а також позначається на можливості застосування цих практик в масштабах держави.

Проте перспективи розвитку буферних зон в Україні теж є безпосередньо пов'язані з інтеграцією аграрної політики України з екологічними стандартами ЄС. Введення програм з агроекологічної підтримки, що включають фінансові стимули для фермерів, дозволить збільшити площі буферних зон та розширити їх впровадження. Такий підхід дозволить фермерам компенсувати витрати, пов'язані з переходом на екологічні практики.

Активізація наукових досліджень у сфері буферних зон, а також розробка практичних рекомендацій для аграріїв можуть стати важливими чинниками для подолання існуючих проблем. Наприклад, вивчення місцевих умов та створення адаптованих до конкретних регіонів моделей буферних зон підвищить їх ефективність і забезпечить сталий розвиток агроєкосистем.

Важливим напрямом розвитку є підвищення екологічної обізнаності серед фермерів, а також залучення місцевих громад до проєктів із створення буферних зон. Освітні програми та тренінги, проведені на рівні місцевих органів влади, можуть значно покращити сприйняття таких ініціатив. Прикладом є проєкти в Черкаській області, де створення трав'яних буферних зон сприяло розвитку медоносного бджільництва, що дало додатковий економічний ефект для місцевих громад (Буферні зони – природній біозахист..., <https://www.seeds.org.ua>).

Отже, вивчення функцій та практики застосування буферних зон в агроценозах України вказує на їх значний потенціал у покращенні екологічної ситуації та сталому розвитку сільського господарства. Буферні зони виконують важливу роль у збереженні ґрунтів, захисті водних ресурсів від забруднення, відновленні біорізноманіття та пом'якшенні негативних наслідків змін клімату. Зокрема, ефективне застосування таких зон на водозборах річок, в межах сільськогосподарських угідь та в якості лісосмуг дозволяє значно знизити рівень ерозії, втрат азоту та фосфору, а також сприяє створенню сприятливих умов для запилення та відновлення природних екосистем.

1.2. Поняття екотонів та їх роль в агроєкосистемах

Екотон — це зона переходу між двома або більше екосистемами, що зазвичай має унікальні характеристики та відрізняється високим рівнем біорізноманіття. Ця область поєднує в собі риси обох сусідніх екосистем, а також може формувати нові умови для життя організмів, що не характерні для жодної з них окремо. Завдяки взаємодії різних біотичних і абіотичних факторів екотони виконують важливі екологічні функції, слугуючи місцями концентрації видів, середовищем існування унікальних екологічних угруповань та зонами підтримки екологічної рівноваги (Екосистемологія, <http://eprints.zu.edu.ua>).

Екотони можуть формуватися як природним шляхом, так і під впливом людської діяльності. Розрізняють кілька типів екотонів залежно від типу межових екосистем:

Лісові екотони: зони переходу між лісом та іншими екосистемами, такими як луки, водно-болотні угіддя або поля. Такі екотони часто багаті на кущові та трав'янисті рослини, що нехарактерні для лісу, а також забезпечують середовище існування для багатьох видів птахів і дрібних тварин.

Лугові екотони: межові ділянки між луками та іншими екосистемами, наприклад, лісами або полями. Вони зазвичай відрізняються особливими рослинними угрупованнями, в яких поєднуються види, властиві луговим і сусіднім територіям, збагачуючи біорізноманіття цієї ділянки.

Водно-болотні екотони: зони на межі між водними і наземними екосистемами. Це особливо важливі місця для багатьох видів, оскільки тут є доступ до води та багатої органіки, що сприяє розвитку різноманітних рослинних і тваринних угруповань.

Агроєкотони: зони переходу між агроєкосистемами (полями, садовими угіддями) і природними територіями, такими як луки або ліси. Агроєкотони мають високу екологічну цінність, оскільки вони можуть знижувати ризик

поширення шкідників і служити місцем проживання для видів, які не можуть жити в інтенсивно оброблюваних полях.

Гірські екотони: зони переходу між різними висотними поясами в горах. У таких зонах, залежно від висоти, можуть зустрічатися види, властиві як для низовинних, так і для високогірних екосистем, що створює особливий набір видів і збагачує загальне біорізноманіття гірської місцевості (Ecotones as Windows into..., <https://pubmed.ncbi>).

Екотони є унікальними екологічними зонами, що характеризуються складною структурою, яка зумовлена поєднанням елементів сусідніх екосистем. У них можна спостерігати значне різноманіття біотичних і абіотичних компонентів, що створюють специфічні умови для розвитку рослинних і тваринних угруповань. Структура екотонів зазвичай включає кілька основних елементів: горизонтальне і вертикальне зонування, мозаїчність ландшафту та підвищений рівень біорізноманіття.

Горизонтальне і вертикальне зонування: Екотони мають як горизонтальне, так і вертикальне зонування, яке виражається у зміні видового складу та структурних особливостей зони в міру віддалення від основних екосистем. На прикладі лісово-лучних екотонів можна помітити, що ближче до лісу переважають тіньюлюбні види рослин, тоді як на межі з луками зростають види, більш адаптовані до відкритих просторів і прямого сонячного світла. Це зонування дозволяє зберегти високий рівень видового різноманіття, що є важливим для підтримання екологічного балансу в межах екотонів.

Мозаїчність ландшафту: Це наявність різноманітних рослинних та екологічних мікроугруповань, що виникають через специфічні умови середовища і різний мікроклімат. У зоні екотону можуть співіснувати рослини з різних екологічних ніш, формуючи так звану "мозаїку" рослинності. Така мозаїчність збільшує екологічну стійкість екотону і підвищує його здатність до самооновлення, що особливо важливо в умовах антропогенного навантаження.

Підвищений рівень біорізноманіття: Екотони мають підвищений рівень біорізноманіття, оскільки вони об'єднують види з різних екосистем і створюють умови для формування нових екологічних ніш. Згідно з дослідженням, екотони зазвичай мають на 20–30% більше видів порівняно з основними екосистемами, що межують з ними. Це явище пояснюється синергетичним ефектом взаємодії видів, коли наявність певних рослин і тваринних видів створює умови для заселення інших, менш поширених у сусідніх екосистемах (**Ecotonal Regions as Climate...**, <https://www.earthsciencealliance>).

На структуру екотонів значний вплив мають біотичні (наявність певних видів, конкуренція) та абіотичні фактори (рельєф, клімат, тип ґрунту). Наприклад, у лісових екотонах із лучними зонами на характер рослинності може впливати освітленість і вологоємність ґрунту. Також, екотони зазвичай демонструють високий рівень продуктивності біомаси та біогеохімічних процесів, таких як кругообіг поживних речовин, що підтримують життєдіяльність широкого спектра видів.

Екотони виконують важливі функції в агроекосистемах, оскільки ці перехідні зони забезпечують збереження біорізноманіття, покращують ґрунтові та кліматичні умови, слугують природними бар'єрами та підвищують екологічну стійкість території. Усі ці функції є критичними для стабільності агроекосистем, які піддаються інтенсивному антропогенному впливу (Денисик Г. І., Ситник О. І., Чиж О., 2020).

Бар'єрна функція: Екотони, що розташовані між полями й природними територіями, можуть діяти як природні бар'єри, зменшуючи поширення шкідників, бур'янів і хвороб на сільськогосподарські угіддя. Дослідження показують, що ці перехідні зони здатні ефективно стримувати розповсюдження шкідливих організмів, оскільки в екотонах підтримується високий рівень біологічного контролю завдяки наявності хижаків і паразитів, що стримують чисельність шкідників. Наприклад, присутність кущових і

трав'янистих смуг уздовж полів забезпечує середовище для хижих комах, які обмежують популяції шкідливих видів у межах агроєкосистем.

Захисна функція: Завдяки рослинному покриву, екотони можуть знижувати ризик ерозії ґрунту, який є поширеною проблемою у сільськогосподарських регіонах. Рослинність у цих зонах сприяє укріпленню ґрунтового покриву, що зменшує його змивання й вимивання корисних речовин (Forman & Baudry, 1984). Екотони також здатні регулювати мікрокліматичні умови: лісосмуги, наприклад, зменшують швидкість вітру і випаровування води з поверхні ґрунту, що допомагає зберегти вологу і знизити стрес для рослинних культур.

Роль у збереженні води та покращенні ґрунту: Можуть підтримувати баланс вологості в агроєкосистемах завдяки здатності утримувати воду в ґрунті та зменшувати її випаровування. Крім того, рослинність екотонів сприяє накопиченню органічної речовини, що покращує структуру ґрунту та підвищує його родючість. Це особливо важливо для сільського господарства, де надмірне використання хімічних добрив призводить до деградації ґрунтів і вивітрювання корисних речовин.

Підвищення біорізноманіття: Відіграють важливу роль у підтриманні біорізноманіття агроєкосистем, створюючи середовище для проживання різноманітних видів, у тому числі комах, птахів, дрібних ссавців і рослин, які не здатні жити на територіях з інтенсивним обробітком. Дослідження показують, що в таких зонах мешкає більша кількість видів, ніж у сусідніх територіях сільськогосподарських угідь, що сприяє стійкості агроєкосистем та зменшенню потреби у пестицидах. Наприклад, завдяки збереженню популяцій корисних комах у цих зонах знижується потреба у хімічному захисті сільськогосподарських культур (Дем'янчук П. М., 2001).

Покращення екологічної стійкості агроєкосистем: Сприяють підвищенню екологічної стійкості агроєкосистем, оскільки вони зменшують вплив стресових факторів, таких як посухи, заморозки та інші екстремальні погодні умови. Наявність стабільних екотонів дозволяє агроєкосистемам

швидше адаптуватися до змін і краще відновлюватися після впливу стресових подій. За словами, саме екотони є ключовими зонами, де відбувається "екологічний обмін" між природними і сільськогосподарськими екосистемами, що зменшує ризики деградації ґрунтів та сприяє сталому розвитку сільського господарства.

Зазвичай дані зони характеризуються значно вищим рівнем біорізноманіття порівняно з основними екосистемами, що їх оточують. Як зазначають Forman і Godron (1986), перехідні зони можуть містити до 30% більше видів, ніж окремі екосистеми, до яких вони примикають. Це обумовлено наявністю різноманітних мікроекологічних ніш і складною структурою рослинного покриву, який забезпечує умови для проживання багатьох видів тварин і комах, що не можуть ефективно виживати в монотонних сільськогосподарських угіддях (Forman, Godron, 1986).

Проміжні зони є місцем проживання для багатьох видів, які, через свої екологічні потреби, не можуть ефективно заселяти поля або інші сільськогосподарські ділянки з інтенсивною обробкою. Наприклад, уздовж лісосмуг або лісових екотонів часто спостерігаються популяції птахів, гризунів і корисних комах, які не тільки підтримують біологічне різноманіття, але й виконують важливі екологічні функції в агроекосистемах. Вони забезпечують природний контроль шкідників і сприяють запиленню рослин, що, в свою чергу, зменшує потребу у використанні хімічних засобів захисту рослин.

Дослідження показують, що різноманіття видового складу в екотонах знижує вразливість агроекосистем до екологічних і економічних ризиків. Наприклад, наявність хижих комах і дрібних ссавців у екотонах дозволяє контролювати чисельність шкідливих видів, таких як гризуни чи комахи-шкідники, що сприяє захисту культур і зменшенню залежності від пестицидів. Додатково, екотони можуть містити ендемічні види, що є цінними з точки зору збереження природного генофонду і розвитку стійких агроекосистем (Theoretical and Applied..., : <https://www.ecologyjournal.org>).

Завдяки розташуванню між сільськогосподарськими угіддями та природними лісовими масивами, можуть значно зменшувати негативний вплив ерозії та деградації ґрунтів на сільськогосподарські ділянки. Завдяки рослинному покриву та високому біорізноманіттю, такі зони сприяють укріпленню ґрунту, накопиченню органічних речовин і покращенню водного балансу, що є важливим для сільського господарства. Дослідження показують, що присутність багатих на видове різноманіття екотонів може знижувати витрати на підтримку агроєкосистем завдяки природним екосистемним послугам.

Антропогенні фактори, такі як інтенсивне сільське господарство, урбанізація, застосування пестицидів і добрив, сильно впливають на екотони в агроєкосистемах. Ці зони, які природно функціонують як буферні, стають вразливими до змін, викликаних діяльністю людини, що може знизити їхню екологічну стійкість і функціональність. Розуміння впливу антропогенних факторів на екотони є важливим для розробки стійких підходів до управління агроєкосистемами (**Biodiversity Patterns...**, <https://education.nation>).

Зростання інтенсивності обробки сільськогосподарських земель призводить до змін у структурі екотонів і видовому складі рослин і тварин. Висока механічна обробка ґрунту, розширення ріллі та застосування пестицидів знижують різноманіття видів і зменшують площу природних екотонів. Дослідження показують, що монокультури у прилеглих агроєкосистемах знижують різноманіття тваринних видів у екотонах, особливо корисних комах, таких як запилювачі, а також хижаків, що контролюють чисельність шкідників.

Застосування хімічних добрив і пестицидів також чинить значний вплив на екотони. Хімічні речовини можуть вимиватися з полів у сусідні зони екотонів, де вони накопичуються і змінюють хімічний склад ґрунту, води та рослинності. Це призводить до зниження біорізноманіття через токсичний вплив на організми, які мешкають у цих перехідних зонах. Наприклад, деякі дослідження показують, що пестициди значно знижують

чисельність комах-запилювачів, що негативно впливає на продуктивність культурних рослин, які знаходяться в межах агроєкосистем (**Species Interactions in Ecotonal...**, <https://www.academia.edu>).

Урбанізація та розширення сільськогосподарських угідь призводять до фрагментації екотонів, зменшуючи їхні площі і знижуючи їхню здатність підтримувати біорізноманіття. Фрагментовані екотони втрачають зв'язок із природними екосистемами, що ускладнює міграцію видів і обмін генетичним матеріалом між популяціями. Такі зміни негативно позначаються на стійкості агроєкосистем, оскільки зменшення площі і зв'язності екотонів знижує їхню здатність підтримувати популяції природних ворогів шкідників та інших корисних видів.

Зміни клімату посилюють стрес для екотонів в агроєкосистемах, оскільки зростання середньої температури, посухи, екстремальні погодні умови можуть впливати на життєздатність багатьох видів у цих зонах. Дослідження демонструють, що кліматичні зміни посилюють конкуренцію між видами в екотонах, а також змінюють поширення певних видів, які можуть займати нові місця і витіснити місцеві популяції (**GIS Methods for Detecting...**, <https://www.karkgroup.org>). Наприклад, зміни клімату можуть призводити до зменшення рослинного покриву в екотонах, що збільшує ризики ерозії ґрунтів і деградації екосистем.

Вплив антропогенних факторів на екотони підкреслює важливість розробки стійких стратегій управління агроєкосистемами. Наприклад, використання лісосмуг, які можуть функціонувати як екотони, та підтримка різноманітності видів можуть допомогти зменшити негативний вплив інтенсивного сільського господарства. Екологічно дружні методи, такі як органічне землеробство, зменшення використання хімічних добрив та захисні смуги навколо полів, можуть захистити екотони і підтримати їхню біорізноманітність (**Ecotones and Climate...**, <https://library.fiveable.me>).

Для вивчення екотонів та їхніх функцій в агроєкосистемах використовуються різні методи, зокрема польові дослідження,

геопросторовий аналіз, моделювання та експериментальні підходи. Ці методи дозволяють оцінити біорізноманіття, структурні та функціональні характеристики екотонів, а також їхню роль у збереженні екологічної стійкості.

Польові дослідження: Є базовим методом дослідження екотонів, що дозволяє проводити вимірювання безпосередньо на території екотону. Для цього використовують такі методи, як інвентаризація рослинності, спостереження за популяціями тварин, а також вивчення ґрунтових характеристик.

Методи геопросторового аналізу та дистанційного зондування використовують супутникові знімки та дрони для картографування екотонів і оцінки змін у їхній структурі та функціях. За допомогою ГІС (географічних інформаційних систем) можна аналізувати просторовий розподіл екотонів, їхню площу, фрагментацію та взаємозв'язок з агроекосистемами. Ці методи є особливо корисними для оцінки великих територій, де важливо визначити стан екотонів і зміни в їхніх характеристиках через вплив антропогенних факторів.

Експериментальні методи дослідження дозволяють встановити причинно-наслідкові зв'язки між екологічними факторами і змінами в екотонах. Наприклад, для вивчення впливу пестицидів або змін у складі рослинності в межах екотонів можна створювати контрольні та експериментальні ділянки. Вивчаючи ці зони, дослідники можуть оцінити, як зміна певного чинника впливає на різноманіття і екологічні функції екотонів.

Біоіндикаторні методи включають використання певних видів рослин, тварин або мікроорганізмів, які є показниками стану екотонів. Наприклад, види, що швидко реагують на зміни навколишнього середовища, можуть служити індикаторами впливу пестицидів або забруднення. Використання таких видів, як біоіндикаторів, дозволяє оперативно оцінювати екологічний стан екотонів і виявляти проблеми, пов'язані з деградацією середовища (Ecotones: Transition Zones..., <https://www.researchgate.net>).

Моделювання та прогнозування: Моделювання є важливим методом для оцінки потенційного розвитку і функціонування екотонів у майбутньому, зокрема за умов зміни клімату та антропогенного впливу. За допомогою моделей дослідники можуть передбачити, як різні сценарії – наприклад, зміна режимів обробки землі або підвищення температури – вплинуть на екотони та їхню здатність підтримувати біорізноманіття і стійкість агроєкосистем.

Сучасні дослідження екотонів часто ґрунтуються на інтеграції кількох методів для отримання всебічного розуміння їхньої структури, функцій і ролі. Наприклад, комбінування даних з польових досліджень, геопросторового аналізу та моделей дозволяє визначати і прогнозувати зміни в екотонах з високою точністю. Такий підхід підвищує надійність отриманих результатів і забезпечує повніше розуміння екологічних процесів у перехідних зонах агроєкосистем (**Understanding Ecotones in Ecology ...**, <https://www.natureserve.org>).

Отже, екотони є важливими компонентами агроєкосистем, оскільки вони виступають в ролі межових зон, що поєднують різні екологічні середовища та мають вирішальне значення для підтримки біорізноманіття. Вони характеризуються високою продуктивністю та різноманіттям видів, що робить їх важливими для функціонування агроєкосистем, зокрема для поліпшення якості ґрунтів, регулювання водного балансу та збереження природних ресурсів. Взаємодія між різними елементами екосистеми в межах екотонів сприяє стабільності екологічних процесів, таких як запилення, розподіл поживних речовин, а також забезпечує зменшення негативного впливу антропогенних факторів.

1.3. Вплив агроєкосистем на біорізноманіття

Агроєкосистеми — це ландшафти які постійно регулюються людиною, в яких діяльність, спрямована на виробництво сільськогосподарської продукції, взаємодіє з природними екосистемами. Вони охоплюють

різноманітні аграрні території, включаючи поля, луки, пасовища, сади та інші сільськогосподарські угіддя, в яких застосовуються певні агротехнічні практики для підвищення продуктивності. Однак важливо зазначити, що такі екосистеми можуть мати різний вплив на навколишнє середовище, залежно від інтенсивності землекористування, методів обробітку ґрунтів, використання пестицидів і добрив.

Сільськогосподарська діяльність значно змінює структуру та різноманіття видів на територіях, де вона здійснюється, і це особливо помітно в агроекосистемах, які займають великі площі в багатьох регіонах світу. Вирощування сільськогосподарських культур призводить до домінування кількох основних видів рослин, що витісняють місцеву флору. Заміщення природної рослинності монокультурами або навіть полікультурами зменшує кількість екологічних ніш і знижує видовий склад рослин, що, у свою чергу, впливає на тваринні і ґрунтові популяції (Agricultural Research Service..., <https://www.ars.usda>).

У таких екосистемах, як правило, зберігаються лише ті види, які можуть адаптуватися до умов обробки ґрунту та регулярного використання агрохімікатів. Це часто обмежує різноманіття фауни: комахи-запилювачі, хижаки та ґрунтові організми, які підтримують природну рівновагу, стають менш чисельними. Наприклад, дослідження показують, що інтенсивне застосування пестицидів сприяє значному скороченню популяцій корисних комах, таких як бджоли, джмелі та жуки, які є природними ворогами багатьох шкідників. Відповідно, це послаблює природні механізми контролю над шкідниками, змушуючи аграріїв ще більше покладатися на хімічні засоби.

Зміни у видових спільнотах також стосуються ґрунтових організмів, які відіграють ключову роль у підтримці родючості ґрунту. Постійне розорювання ґрунтів і обробка їх добривами змінює хімічні та фізичні властивості ґрунту, що негативно впливає на мікробіоту та багатьох ґрунтових мешканців, включаючи дощових черв'яків і мікроорганізмів.

Зниження чисельності цих видів погіршує природні процеси розкладу органічної речовини та поглинання поживних речовин, що в довгостроковій перспективі знижує родючість ґрунтів і продуктивність агроєкосистем (Sustainable soybean production..., <https://www.sustainable>).

Агроєкосистеми можуть відігравати як позитивну, так і негативну роль у збереженні або втраті біорізноманіття. З одного боку, правильні агрономічні практики можуть сприяти збереженню видів та їхньої різноманітності, а з іншого – інтенсивне сільське господарство часто призводить до значних втрат біорізноманіття.

Дані екосистеми можуть слугувати середовищем для диких видів, які співіснують із сільськогосподарськими культурами. У таких системах, як агролісомеліорація та інтегроване сільське господарство, місцеві види можуть використовувати ресурси, що їх надають сільськогосподарські угіддя. Наприклад, використання лісосмуг та інших природних елементів ландшафту у сільському господарстві може забезпечити місця проживання для багатьох видів птахів, ссавців та комах. Це співіснування може підтримувати популяції видів, які інакше могли б зникнути через втрату природних середовищ.

Біорізноманіття у таких екосистемах виконує важливі екосистемні функції, такі як запилення, контроль за шкідниками та поліпшення родючості ґрунту. Наприклад, запилювачі, такі як бджоли, мають критичне значення для успішного вирощування багатьох сільськогосподарських культур, оскільки без їхньої діяльності знижується продуктивність рослин. Крім того, різноманіття хижаків, що контролюють чисельність шкідників, зменшує необхідність у хімічних пестицидах, що в свою чергу знижує екологічний вплив агроєкосистем (Gliessman S., 2021).

Агроєкосистеми, в яких дотримуються практики збереження біорізноманіття, можуть створювати сприятливі умови для запилювачів і природних ворогів шкідників. Наприклад, використання сівозмін та полікультур, а також забезпечення природних елементів ландшафту

(наприклад, живоплотів, квіткових смуг) може підвищити чисельність корисних видів. Ці елементи створюють середовища, які підтримують різноманітність рослин і тварин, надаючи притулок і харчування для запилювачів і хижаків.

Однак, незважаючи на потенціал агроєкосистем у збереженні біорізноманіття, інтенсивні сільськогосподарські практики, такі як застосування пестицидів і гербіцидів, а також вирощування монокультур, часто призводять до втрати біорізноманіття. Внаслідок цих практик знижується різноманіття видів, що негативно впливає на екосистемні послуги, які вони надають.

Агроєкологічні практики, які сприяють збереженню біорізноманіття, набувають все більшої популярності в сучасному сільському господарстві. Ці практики, що базуються на принципах сталого розвитку, забезпечують ефективне використання природних ресурсів і водночас зберігають екосистеми. Вони включають системи сівозміни, полікультури, агролісомеліорацію та органічне землеробство, які не лише знижують негативний вплив сільськогосподарської діяльності, але й сприяють підтримці біорізноманіття (Pellerin G., 2021).

Системи сівозміни, які передбачають ротацію різних культур на одній і тій же ділянці землі, відіграють важливу роль у збереженні біорізноманіття. Цей підхід дозволяє зменшити накопичення шкідників і хвороб, які можуть виникати внаслідок вирощування однієї і тієї ж культури на одному місці протягом тривалого часу. Крім того, полікультури, які передбачають вирощування різних культур на одній ділянці, сприяють підвищенню продуктивності та стабільності агроєкосистем, оскільки різноманіття рослин забезпечує вищу стійкість до стресів, таких як посуха або шкідники.

Агролісомеліорація, або поєднання лісових і сільськогосподарських практик, також є важливим елементом у збереженні біорізноманіття. Використання дерев і чагарників у межах сільськогосподарських угідь допомагає підтримувати різноманіття видів, створюючи нові місця

проживання для диких тварин і рослин. Ці рослини також виконують функції захисту ґрунтів від ерозії, покращують якість води та регулюють мікроклімат агроєкосистем.

Органічне та екологічне землеробство, що відмовляється від використання синтетичних пестицидів і добрив, також сприяє збереженню біорізноманіття. У цих системах акцент робиться на використанні природних методів контролю за шкідниками, таких як біологічні вороги і агрономічні практики, що зменшують тиск на навколишнє середовище (Lotter, 2003). Органічне землеробство допомагає зберігати види, які інакше можуть бути знищені через використання хімічних засобів, а також підтримує здоров'я ґрунту, що в свою чергу забезпечує сприятливі умови для різноманітних організмів (Rosset C., 2020).

В свою чергу інтенсивне сільське господарство, яке характеризується високими витратами ресурсів, використанням агрохімікатів та технологічними інноваціями, має значний негативний вплив на біорізноманіття. Ці практики, хоча й призводять до підвищення продуктивності на короткостроковій основі, в довгостроковій перспективі зазвичай спричиняють серйозні екологічні проблеми.

Одним з основних факторів, що сприяють втраті біорізноманіття, є широкомасштабне застосування пестицидів і гербіцидів. Ці хімічні речовини не лише вбивають шкідників, але й негативно впливають на корисних організмів, таких як бджоли, хижаки та інші запилювачі (Dallimer K., 2024). Дослідження показали, що використання пестицидів може призводити до скорочення чисельності популяцій запилювачів, що в свою чергу впливає на продуктивність рослин і зменшує біорізноманіття на всіх рівнях екосистеми.

Також такий вид сільського господарства призводить до фрагментації природних середовищ, оскільки великі площі землі використовуються під монокультури. Це фрагментує природні ареали видів і зменшує їхні можливості для переміщення, що призводить до ізоляції популяцій. Фрагментація середовища часто створює бар'єри, які ускладнюють обмін

генетичним матеріалом між популяціями, що може призводити до зниження генетичної різноманітності. Зменшення генетичної різноманітності підвищує вразливість видів до змін у середовищі, що, в свою чергу, може призвести до їх зникнення (Advances in soybean..., <https://www.soybeanlab>).

Ці методи обробки ґрунту, такі як безперервне орання та надмірне застосування добрив, також негативно впливають на біорізноманіття. Вони спричиняють ерозію ґрунтів, втрату органічної речовини та зміни в хімічному складі ґрунту. Це призводить до зниження родючості ґрунтів і погіршення умов для існування рослин і ґрунтових організмів. Дослідження показують, що деградація ґрунтів може призвести до зниження продуктивності сільськогосподарських систем, що вимагає ще більшого використання хімічних добрив і пестицидів для підтримки виробництва.

Монокультури, або вирощування одного виду рослин на великій площі, стали основою сучасного інтенсивного сільського господарства, однак цей підхід має серйозні наслідки для біорізноманіття. Незважаючи на те, що монокультури можуть забезпечувати високу продуктивність у короткостроковій перспективі, їх вплив на екосистеми є переважно негативним.

Основною проблемою монокультур є відсутність біологічного різноманіття, що призводить до зменшення екологічної стійкості агроєкосистем. Однорідність рослинності робить системи вразливими до хвороб і шкідників, оскільки епідемії можуть швидко поширюватися через відсутність різних видів, які могли б обмежити їх розвиток. Наприклад, у випадку ураження монокультури певним патогеном, уся урожайність може бути під загрозою, в той час як у багатосортних системах ризик такого масового ураження значно знижується (Pimentel et al., 2005).

Монокультури також негативно впливають на чисельність запилювачів, таких як бджоли, джмелі та інші комахи. Відсутність різноманітних рослин у навколишньому середовищі обмежує доступність нектару і пилку, необхідних для харчування цих видів. Дослідження

показують, що в агроєкосистемах, де переважають монокультури, популяції запилювачів зменшуються, що, в свою чергу, негативно впливає на запилення сільськогосподарських. Це створює замкнене коло, оскільки зниження чисельності запилювачів веде до зменшення врожайності, що може спонукати аграріїв ще більше покладатися на хімічні засоби для підвищення продуктивності (Singh S., 2022).

Крім того, монокультури можуть сприяти розвитку стійких до пестицидів шкідників. Однорідні сільськогосподарські культури створюють умови, в яких шкідники можуть розмножуватися без природних ворогів. Це призводить до виникнення нових рас шкідників, які стають стійкими до стандартних методів контролю, що вимагає використання ще більш агресивних хімічних препаратів. В результаті, цикл застосування пестицидів стає безкінечним, завдаючи ще більшої шкоди біорізноманіттю.

Агроєкосистеми, що складаються з сільськогосподарських угідь, пасовищ і лісів, мають значний вплив на біогеохімічні цикли, зокрема на вуглецевий, азотний, фосфорний та водний цикли. Ці цикли є критично важливими для функціонування екосистем і забезпечення продовольчої безпеки, але інтенсивні агрономічні практики можуть призвести до їхнього порушення (Baumgartner T., 2023).

Такі екосистеми можуть як сприяти, так і заважати вуглецевому циклу. Інтенсивне сільське господарство, яке базується на обробці ґрунтів і застосуванні хімічних добрив, може призвести до вивільнення вуглецю в атмосферу через деградацію ґрунтів, оранку та втрату органічної речовини. Водночас, впровадження практик, таких як агролісомеліорація та покриття ґрунту рослинністю, може допомогти збільшити поглинання вуглецю рослинами і покращити його зберігання в ґрунті. Системи, що включають змішане землеробство та лісівництво, демонструють здатність зберігати більше вуглецю в порівнянні з монокультурами.

Агроєкосистеми також істотно впливають на азотний цикл. Введення синтетичних азотних добрив сприяє підвищенню продуктивності рослин, але

це може призвести до негативних наслідків, таких як вивільнення оксидів азоту, які є парниковими газами. Окрім того, надлишок азоту може викликати евтрофікацію водних систем, спричиняючи розвиток водоростей та зниження рівня кисню у воді. Природні методи, такі як впровадження бобових культур, що мають здатність фіксувати азот, можуть зменшити потребу в синтетичних добривах і покращити якість ґрунту.

Фосфор, як важливий елемент для росту рослин, також піддається впливу агроєкосистем. Використання фосфорних добрив може призвести до їх накопичення в ґрунті та подальшого витоку у водні системи, що, як і в випадку з азотом, сприяє евтрофікації. Регулювання внесення добрив, а також застосування органічних добрив, таких як компост, може допомогти зменшити негативний вплив на фосфорний цикл і підтримувати баланс у системах.

Водний цикл також зазнає змін під впливом агроіндустрії в екосистемах. Інтенсивне сільське господарство може спричинити збільшення споживання води через зрошення та зміну природних водних потоків. Водночас, погіршення якості води внаслідок стоку хімічних речовин і добрив може завдати шкоди водним екосистемам. Практики, що включають збереження вологи в ґрунті, зменшення стоку і використання екологічних систем управління водними ресурсами, можуть сприяти збереженню водного балансу в агроєкосистемах (Trends in the use..., <https://www.sciencedirect>.).

Міжнародний досвід покращення агроєкосистем для збереження біорізноманіття демонструє ефективність різних стратегій.

Програми екологічної інтенсифікації, що впроваджуються в Європі, зосереджені на використанні екосистемних послуг, таких як біологічний контроль шкідників і підтримка запилювачів. Наприклад, дослідження у Швеції та Нідерландах показали, що залучення багаторічних рослин та управління ландшафтом збільшує ефективність запилення та контролю шкідників без зменшення врожайності(IUCN, <https://iucn.org/>).

Проекти FAO показали, що інтеграція дерев у сільськогосподарські угіддя допомагає зберегти біорізноманіття, покращуючи при цьому стійкість до кліматичних змін. Наприклад, у Кенії впровадження агролісівництва сприяло зростанню врожайності і стабілізувало ґрунти.

У В'єтнамі та високогірних регіонах Анд традиційні сільськогосподарські практики дозволяють підтримувати високу біологічну та культурну різноманітність. Ці системи забезпечують сталий рівень виробництва і зберігають функції екосистем, такі як запилення і контроль ерозії (Policy Support..., <https://www.fao.org>).

Такі ініціативи демонструють, як сільське господарство може ефективно інтегрувати заходи зі збереження біорізноманіття, забезпечуючи екологічну і економічну стійкість.

Отже, вплив агроекосистем на біорізноманіття полягає в тому, що, хоча сільськогосподарські ландшафти можуть мати значний вплив на зниження видового різноманіття через використання інтенсивних технологій, існують практики, які сприяють збереженню і навіть збільшенню біорізноманіття. Аграрні екосистеми, при правильному управлінні, здатні створювати умови для існування різноманітних видів флори та фауни. Використання сталих агротехнологій, таких як сівозміни, лісосмуги, інтегроване землеробство та біорізноманіття в агроценозах, може значно зменшити негативний вплив агроекосистем на навколишнє середовище та сприяти підвищенню екологічної стійкості. Застосування таких підходів дозволяє поєднувати високі сільськогосподарські врожаї із збереженням екосистемних послуг, таких як підтримка водних ресурсів, захист ґрунтів та збереження біорізноманіття.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкт, предмет та матеріал дослідження

Об'єкт дослідження – фіторізноманіття буферних зон агроєкосистем сої (*Glycine*) дослідної станції біобазис «Жучка» ННІБХБ ЧНУ імені Юрія Федьковича.

Предмет дослідження – буферні зони-екотони (трансекти 1, 4) та буферні зони однотипних агроценозів (трансекти 2, 3).

Матеріали дослідження – протоколи з видами рослин, наявних у травні та липні 2024 року у буферних зонах агроценозів.

Робота виконувалася на кафедрі екології та біомоніторингу ННІБХБ у межах Міжнародного гранту HORIZON Europe «RestPoll: Restoring Pollinator habitats Відновлення середовищ існування запилювачів у європейських агроландшафтах на основі мультипартисипативного підходу».

2.2. Фізико-географічна характеристика регіону дослідження

Польові дослідження проводилися на дослідній станції біобазис «Жучка» ННІБХБ ЧНУ імені Юрія Федьковича, яка розташована в Садгирському районі міста Чернівці.

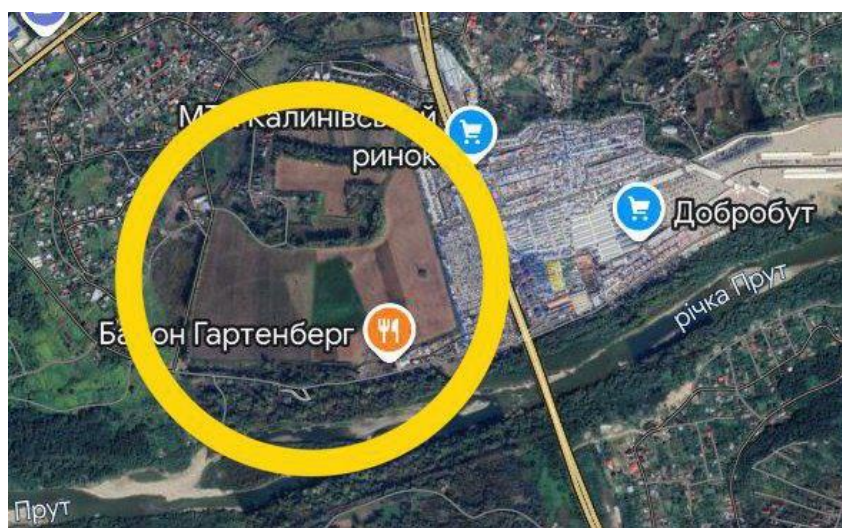


Рис. 2.1. Розташування на Google map дослідної ділянки біобазис «Жучка» ННІБХБ ЧНУ імені Юрія Федьковича

Садгірський район м. Чернівці розташовується на півночі міста по лівому березі р. Прут (рис. 2.2

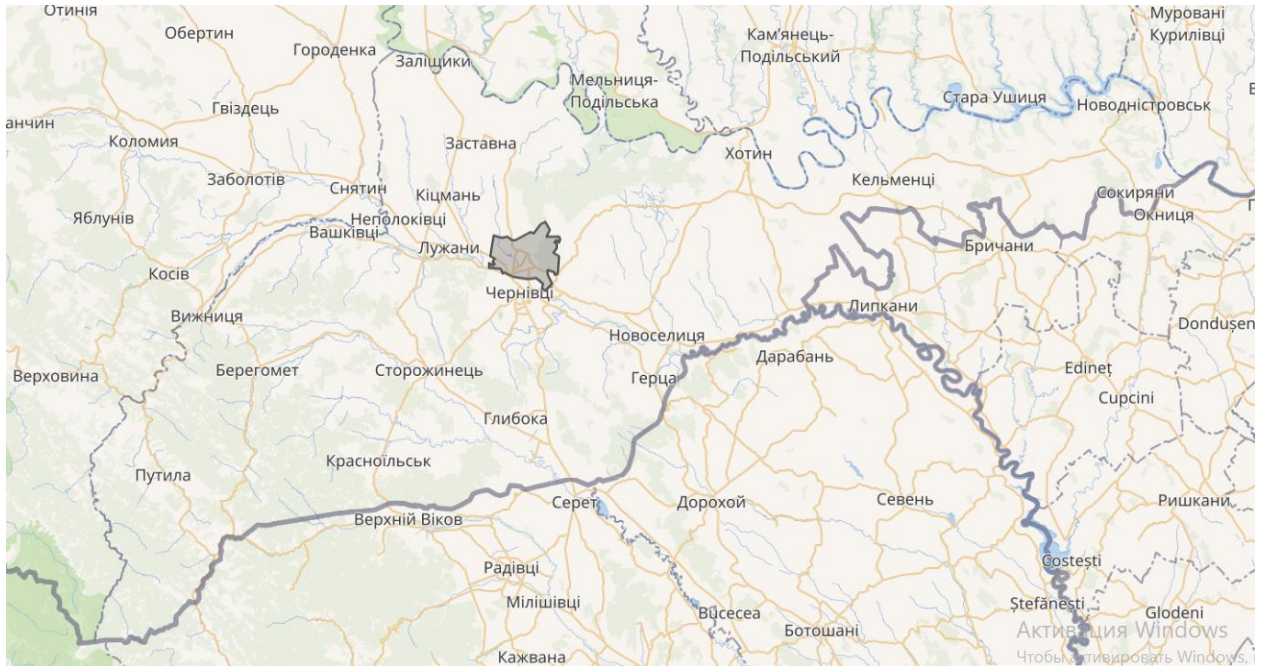


Рис. 2.2. Розташування Садгірського району м. Чернівці на території Чернівецької області

м. Чернівці знаходиться на південному заході України, у східному Передкарпатті, на межі між Карпатами й Східноєвропейською рівниною, за 40 км від кордону з Румунією (рис, 2.3).

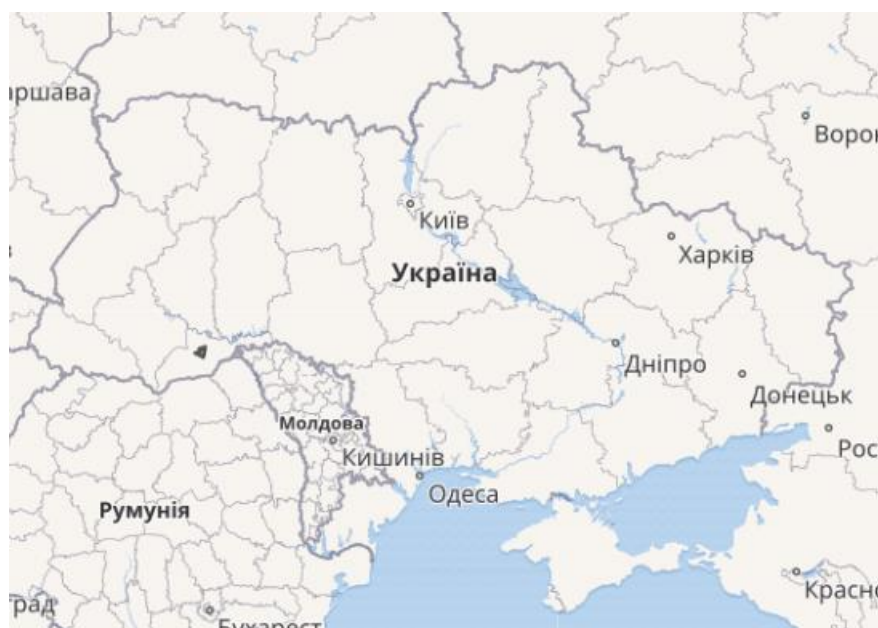


Рис. 2.3. Розташування м. Чернівці на території України

Місто розташоване в зоні помірного клімату з м'яко-континентальними умовами. Зима тут переважно м'яка, літо тепле. Середньорічна температура повітря становить $+9,1^{\circ}\text{C}$, із найнижчим показником у січні ($-2,7^{\circ}\text{C}$) та найвищим у липні ($+20,5^{\circ}\text{C}$). Зима зазвичай триває з 28 листопада по 9 березня, а літо – з 20 травня по 10 вересня. Щорічно в Чернівцях випадає в середньому 630 мм опадів з найбільшим рівнем у період з червня до липня і найменшим – у жовтні, січні та лютому. Літні зливи – звичайне явище. Узимку утворюється сніговий покрив, але зазвичай незначний. Середня швидкість вітру коливається від 3,3 м/с у липні до 4,0 м/с у січні, а середньорічна вологість повітря становить 77 %.

Проте останні кілька років визначаються найжаркішими за всю історію метеорологічних спостережень за погодою, температура повітря в усі сезони стійко підвищується, змінюються кліматичні умови, які здавалися непорушними й сталими. Середня річна температура повітря в Україні за останні 10 років підвищилася на $1,7^{\circ}\text{C}$. У більшості областей України за останні роки опадів випало на 7–12 % менше норми. Спостерігається тенденція до збільшення територій з недостатньою кількістю опадів (менше 400 мм) у теплий період. Клімат уже став посушливішим на всій території України (Зміна клімату..., 2022)

За даними на 2020 рік, адміністративна територія Чернівців займає площу приблизно 153 км². За функціональним призначенням землі розподіляються на категорії: 64 % – під житлову та громадську забудову, 17 % – сільськогосподарські угіддя, 9 % – території підприємств та промисловості, 5 % – це рекреаційні та природоохоронні зони, 3 % – землі загального користування, а 2 % використовуються в комерційних цілях (Обговорення проекту Стратегічного плану..., <http://surl.li/hkhet>).

Основні забруднювачі довкілля Чернівців – промислові підприємства та транспорт. Щорічно у повітря урбоекосистеми потрапляє близько 1,2 т забруднюючих речовин, що становить 35 % від загальної кількості викидів по області. Серед шкідливих речовин у довкіллі переважають неметанові

леткі органічні сполуки, діоксид карбону та тверді суспендовані частинки. Діоксид вуглецю в атмосфері міста створює парниковий ефект. Від стаціонарних джерел щільність викидів становить 7,9 т на 1 км² території міста (Чернівці ..., 2024).

Ґрунтовий покрив м. Чернівці змінюється з висотою: на більш рівнинних частинах переважають сірі лісові та темно-сірі опідзолені ґрунти, чорноземи опідзолені, у долинах річок – дерново-лучні та лучні чорноземи. У гірській місцевості (наприклад, Цецино) домінують дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні (Клімат і рельєф..., 2024).

Через Чернівці протікає р. Прут – головна водна артерія міста, поділяючи його на дві частини. Місто має також шість малих річок-струмків і дев'ять озер. Рельєф характеризується значними перепадами висот: найнижча точка знаходиться в долині р. Прут (150 м н. р. м.), а найвища – на західній околиці, де розташована гора Цецино (537 м н. р. м.). Такий перепад висот над рівнем моря на території міста зумовлений його розташуванням на пагорбах Чернівецької височини (Географія Чернівецької області..., <http://surl.li/hkhpjb>).

Чернівці вважаються «зеленим містом» через його розташування у центрі Чернівецького регіонального парку; на його західній околиці починається заказник «Цецино», на північній – урочище Берда.

2.3. Методологія дослідження

У межах дослідної ділянки біобазу «Жучка» ННІБХБ були обрані 4 буферні зони агроценозів сої (трансекти) довжиною 150 метрів і шириною 2 метри. З них дві буферні зони-екотони знаходилися між різнотипними агроценозами – трансекта 1, між соєвим і кукурудзяним полями і трансекта 4, між соєвим і природним некерованим полем; дві буферні зони, трансекти 2 і 3 розміщувалися між соєвими полями. Кожна трансекта у довжину поділялася на три субтрансекти по 50 метрів (50×2 м²) (рис. 2.2), які своєю чергою, включали дві окремі ділянки (плоти) для запису всіх наявних видів

рослин (протокол А4) та лише квітучих на даний момент (протокол А3) (рис. 2.3).

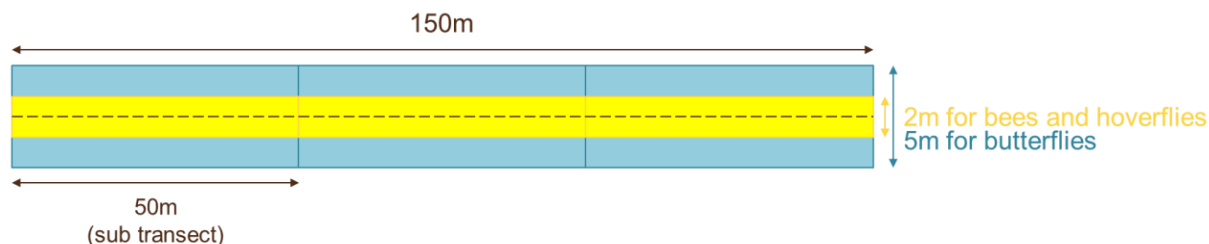


Рис. 2.2. Схематичне представлення досліджуваних трансепт

[illegible]

Рис. 2.3. Приклад бланків з видовим складом трансекти

Со́я – культура, яка на сьогодні отримала в Україні найбільш динамічний розвиток – її вирощують в усіх регіонах країни. Україна – один із основних постачальників органічної сої до країн Європейського Союзу, що є позитивним для розвитку органічного сектору як в ЄС, так і нашої країни.

За даними Мінагрополітики, за воєнні роки площі під соєю з кожним роком збільшувалися через обмеження експортних можливостей та цін на зерно. Втім, вирощування сої, крім хорошого експортного потенціалу (не

ГМ-варіант) має ряд переваг: її можна вирощувати без внесення азоту та в умовах зміни клімату, оскільки вона одночасно пристосовується до змін клімату та вносить свій внесок у пом'якшення наслідків цих змін (збагачує ґрунти азотом); має багату генетичну різноманітність, що дає змогу виводити сорти, стійкі до змін клімату. Тому соя стала постійним учасником сівозмін українських агропідприємств.

Кліматичні умови вирощування сої подібні умовам для зернової кукурудзи. Ефективне вирощування сої суттєво залежить від температури та вологості: ідеальними умовами є тепле дощове літо та сухий клімат восени. Для цвітіння сої необхідно, щоб тривалість дня була коротшою за критичний світловий період.

Соя демонструє високий відсоток самозапилення через те, що пиляки дозрівають безпосередньо у бутоні і запилюють приймочку тієї ж квітки. Проте структура квітки сої забезпечує збір врожаю медоносними бджолами, сприяючи перенесенню пилку. У деяких рослин може відбуватися самозапилення, без необхідності дії запилювачів, тоді як інші потребують отримання пилку інших рослин того ж виду. Види з самозапиленням можуть мати вигоду від перехресного запилення, забезпечуючи вищу продуктивність (Wainer et al., 2005). Показано, що перехресне запилення, опосередковане комахами, дає велику кількість гібридного насіння в сої та може полегшити ідентифікацію гетеротичних моделей (Ortiz-Perez et al., 2007). Втім, експеримент, проведений у Бразилії дозволив авторам зробити висновок, що медоносні бджоли відповідальні за 95,5% запилення сої, здійсненого комахами (Wainer et al., 2005). Дослідженнями, проведеними від Oxford University Press від імені Ентомологічного товариства Америки показано, що квіти сої можуть бути джерелом нектару та пилку для медоносних бджіл, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), диких соціальних та одиночних бджіл (Hymenoptera: Apoidea), а також мух, що відвідують квіти (двокрилі) (Gill K. A., O'Neal M. E., 2015).

Бланки протоколів з видовим складом рослин досліджуваних буферних зон агроценозів сої були систематизовані у загальний список із зазначенням їх таксономічної належності. Для кожного виду проаналізовано його приналежність до відділу, родини, роду, а також видову назву на українській та латинській мовах, тип запилення. Досліджено видове багатство, частки порядків і родин, частки ентомофільних та інвазійних квітучих видів, наявних на досліджуваних трансектах буферних зон у різних часових групах. Фіторізноманіття досліджуваних буферних зон проаналізовано з використанням індексу подібності за Жаккаром для визначення рівня схожості видового складу між буферними зонами-екотонами (агроценоз сої – агроценоз кукурудзи; агроценоз сої – некероване природне поле) та буферними зонами однотипних агроценозів сої.

Індекс видової подібності Жаккара (Jaccard Index), який використовується для вимірювання подібності між двома вибірками і оцінює наскільки дві вибірки мають спільні елементи, оцінювали за формулою:

$$I_{Ja}' = \frac{a}{b+c} * 100 (\%), \text{ де}$$

a – кількість загальних для обох вибірок видів;

b – кількість видів, наявних лише у першій вибірці;

c – кількість видів, наявних лише у другій вибірці.

У випадку, якщо $I_{Ja} = 0$, то обидві вибірки не мають жодного спільного елемента; якщо $I_{Ja} = 100$, то складові обох вибірок співпадають. Чим вищий відсоток I_{Ja} , тим більше спільних елементів між вибірками (Жук, Костишин, 2007).

Методологія дослідження передбачала застосування аналітичного, математичного, статистичного методів, а також систематизації та узагальнення.

Упорядкування та інтерпретація масиву «бази даних» здійснювалося за допомогою комп'ютерних програм Excel, Word та Power Point.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Через інтенсивне землеробство, зменшення оселищ і джерел корму та зміни клімату протягом останніх років спостерігається глобальне зниження кількості запилювачів. Це стає викликом для продовольчої безпеки та існування класичного фермерства, оскільки більше 77 % с/г культур залежать від запилення медоносними бджолами та дикими запилювачами (Буферні зони у системах вирощування с/г культур..., 2021).

Запровадження квітучих буферних зон у системі землекористування – один із способів створення місць збереження запилювачів. Тому функціонально-динамічні дослідження буферних зон агроценозів, інвентаризація їх фіторізноманіття, стану, чисельності ентомофільних та інвазійних видів є важливим елементом вивчення для збереження диких запилювачів та підтримання механізмів саморегуляції в агроландшафтах.

Велике значення має первинна та періодична інвентаризація, яка дозволяє прослідковувати їх просторово-часову динаміку і дає можливість отримати інформацію про екологію місцезростань, параметри тих чи інших особливостей видів, небезпечні фактори впливу на них, рекомендації щодо збереження тощо. Крім того, інвентаризація буферних зон агроценозів тих чи інших с/г культур стає основою для розробки стратегії щодо їх використання, підтримання та збереження біорізноманіття (Буферні зони у системах вирощування с/г культур..., 2021; Тимчук та ін., 2022;).

Проаналізувавши протоколи А4 з видами рослин, наявними у травні та липні 2024 року на територіях досліджуваних буферних зон агроценозів дослідної станції НН ІБХБ “Жучка” виявлено, що загальний список видів рослин загалом налічує 108 видів (табл. 3.1). Показано, що видове багатство всіх буферних зон у літній сезон збільшується порівняно з весняним, однак з

більш помітною різницею для буферних зон однотипних агроценозів (табл. 3.2).

Таблиця 3.1

Загальний список видів рослин із зазначенням таксономічної належності буферних зон агроценозів дослідної станції НН ІБХБ “Жучка”

№	Латинська назва	Українська назва	Рід	Родина	Порядок
1	Achillea millefolium L.	Деревій звичайний	Деревій (Achillea)	Айстрові (Asteraceae)	Айстроцвіті (Asterales)
2	Ambrosia artemisiifolia L.	Амброзія полинолиста	Амброзія (Ambrosia)		
3	Arctium lappa L.	Лопух справжній	Лопух (Arctium)		
4	Cichorium intybus L.	Цикорій дикий	Цикорій (Cichorium)		
5	Erigeron annuus (L.) Pers.	Злінка однорічна	Злінка (Erigeron)		
6	Erigeron canadensis L.	Злінка канадська			
7	Galinsoga parviflora Cav.	Незбутниця дрібноцвіта	Незбутниця (Galinsoga)		
8	Helianthus tuberosus L.	Соняшник бульбистий або топінамбур	Соняшник (Helianthus)		
9	Solidago canadensis L.	Золотушник канадський –	Золотушник (Solidago)		
10	Cirsium arvense (L.) Scop.	Осот польовий	Осот (Cirsium)		
11	Sonchus arvensis L.	Жовтий осот польовий	Жовтий осот (Sonchus)		
12	Sonchus oleraceus L.	Жовтий осот городній			
13	Tanacetum vulgare L.	Пижмо звичайне	Пижмо (Tanacetum)		
14	Taraxacum officinale (L.) Weber ex F.H.Wigg	Кульбаба лікарська	Кульбаба (Taraxacum)		
15	Tripleurospermum maritimum (L.) W.D.J. Koch	Триреберник непахучий	Триреберник (Tripleurospermum)		
16	Lactuca serriola L.	Латук дикий або салат компасний	Латук або салат (Lactuca)		
17	Lapsana Communis L.	Празелень звичайна	Празелень		
18	Senecio Vulgaris L.	Жовтозілля звичайне	Жовтозілля (Senecio)		
19	Bellis perennis L.	Стокротки багаторічні	Стокротки (Bellis)		
20	Artemisia absinthium L.	Полин гіркий	Полин (Artemisia)		
21	Artemisia vulgaris L.	Полин звичайний			
22	Convolvulus arvensis L.	Берізка польова	Берізка (Convolvulus)	Берізкові (Convolvulaceae)	Пасльоноцвіті (Solanales)
23	Lathyrus tuberosus L.	Чина бульбиста	Чина (Lathyrus)		

24	Securigera sp.	В'язіль	В'язіль (Securigera)	Бобові (Fabaceae)	Бобовоцвіті (Fabales)
25	Lotus corniculatus L.	Лядвенець рогатий	Лядвенець (Lotus)		
26	Lotus arvensis Pers.	Лядвенець польовий			
27	Medicago falcata L.	Люцерна серпувата	Люцерна (Medicago)		
28	Medicago lupulina L.	Люцерна хмелевидна			
29	Medicago sativa L.	Люцерна посівна			
30	Trifolium pratense L.	Конюшина лучна	Конюшина (Trifolium)		
31	Trifolium repens L.	Конюшина повзуча			
32	Vicia cracca L.	Вика мишачий горошок	Вика (Vicia)		
33	Vicia grandiflora Scop.	Вика великоцвіта			
34	Vicia sepium L.	Вика підтинна			
35	Vicia villosa Roth.	Вика волохата			
36	Melilotus officinalis (L.) Lam.	Буркун лікарський	Буркун (Melilotus)		
37	Amaranthus retroflexus L.	Щириця загнута	Щириця (Amaranthus)	Щирицеві (Amaranthaceae)	Гвоздикоцвіті (Caryophyllales)
38	Amaranthus viridis L.	Щириця зелена			
39	Chenopodium album L.	Лобода біла	Лобода (Chenopodium)		
40	Persicaria hydropiper (L.) Delarbre	Гірчак перцевий	Гірчак (Persicaria)	Гречкові (Polygonaceae)	
41	Persicaria lapathifolia (L.) Delarbre	Гірчак шорсткий			
42	Polygonum aviculare L.	Спориш звичайний			
43	Rumex confertus Willd.	Щавель кінський	Щавель (Rumex)		
44	Fallopia convolvulus (L.) Á.Löve	Витка гречка берізкава	Витка гречка (Fallopia)		
45	Geranium dissectum L.	Журавець розсічений	Журавець (Geranium)	Журавцеві (Geraniaceae)	Геранієцвіті (Geraniales)
46	Geranium robertianum L.	Журавець Роберта			
47	Geranium sibiricum L.	Журавець сибірський			
48	Geranium sp.	Журавець			
49	Glechoma hederacea L.	Розхідник звичайний	Розхідник (Glechoma)	Глухокропівові (Lamiaceae)	
50	Lamium album L.	Глуха кропива біла	Глуха кропива (Lamium)		
51	Lamium purpureum L.	Глуха кропива пурпурова			
52	Mentha aquatica L.	М'ята водяна	М'ята (Mentha)		
53	Prunella vulgaris L.	Суховершки звичайні	Суховершки (Prunella)		
54	Stachys palustris L.	Чистець	Чистець		

		болотяний	(Stachys)	Подорожникові (Plantaginaceae)	Губоцвіті (Lamiales)
55	Betonica officinalis (L.) Trevis.	Буквиця лікарська	Буквиця (Betonica)		
56	Plantago lanceolata L.	Подорожник ланцетолистий	Подорожник (Plantago)		
57	Plantago major L.	Подорожник великий			
58	Plantago media L.	Подорожник середній			
59	Veronica chamaedrys L.	Вероніка дібровна	Вероніка (Veronica)		
60	Veronica persica Poir.	Вероніка перська			
61	Odontites Vulgaris Moench.	Кравник звичайний	Кравник (Odontites)	Вовчкові (Orobanchaceae)	
62	Verbena officinalis L.	Вербена лікарська	Вербена (Verbena)	Вербенові (Verbenaceae)	
63	Galium aparine L.	Підмаренник чіпкий	Підмаренник (Galium)	Маренові (Rubiaceae)	Тирличецвіті (Gentianales)
64	Galium mollugo L.	Підмаренник м'який			
65	Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.	Грицики звичайні	Грицики (Capsella)	Капустяні (Brassicaceae)	Капустоцвіті (Brassicales)
66	Lepidium draba L.	Хрінниця крупкова	Хрінниця (Lepidium)		
67	Brassica Napus L.	Ріпак	Капуста (Brassica)		
68	Neslia paniculata (L.) Desv.	Нив`янка волотиста	Нив`янка (Neslia)		
69	Camelina sativa (L.) Crantz.	Рижій сійний	Рижій (Camelina)		
70	Rapistrum perenne (L.) All.	Ріпиця багаторічна	Ріпиця (Rapistrum)		
71	Papaver rhoeas L.	Мак дикий	Мак (Papaver)	Макові (Papaveraceae)	Жовтецевоцвіті (Ranunculales)
72	Consolida regalis Gray	Сокирки польові	Сокирки (Consolida)	Жовтецеві (Ranunculaceae)	
73	Ranunculus acris L.	Жовтець їдкий	Жовтець (Ranunculus)		
74	Malva moschata L.	Калачики мускусні	Калачики (Malva)	Мальвові (Malvaceae)	Мальвоцвіті (Malvales)
75	Malva sylvestris L.	Калачики лісові			
76	Euphorbia helioscopia L.	Молочай сонячний	Молочай (Euphorbia)	Молочайні (Euphorbiaceae)	Мальпігієцвіті (Malpighiales)
77	Hypericum perforatum L.	Звіробій звичайний	Звіробій (Hypericum)	Звіробоеві (Hypericaceae)	
78	Viola tricolor L.	Фіалка триколірна	Фіалка (Viola)	Фіалкові (Violaceae)	
79	Aristolochia clematitis L.	Хвилівник звичайний	Хвилівник (Aristolochia)	Хвилівникові (Aristolochiaceae)	Перцевоцвіті (Piperales)
80	Argentina anserina (L.) Rydb.	Перстач гусячий	Перстач (Potentilla)	Трояндові (Rosaceae)	Розоцвіті (Rosales)
81	Potentilla argentea L.	Перстач сріблястий			
82	Potentilla erecta (L.) Raeusch.	Перстач випрямлений			
83	Potentilla	Перстач			

	reptans L.	повзучий			
84	Rubus caesius L.	Ожина звичайна	Ожина (Rubus)		
85	Daucus carota L.	Морква дика	Морква (Daucus)	Зонтичні або Окружкові (Apiaceae)	Селероцвіті або Аралієцвіті (Apiales)
86	Eryngium planum L.	Миколайчики плоскі	Миколайчики (Eryngium)		
87	Heracleum sosnowskyi Manden.	Борщівник Сосновського	Борщівник (Heracleum)		
88	Pastinaca sativa L.	Пастернак посівний	Пастернак (Pastinaca)		
89	Bromus secalinus L.	Стоколос житній	Стоколос (Bromus)	Злакові (Poaceae)	Тонконогоцвіті (Poales)
90	Bromus inermis Leyss.	Стоколос безостий			
91	Bromus Diandrus Roth.	Стоколос двотичинковий			
92	Bromus hordeaceus L.	Стоколос м'який			
93	Dactylis glomerata L.	Грястиця збірна	Грястиця (Dactylis)		
94	Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.	Плоскуха звичайна	Плоскуха (Echinochloa)		
95	Elymus repens (L.) Gould.	Пирій повзучий	Пирій (Elymus)		
96	Festuca Rubra L.	Костриця червона	Костриця (Festuca)		
97	Festuca gigantea (L.) Vill.	Костриця велетенська			
98	Festuca sp.	Костриця			
99	Lolium perenne L.	Пажитниця багаторічна	Пажитниця (Lolium)		
100	Setaria viridis (L.) P. Beauv.	Мишій зелений	Мишій (Setaria)		
101	Arrhenatherum elatius (L.) J.Presl & C.Presl	Французький райграс високий	Французький райграс (Arrhenatherum)		
102	Poa pratensis L.	Тонконіг лучний	Тонконіг (Poa)		
103	Carex hirta L.	Осока шорстковолосис та	Осока (Carex)	Осокові (Cyperaceae)	
104	Equisetum arvense L.	Хвощ польовий	Хвощ (Equisetum)	Хвощеві (Equisetaceae)	Хвощі (Equisetales)
105	Symphytum officinale L.	Живокіст лікарський	Живокіст (Symphytum)	Шорстколисті (Boraginaceae)	Шорстколистоцві ті (Boraginales)
106	Lysimachia nummularia L.	Вербозілля лучне	Вербозілля (Lysimachia)	Первоцвітові (Primulaceae)	Вересоцвіті (Ericales)
107	Anagallis Arvensis L.	Курячі очка польові	Курячі очки (Anagallis)		
108	Oxalis stricta L.	Квасениця пряма	Квасениця (Oxalis)	Квасеницеві (Oxalidaceae)	Квасеницевіті (Oxalidales)

Таблиця 3.2

Видове багатство досліджуваних буферних зон-екотонів (1, 4) та буферних зон агроценозів сої (2, 3) у різних часових групах

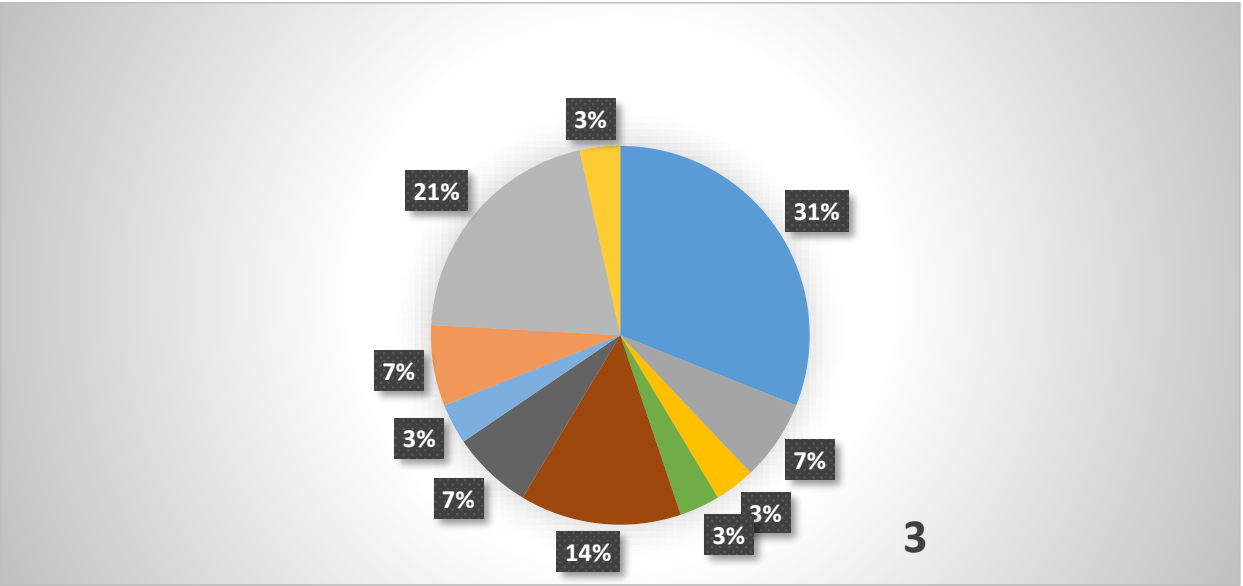
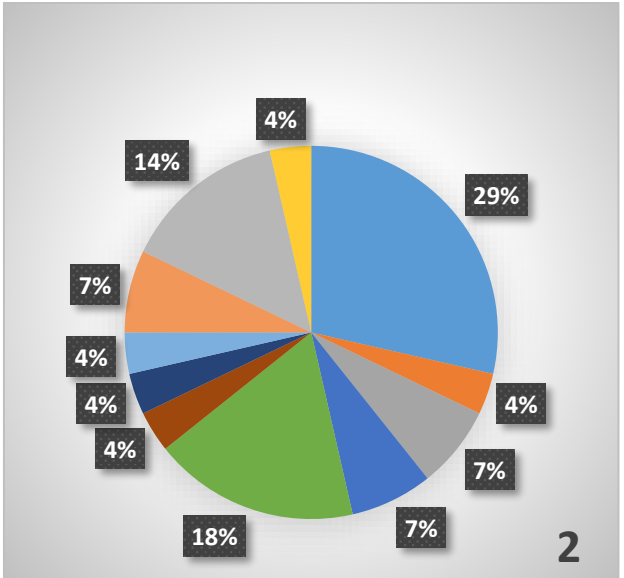
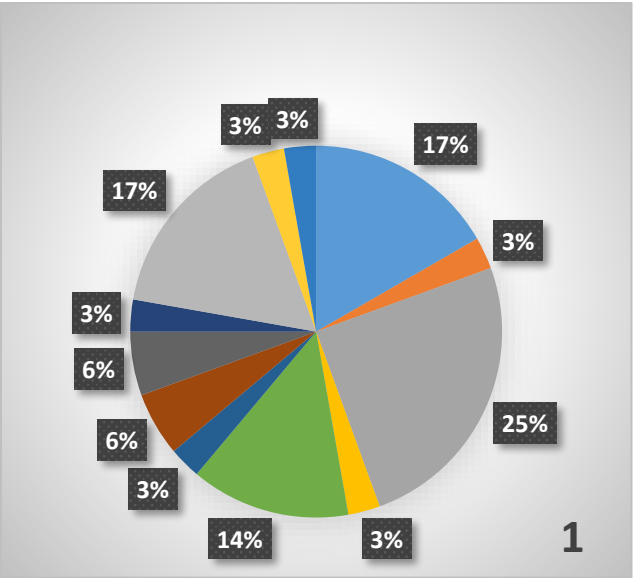
Видове багатство	Травень, 2024	Липень, 2024	Різниця
------------------	---------------	--------------	---------

№ п/п трансекти			
1	38	40	2
2	28	34	6
3	30	40	10
4	42	47	5

В результаті систематичного аналізу встановлено, що станом на травень 2024 р. флористичне багатство буферних зон агроценозів дослідної станції ННІБХБ “Жучка” представлено 17 порядками, серед яких домінуючими є 5: Айстроцвіті (Asterales), Бобовоцвіті (Fabales), Губоцвіті (Lamiales), **Капustoцвіті (Brassicales)** і Тонконогоцвіті (Poales), представленість яких відрізняється за досліджуваними трансектами (рис. 3.1). Так, для трансекти 1 превалюючими є частки: Бобовоцвіті (Fabales) – 25 %, Тонконогоцвіті (Poales) і Айстроцвіті (Asterales) – по 17 % та Губоцвіті (Lamiales) – 14 % із 12 загалом; для трансекти 2 – Айстроцвіті (Asterales) – 29 %, Губоцвіті (Lamiales) – 18 % та Тонконогоцвіті (Poales) – 14 % із 11; для трансекти 3 – Айстроцвіті (Asterales) – 31 %, Тонконогоцвіті (Poales) – 21 % і Капustoцвіті (Brassicales) – 14 % із 10; для трансекти 4 – Айстроцвіті (Asterales) – 19 %, Бобовоцвіті (Fabales) і Тонконогоцвіті (Poales) – по 17 %, Губоцвіті (Lamiales) – 14 % та Капustoцвіті (Brassicales) – 10 % із 12. Решта 12 порядків представлені у всіх трансектах невеликими частками від 2 до 7 %. Отже, для буферних зон однотипних агроценозів (2, 3) у травні превалюючими частками представлено по 3 порядки, а для буферних зон-екотонів (1, 4) – відповідно 4 і 5 (рис. 3.1).

Систематичний аналіз за липень 2024 р. показав, що флористичне багатство буферних зон агроценозів налічує 17 порядків, серед яких домінуючими є 6: Айстроцвіті, Бобовоцвіті, Губоцвіті, **Гвоздикоцвіті (Caryophyllales)**, Тонконогоцвіті і **Селероцвіті (Apiales)** (рис. 3.2). Представленість наявних порядків теж відрізняється за досліджуваними трансектами: 1 – Айстроцвіті – 26 %, Губоцвіті – 15 %, Бобовоцвіті та Гвоздикоцвіті – по 13 %, Тонконогоцвіті – 10 % і Селероцвіті – 8 % із 12 загалом; 2 – Айстроцвіті – 32 %, Бобовоцвіті та Губоцвіті – по 12 %, Гвоздикоцвіті – 10 %, Тонконогоцвіті – 8 % і Селероцвіті – 6 % із 12 загалом; 3 – Айстроцвіті – 31 %, Бобовоцвіті та Губоцвіті – по 12 %, Гвоздикоцвіті – 10 %, Тонконогоцвіті – 8 % і Селероцвіті – 6 % із 12 загалом; 4 – Айстроцвіті – 29 %, Бобовоцвіті та Губоцвіті – по 12 %, Гвоздикоцвіті – 10 %, Тонконогоцвіті – 8 % і Селероцвіті – 6 % із 12 загалом.

Тонконогоцвіті – 9 % із 12; 3 – Айстроцвіті – 29 %, Губоцвіті – 12 %, Тонконогоцвіті та Селероцвіті – по 10 % із 16; 4 – Айстроцвіті – 28 %, Губоцвіті та Бобовоцвіті – по 13 %, Тонконогоцвіті – 11 % і Селероцвіті – 9 % із 13.



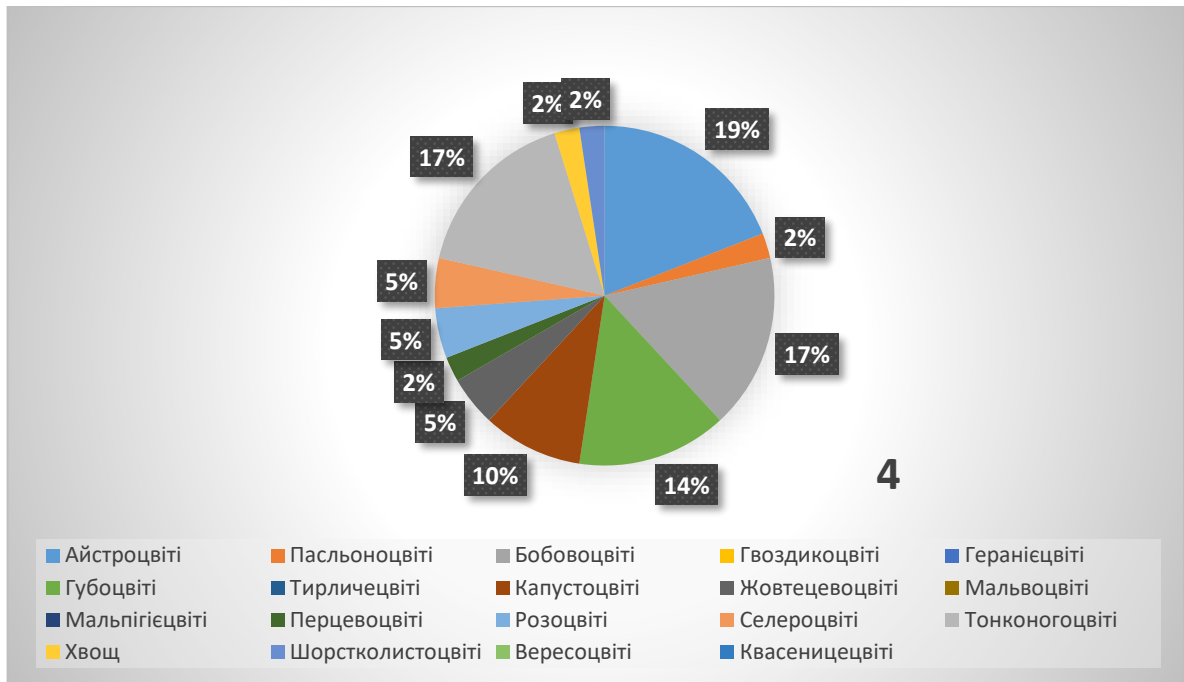
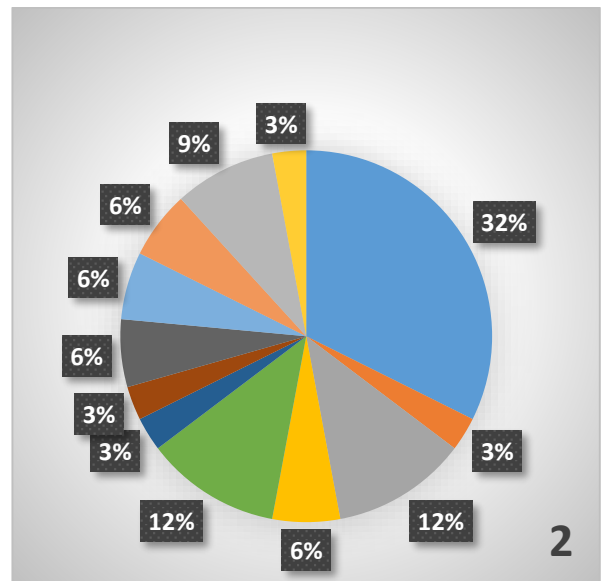
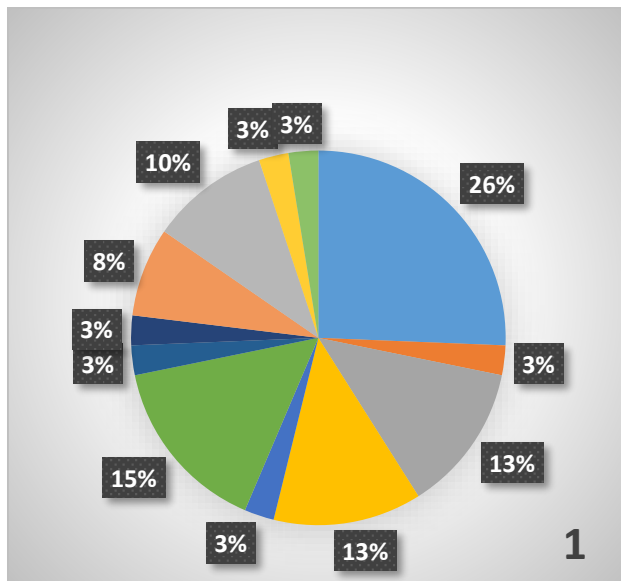


Рис. 3.1. Флористичний спектр порядків у досліджуваних буферних зонах станом на травень 2024 р.



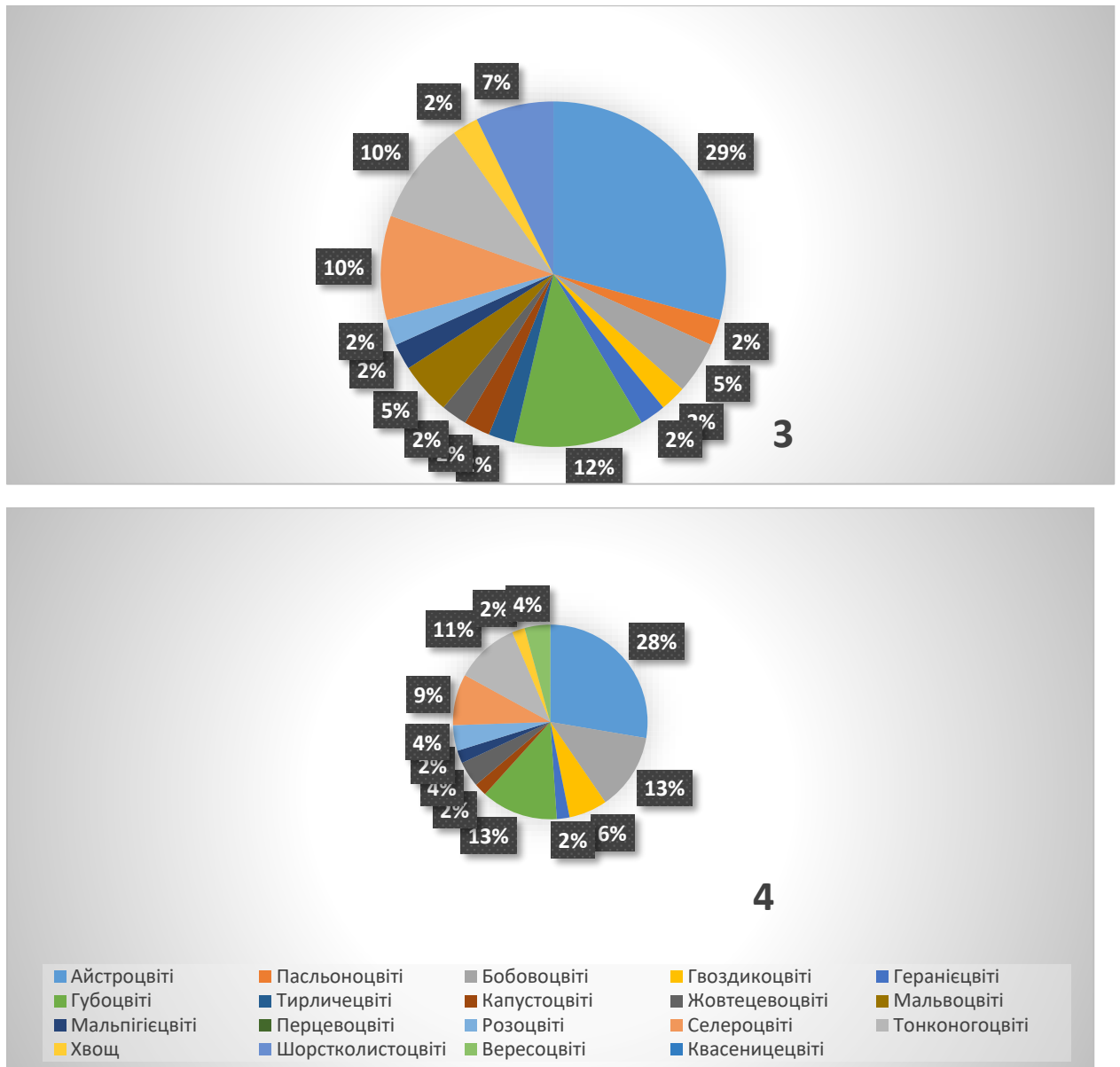


Рис. 3.2. Флористичний спектр порядків у досліджуваних буферних зонах станом на липень 2024 р.

Бачимо, що для буферних зон однотипних агроценозів (трансекти 2, 3) у липні 2024 р., так само як і у травні, превалюючими частками представлено менше порядків (по 4) порівняно з буферними зонами-екотонами (трансекти 1, 4) – відповідно 6 і 5 (рис. 3.2). Загалом кількість порядків у часових групах не змінилася для трансекти 1 та збільшилася для решти: для трансект 2 і 4 – на один порядок, для трансекти 3 – на 6 (рис. 3.1; 3.2).

За родинним флористичним спектром показано, що станом на травень 2024 р. видове багатство досліджуваних буферних зон агроценозів сої дослідної станції ННІБХБ “Жучка” представлено 21 родиною, причому

превалюючими є родини: Айстрові (Asteraceae), Бобові (Fabaceae), Злакові (Poaceae), **Капустяні (Brassicaceae)** і Подорожникові (Plantaginaceae) (рис. 3.3). Так, для трансекти 1 домінує представлення родин Бобові (Fabaceae) – 24 %, Айстрові (Asteraceae) і Злакові (Poaceae) – по 16 % і Подорожникові (Plantaginaceae) – 8 % із 15 загалом; для трансекти 2 – Айстрові (Asteraceae) – 28 %, Злакові (Poaceae) і Подорожникові (Plantaginaceae) – по 14 % та Бобові (Fabaceae) – 10 % із 12; для трансекти 3 – Айстрові (Asteraceae) – 30 %, Злакові (Poaceae) – 20 % та Капустяні (Brassicaceae) – 13 % із 12; для трансекти 4 – Айстрові (Asteraceae) – 20 %, Бобові (Fabaceae) – 17 %, Злакові (Poaceae) – 15 % і Капустяні (Brassicaceae) – 10 % із 15. Видно, що для трансект 2 і 3, між агроценозами сої (однотипні буферні зони), характерно зниження частки бобових рослин: від 10 % (трансекта 2) до 7 % (трансекта 3) порівняно з буферними зонами-екотонами (трансекти 1 і 4), для яких бобові складають відповідно 24 і 17 %. Також, загальна кількість родин у буферних зонах-екотонах (1, 4) складає 15, тоді як у буферних зонах однотипних агроценозів сої (2, 3) – 12 (рис. 3.3).

Родинний флористичний спектр у досліджуваних буферних зонах станом на липень 2024 р. виявив, що видове багатство трансект агроценозів сої дослідної станції “Жучка” представлено 23 родинami з домінуючим відсотком: Айстрові, Бобові, Злакові, **Зонтичні (Ariaceae)**, **Гречкові (Polygonaceae)**, **Глухокропівові (Lamiaceae)** і Подорожникові (рис. 3.4).

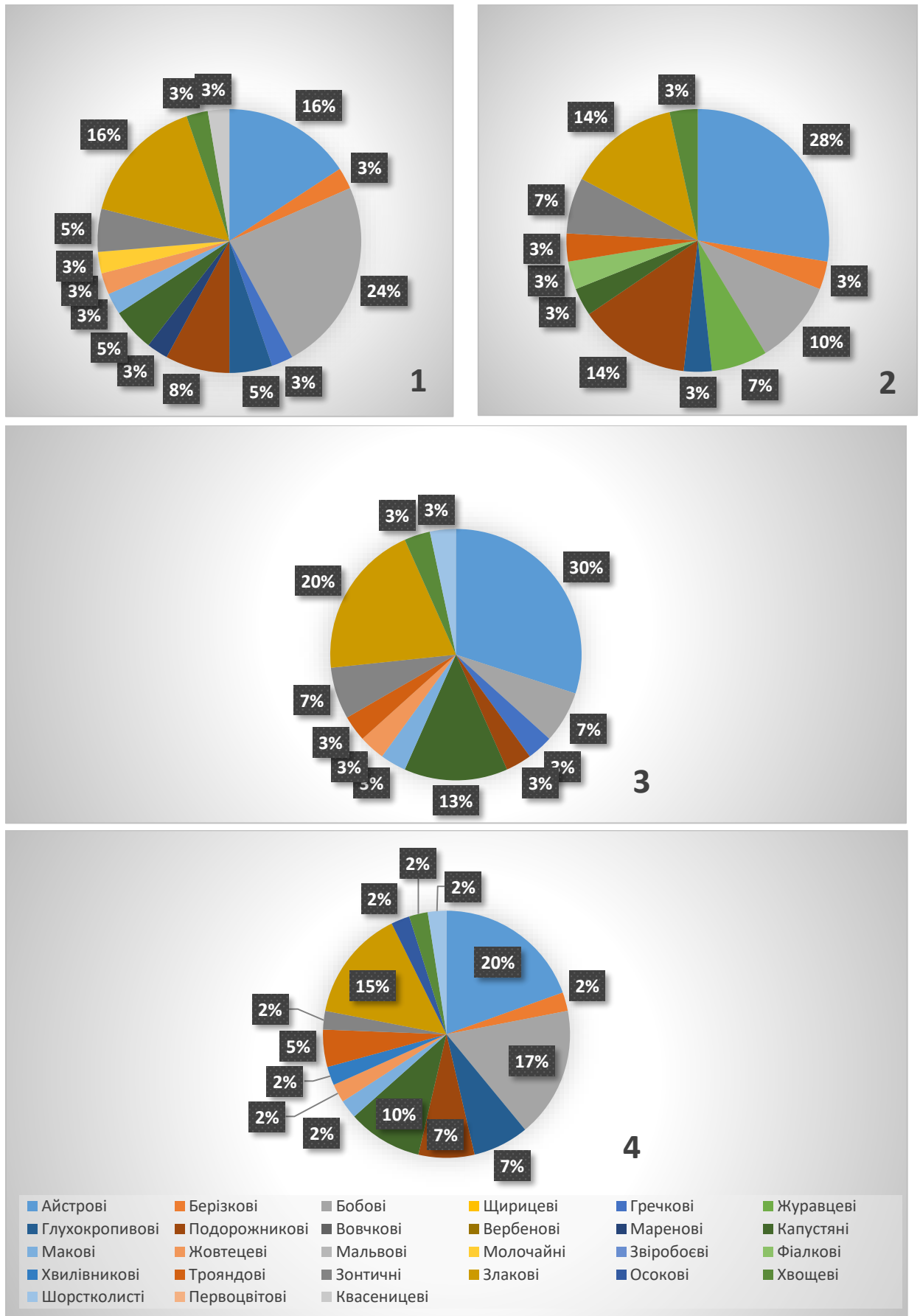
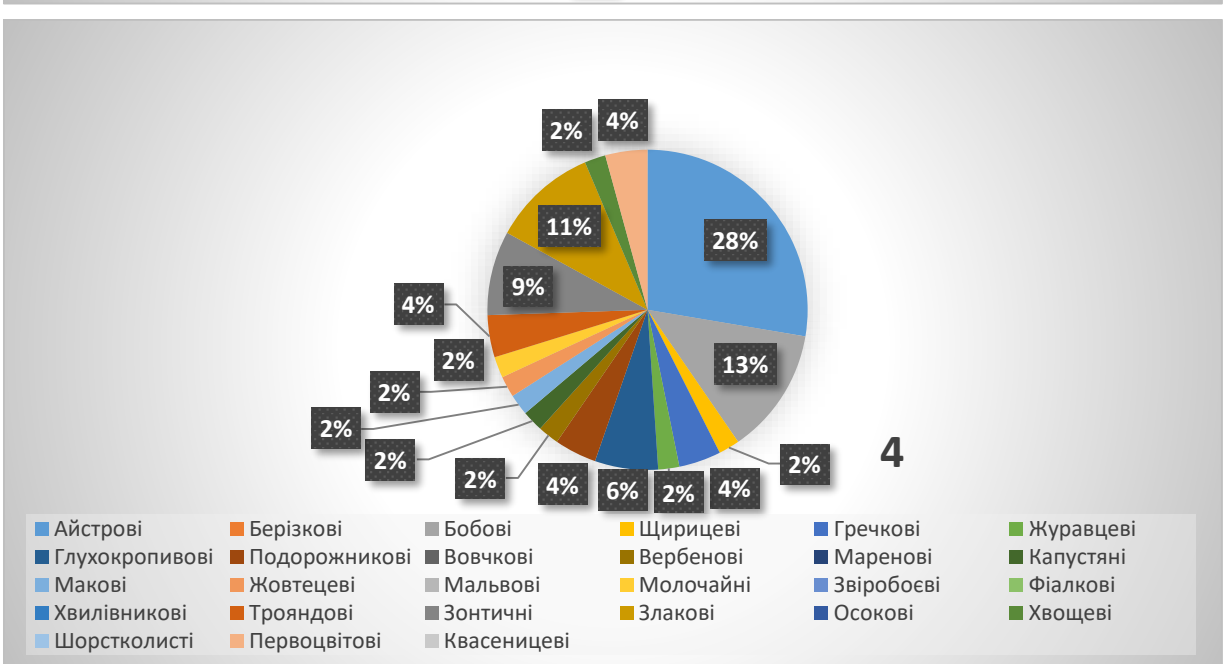
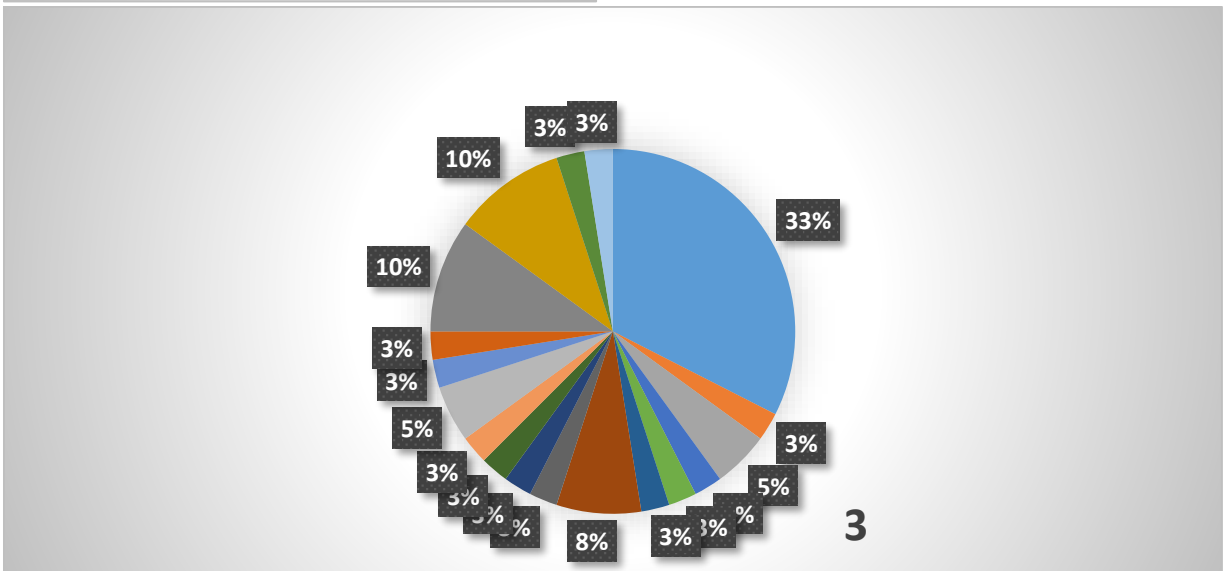
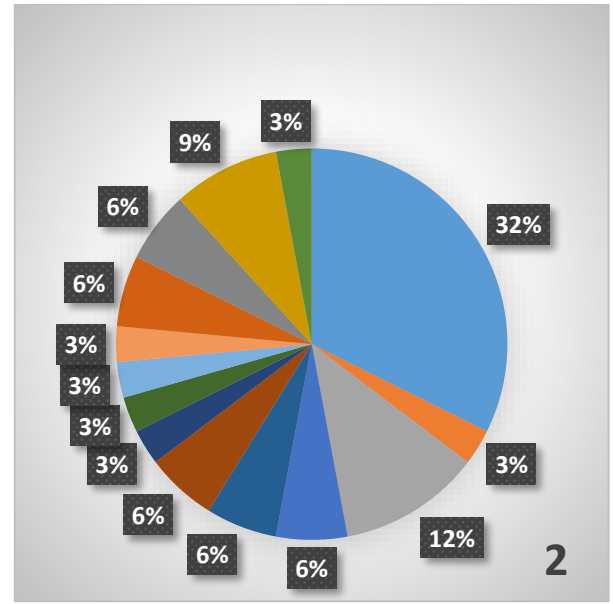
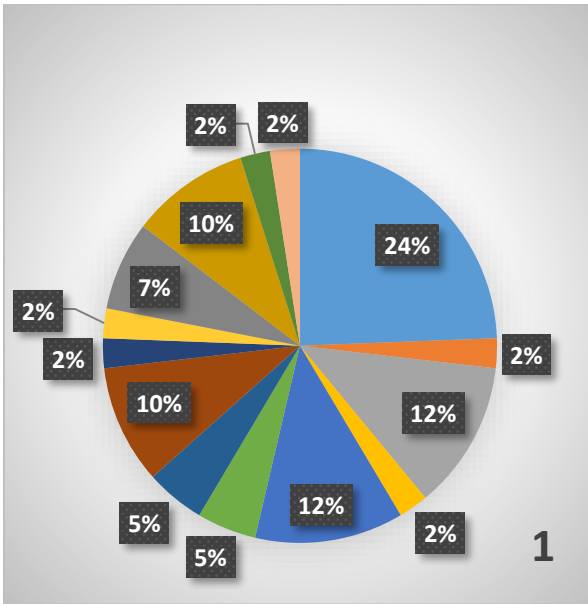


Рис. 3.3. Родинний флористичний спектр у буферних зонах агроценозів станом на травень 2024 р.



- | | | | | | |
|----------------|---------------|-------------|-----------|------------|-----------|
| Айстрові | Берізкові | Бобові | Щирицеві | Гречкові | Журавцеві |
| Глухокропивові | Подорожникові | Вовчкові | Вербенові | Маренові | Капустяні |
| Макові | Жовтецеві | Мальвові | Молочайні | Звіробоеві | Фіалкові |
| Хвильниківі | Трояндові | Зонтичні | Злакові | Осокові | Хвошцеві |
| Шорстколисті | Первоцвітові | Квасеницеві | | | |

Рис. 3.4. Родинний флористичний спектр у буферних зонах агроценозів станом на липень 2024 р.

Так, для трансекти 1 домінують родини Айстрові (24 %), Бобові і Гречкові (по 12 %), Подорожникові і Злакові (по 10%) і Зонтичні (7 %) із 14 загалом; для трансекти 2 – Айстрові (32 %), Бобові (12 %) і Злакові (9 %) із 14; для трансекти 3 – Айстрові (32 %), Злакові і Зонтичні (по 10 %) та Подорожникові (8 %) із 18; для трансекти 4 – Айстрові (28 %), Бобові (13 %), Злакові (11 %), Зонтичні (9 %) та Глухокропивові (6 %) із 17 (рис. 3.4). Показано, що для буферних зон-екотонів (1 і 4) у **липні** 2024 р. превалюючими частками представлено більшу кількість родин: відповідно 6 і 5 порівняно з буферними зонами однотипних агроценозів (2 і 3): відповідно 3 і 4 (рис. 3.4).

Проаналізувавши протоколи АЗ з квітучими видами, наявними у травні та липні 2024 року на територіях досліджуваних буферних зон агроценозів показано, що у липні частка квітучих від загальної кількості видів була більшою порівняно з травнем на всіх трансектах (рис. 3.5).

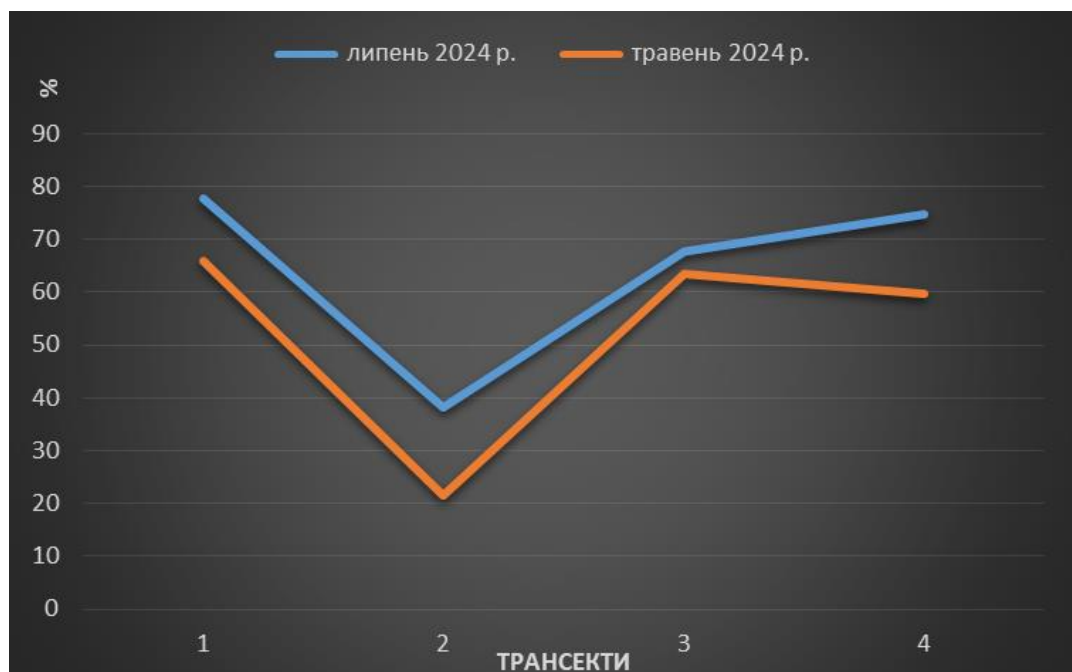


Рис. 3.5. Частка квітучих у буферних зонах у різних часових групах

Втім, варто зауважити, що на трансекті 2 у травні частка квітучих видів була у 3 рази меншою, а у липні – приблизно у 2 рази меншою порівняно з іншими досліджуваними, хоча приріст частки квітучих видів за вказаний період становив 17 %. Трансекта 3 частка виділяється серед інших незначним приростом квітучих видів (5 %) за вказаний період, що зумовило зниження їх частки у липні (68 %) порівняно з трансектою 4 (74 %). Для трансект 1 і 4 частки квітучих видів у різних часових групах (відповідно 66 і 78 %; 60 і 74 %) та їх приріст за вказаний період (12 %; 14 %) були приблизно на однаковому рівні (рис. 3.5).

У плануванні сівби сої вкінці квітня-на початку травня, за оптимальної температури ґрунту 10-12 °С, фермери зазвичай прораховують фазу цвітіння, яка у 2024 р. мала початися орієнтовно 21 червня і тривати 12-24 дні, залежно від сорту. Тому кінець травня для посівів сої характеризувався фазою сходів, а кінець липня – фазою плодоутворення. Очевидно, що саме для досліджуваного часового періоду як періоду цвітіння сої актуальним є приваблення запилювачів для підвищення врожаю.

Аналіз квітучих видів за типом запилення станом на травень 2024 р. на досліджуваних буферних зонах агроценозів виявив найбільший відсоток комахозапильних на трансектах 2 (83 %) і 4 (80 %), незначно менший – на трансекті 1 (72 %) і 58 % – на трансекті 3 (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Частки комахозапильних та вітро- і самоzapильних квітучих на досліджуваних трансектах станом на травень 2024 р.

Отже, для буферних зон-екотонів (1, 4) станом на травень 2024 р. середня частка квітучих комахозапильних видів була дещо вищою (76 %) порівняно з відповідною для буферних зон однотипних агроценозів (71 %) (рис. 3.6).

Аналіз квітучих видів за типом запилення станом на липень 2024 р. показав деякий перерозподіл частки комахозапильних рослин для досліджуваних трансект. Так, найбільший відсоток комахозапильних у липні зростало на трансекті 2 (85 %), дещо менший – на трансектах 4 та 3 (77 і 70 % відповідно) і 61 % – на трансекті 1 (рис. 3.7). Ймовірно, цей факт можна пояснити тим, що трансекта 1 (буферна зона-екотон між агроценозами сої і кукурудзи) станом на липень була більше затіненою порівняно з іншими досліджуваними, тоді як запилювачі й відповідно ентомофільні рослини віддають перевагу ділянкам з достатньою сонячною інсоляцією.



Рис. 3.7. Частки квітучих комахозапильних та вітро- і самоzapильних на досліджуваних трансектах станом на липень 2024 р.

Таким чином, станом на липень 2024 р. середня частка квітучих комахозапильних видів була дещо вищою для буферних зон однотипних агроценозів (78 %) порівняно з вказаним показником для буферних зон-екотонів (69 %).

Ще одним етапом порівняння досліджуваних буферних зон агроценозів було врахування частки квітучих інвазійних видів. Відомо, що наслідками натуралізації інвазійних видів є, перш за все, зміна структури флори, трансформація флористичних комплексів і рослинних угруповань, негативний вплив на екосистеми (Міськова, 2020). Квітучі інвазійні види особливо небезпечні для природного різноманіття через швидке поширення насінням.

Співставленням загального списку видів буферних зон агроценозів дослідної станції ННІБХБ “Жучка” з поширеними у Буковинському Передкарпатті інвазійними за монографією (Інвазійні види ..., 2018) виявлено, що з 108 наявних на досліджуваній території видів 16 інвазійні. Серед квітучих інвазійних видів станом на травень 2024 р. на трансекті 2 не виявлено жодного (рис. 3.8). Показано, що на трансектах 1 і 4 зростає переважна більшість інвазійних видів (по 12 % від загальної кількості квітучих), тоді як на трансекті 3 – 5 % (рис. 3.8). Отже, станом на травень 2024 р. середня частка інвазійних квітучих видів на буферних зонах-екотонах (12 %) більша порівняно з відповідним значенням для буферних зон однотипних агроценозів (3 %).

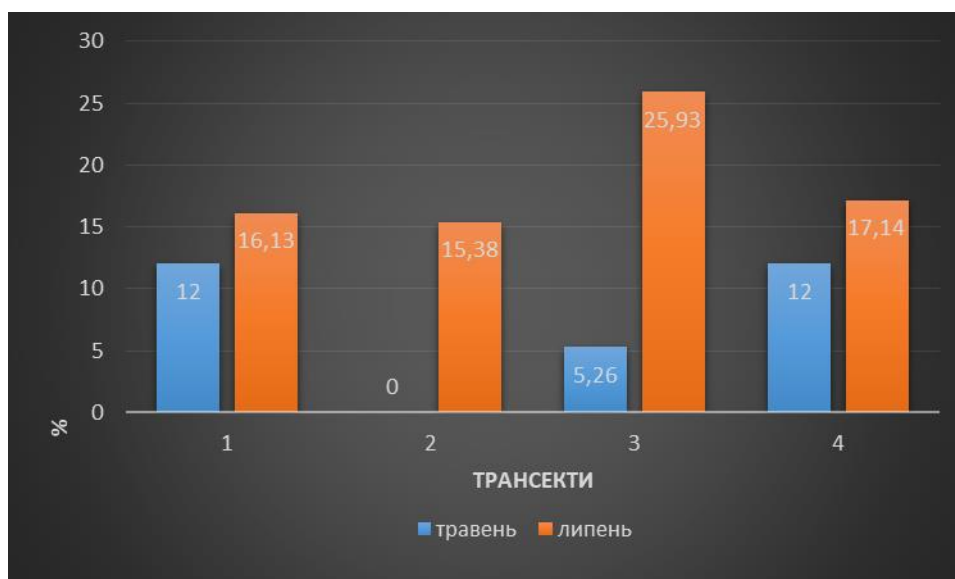


Рис. 3.8. Частки квітучих інвазійних видів на досліджуваних трансектах у різних часових групах

Станом на липень 2024 р. частка інвазійних квітучих видів значно збільшилася на всіх досліджуваних трансектах (рис. 3.8). Виявлено, що якщо на трансектах 1, 2 і 4 відсоток інвазійних квітучих був приблизно на одному рівні (16, 15 і 17 % відповідно), то на трансекті 3 – майже у 2 рази більший (26 %). Таким чином, станом на липень 2024 р. середня частка інвазійних квітучих видів у буферних зонах-екотонах збільшилася з 12 до 17 %, то для буферних зон однотипних агроценозів з 3 до 21 % (рис. 3.8).

Узагальнюючи вивчення часток комахозапильних та інвазійних квітучих від загальної кількості квітучих у різних часових групах можна побачити, що якщо станом на травень у буферних зонах-екотонах (1, 4) більша частка комахозапильних видів позитивно корелює з більшою часткою інвазійних видів, то станом на липень у буферних зонах однотипних агроценозів (2, 3) спостерігається аналогічна ситуація. Це підтверджує значний відсоток інвазійних видів серед квітучих комахозапильних (н-д, Айстрові: 7 інвазійних із 21 у загальному списку) (табл. 3.1).

Динамічні зміни буферних зон агроценозів у часі стосуються змін рослинного покриву при повільному переході одного фітоценозу в інший,

спричиненому людською діяльністю (вторинні сукцесії) (Жук, Костишин, 2007).

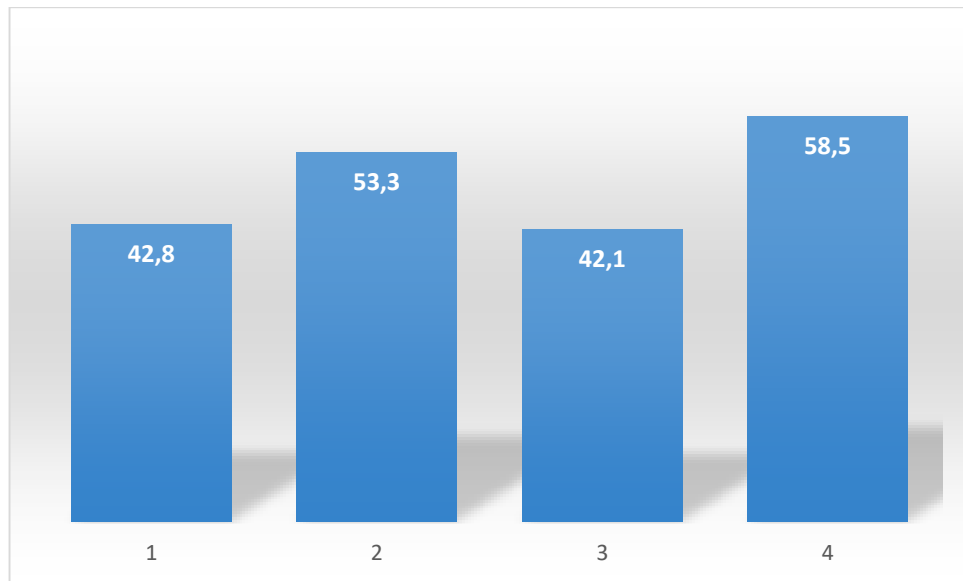


Рис. 3.9. I_{Ja} подібності фіторізноманіття буферних зон агроценозів у часі

Так, співставляючи видове багатство досліджуваних буферних зон дослідної станції ННІБХБ «Жучка» у різних часових групах (табл. 3.2) та індекс їх подібності за Жаккаром у часовому розрізі виявлено найбільшу розбіжність ($I_{Ja} = 42\%$) для трансекти 3, для якої загальна кількість видів у липні збільшилася на 10 порівняно з травнем (найбільша різниця порівняно з іншими трансектами) (рис. 3.9). Для трансект 4 і 2 показано більшу подібність у часі (відповідно 59 і 53 %) порівняно з іншими досліджуваними при тому, що видове багатство у липні зросло лише на 5 і 6 видів. Ймовірно, на трансекті 4 найменше спостерігається змін у часі ($I_{Ja} = 59\%$) через наявність некерованого людиною полем. Для трансекти 1 розбіжність у часових групах теж достатньо висока (43 %) при тому, що видове багатство у липні збільшується зовсім незначно, на 2 види. Очевидно, на даній трансекті одні види у часі змінюються іншими, що може бути пов'язано із змінами більшого затінення буферної зони-екотону в липні впливом агроценозу високої кукурудзи, зміни вологості та температури (табл. 3.2; рис.3.9).

Порівняльний аналіз фіторізноманіття буферних зон агроценозів за індексом подібності Жаккара у різних просторових групах станом на травень 2024 р. показав найбільшу подібність буферних зон-екотонів (трансекти 1 і 4) ($I_{Ja} = 83 \%$) (рис. 3.10).

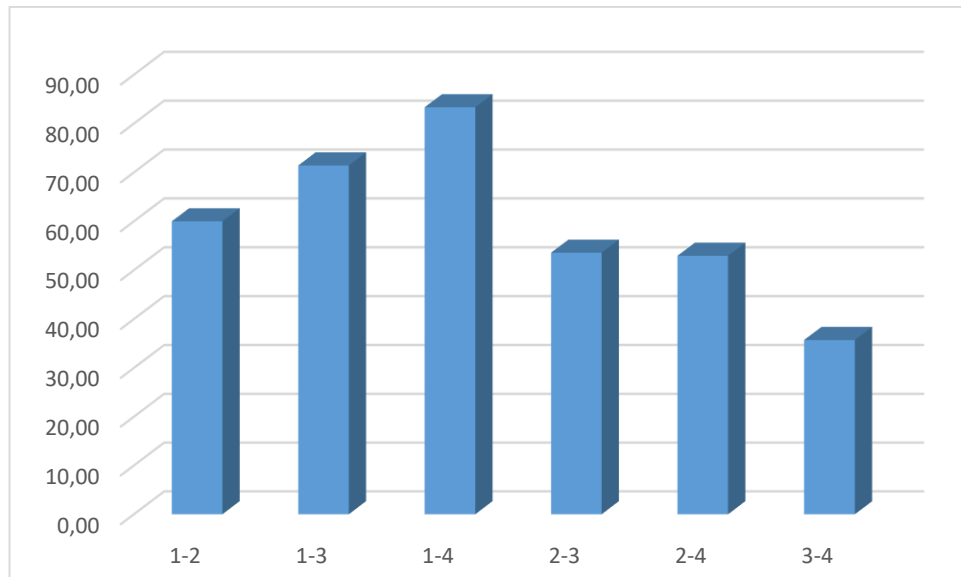


Рис. 3.10. I_{Ja} подібності фіторізноманіття буферних зон агроценозів у різних просторових групах станом на травень 2024 р.

Оскільки саме інвазійні види стирають відмінності між різними природними системами чи буферними зонами агроценозів, то ймовірно саме більший їх відсоток на цих ділянках зумовлює найбільшу подібність. Підтвердженням цього факту є достатньо велика станом на травень 2024 р. частка квітучих інвазійних видів (12 %), однакова на цих трансектах (рис. 3.8). Найбільшу розбіжність станом на травень 2024 р. виявлено для трансект 3-4 (буферна зона між агроценозами сої і буферна зона-екотон між агроценозом сої та некерованим природним полем) ($I_{Ja} = 36 \%$) (рис. 3.10). Ймовірно, що саме для цих трансект найменша кількість спільних інвазійних видів та найбільша кількість видів, наявних лише в одній і другій трансектах.

Співставлення подібності (I_{Ja}) буферних зон агроценозів у різних просторових групах станом на липень 2024 р. показав вже найбільшу подібність буферних зон 3-4 ($I_{Ja} = 82 \%$) (рис. 3.11).

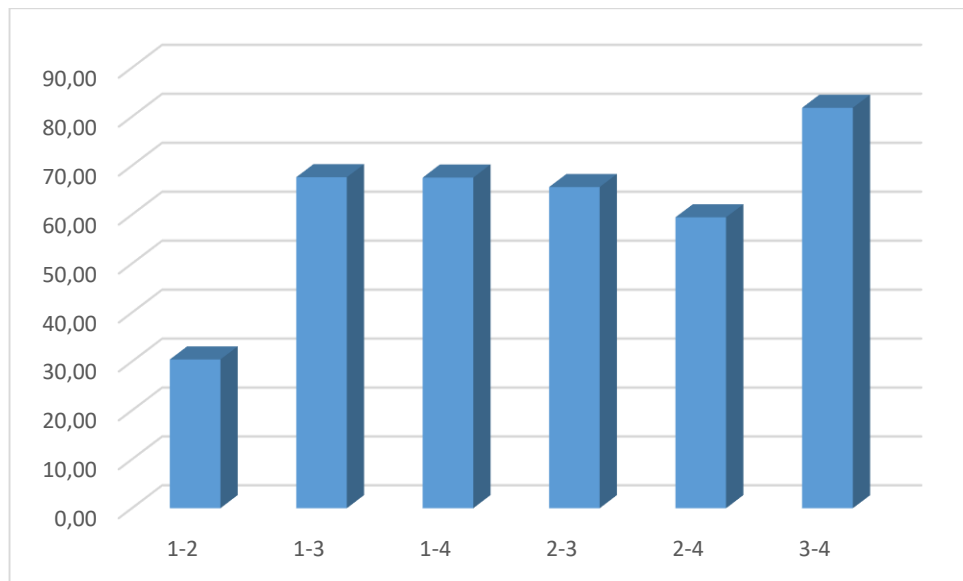


Рис. 3.11. І_{Ja} подібності фіторізноманіття буферних зон агроценозів у різних просторових групах станом на липень 2024 р.

Даний факт, також, можна пояснити найбільшим відсотком саме на цих трансектах станом на липень 2024 р. квітучих інвазійних видів (26 і 17 %) (рис. 3.8). Найбільшу розбіжність між буферними зонами агроценозів у різних просторових групах станом на липень 2024 р. встановлено для трансект 1-2 (відповідно буферна зона-екотон між агроценозами сої і кукурудзи та буферна зона між агроценозами сої, однотипна) ($I_{Ja} = 30\%$) (рис. 3.11). Це може бути зумовлено найменшим для трансекти 1 індексом подібності у часовому розрізі (див. рис. 3.9), коли одні види у часі змінюються іншими і це пов'язано із змінами умов навколишнього середовища цієї буферної зони саме в липні впливом агроценозу високої, на даний момент кукурудзи. Отже, подібність буферних зон агроценозів у різних просторових групах у межах певного агроландшафту більшою мірою визначається відсотком квітучих інвазійних видів на даний момент часу.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що загальний список видів рослин на територіях буферних зон агроценозів дослідної станції ННІБХБ “Жучка” загалом налічує 108 видів, 79 родів, 27 родин, 19 порядків. *Видове багатство* всіх буферних зон станом на липень 2024 р. збільшується порівняно з травнем 2024 р., проте з більш помітною різницею для буферних зон однотипних агроценозів.

2. Показано, що флористичне багатство досліджуваних буферних зон станом на травень і липень 2024 р. *представлено 17 порядками*, проте домінуючими у травні є 5: Asterales, Fabales, Lamiales, **Brassicales** і Poales, у липні 6 – Asterales, Fabales, Lamiales, **Caryophyllales**, **Apiales** і Poales. Для буферних зон однотипних агроценозів (трансекти 2, 3) у травні та липні превалюючими частками представлено менше порядків (по 3 і 4 відповідно для 05 та 07. 2024) порівняно з буферними зонами-екотонами (трансекти 1, 4) – відповідно по 4 і 5 та 6 і 5.

3. Виявлено, що *за родинним флористичним спектром* станом на травень 2024 р. флористичне багатство досліджуваних буферних зон агроценозів представлено 21 родиною з 5 превалюючими: Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, **Brassicaceae** і Plantaginaceae, тоді як на липень 2024 р. – 23 родинами з 7 домінуючими: Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, **Polygonaceae**, **Apiaceae**, **Lamiaceae** і Plantaginaceae. Для буферних зон-екотонів (трансекти 1 і 4) у липні 2024 р. превалюючими частками представлено більшу кількість родин (відповідно 6 і 5) порівняно з буферними зонами однотипних агроценозів (трансекти 2 і 3) – (відповідно 3 і 4).

4. З'ясовано, що якщо станом на 05. 2024 р. *середня частка квітучих комахозапильних видів* була дещо вищою для буферних зон-екотонів (1, 4) (76 %) порівняно з буферними зонами однотипних агроценозів (71 %), то станом на 07.2024 р. – навпаки, дещо вищою для буферних зон однотипних

агроценозів (78 %) порівняно з буферними зонами-екотонами (69 %).

5. Показано, що якщо станом на 05.2024 р. *середня частка інвазійних квітучих видів* для буферних зон-екотонів становила 12 %, а для буферних зон однотипних агроценозів –3 %, то станом на 07.2024 р. – відповідно 17 і 21 %.

6. *За індексом подібності Жаккара* встановлено найбільшу розбіжність у різних часових групах для трансекти 3 ($I_{Ja} = 42\%$), достатньо високу розбіжність для трансекти 1 ($I_{Ja} = 43\%$) та більшу подібність у часі для трансект 4 і 2 (відповідно $I_{Ja} = 59$ і 53%).

7. З'ясовано, що подібність буферних зон агроценозів за I_{Ja} у різних просторових групах у межах певного агроландшафту більшою мірою визначається відсотком квітучих інвазійних видів на даний момент часу. Так, станом на 05.2024 р. показано найбільшу подібність буферних зон-екотонів (трансекти 1-4) ($I_{Ja} = 83\%$); станом на 07.2024 р. – найбільшу подібність буферних зон 3-4 ($I_{Ja} = 82\%$). Найбільшу розбіжність станом на 05. 2024 р. виявлено для трансект 3-4 (буферна зона між агроценозами сої і буферна зона-екотон між агроценозом сої та некерованим природним полем) ($I_{Ja} = 36\%$) станом на 07. 2024 р.– для трансект 1-2 (відповідно буферна зона-екотон між агроценозами сої і кукурудзи та буферна зона між агроценозами сої, однотипна) ($I_{Ja} = 30\%$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буферні зони – природний біозахист для фермерського поля. веб-сайт. URL: <https://www.seeds.org.ua/buferni-zoni-prirodni-biozaxist-dlya-fermerskogo-polya/> (дата звернення: 15.11.2024).
2. Буферні зони у системах вирощування сільськогосподарських культур: методично-інформаційний довідник / Л. Адамчук, А. Антонів, Ю. Лисюк, Л. Хархан, Т. Харіна, А. Майор, І. Ковальська [під ред. Л. Адамчук]. Київ : ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», 2021. 48 с.
3. Всеукраїнська велика енциклопедія рослин. веб-сайт. URL: <http://roslunu.com.ua/> (дата звернення: 11.11.2024).
- 4.
5. Дем'янчук П. М. Основні властивості географічних екотонів: еучасний стан проблеми. Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія. 2001. № 2(7). С. 34–37.
6. Денисик Г. І., Ситник О. І., Чиж О. П., Безлатня Л. О., Денисик Б. Г., Война І. М. Міжзональні геоекотони України: монографія. Вінниця: ТОВ «Твори», 2020. 368 с.
7. ЕКОСИСТЕМОЛОГІЯ. веб-сайт. URL: <http://eprints.zu.edu.ua> (дата звернення: 17.10.2024).
8. Яжук А.В., Костишин С.С. Чутливість індексів видової подібності при дослідженні рослинності зрубів букових лісів. *Науковий вісник Жгородського університету*. Серія Біологія. 2007. Випуск 20. С. 22–29.
9. Зміна клімату та адаптація виробників сої України: довідник / Київ : Асоціація «Дунайська соя», 2022. 36 с.
10. Інвазійні рослини в Буковинському Передкарпатті: монографія / А.І. Гокарюк, І.І. Чорней, В.В. Буджак, В.В. Протопопова, М.В. Шевера,
е
ц
ь

К.В. Коржан, О.Д. Волуца; наук. ред. І. І. Чорней. Чернівці : Друк Арт, 2018. 176 с.

11. Квітучі рослини біля полів допомагають боротися зі шкідниками. веб-сайт. URL: <https://landlord.ua/news/kvituchi-roslyny-bilia-poliv-dopomahaiut-> (дата звернення: 20.11.2024)
12. Клімат і рельєф Чернівецької області : веб-сайт. URL : <http://ukrssr.com.ua/cherniv/klimat-i-relyef-chernivetskoyi> (дата звернення 30.11.2024).
13. Л. Адамчук, А. Антонів, Ю. Лисюк, Л. Хархан, Т. Харіна, А. Майор, І. Ковальська, Буферні зони у системах вирощування сільськогосподарських культур: методично-інформаційний довідник, [під ред. Л. Адамчук]. Київ : ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», 2021. 48 с.
14. Міськова О.В. Участь інвазійних видів рослин у різних типах біотопів регіонального ландшафтного парку «Сеймський». *Класифікація рослинності та біотопів України*: матеріали четвертої науково-теоретичної конференції. Київ, 25–26 березня. За ред. акад. НАН України Я.П. Дідуха. Київ, 2020. С. 106-114.
15. Обговорення проекту Стратегічного плану розвитку міста Чернівців.
Ч
е
р
16. Тимчук О. В., Мотрук М. В., Лазарович Р. В. Структура ботанічного моніторингу в екосистемах Карпатського НПП. Вісник Прикарпатського націон. унів-ту ім. В. Стефаника. 2022. Вип. XVII. С. 28–31.
н
і
в
с
17. Федоряк М.М., Шкробанець О.О., Тимочко Л.І., Филипчук Т.В., Жук А.В., Делі О.Ф., Подобівський С.С., Миколайчук В.Г., Легета У.В., Зароченцева О.Д., Гаврилець Н.І., Мельниченко Г.М., Джос В.В.
ц
б
к
а

- Результати моніторингу втрат бджолиних колоній в Україні в умовах війни після зимівлі 2022-2023 років. *Науковий вісник Чернівецького університету*. Біологічні системи. ЧНУ. 2024. Т. 16. Вип. 1. С. 84–97.
18. Чернівці – адміністративний, політичний і релігійний центр Чернівецької області, важливий культурний та науково-освітній осередок України : веб-сайт. https://artsandculture.google.com/entity/m01_w5q?hl=uk (дата звернення 30.11.2024).
19. A. Kassam, T. Friedrich, R. Derpsch and J. Kienzle. Overview of the Worldwide Spread of Conservation Agriculture, 2015 URL: <http://www.rolfderpsch.com/> (дата звернення: 27.11.2024).
20. Advances in soybean breeding and agroecological practices. University of Illinois. URL: <https://www.soybeanlab.illinois.edu/research/soybean-innovations> (дата звернення: 13.11.2024).
21. Auskalniiene O., Zadorozhnyi V. Metliuh zvychainyi (Apera spica-venti (L.) P. Beauv): rezystentnist do herbitsydiv v Lytvi ta Ukraini // Karantyn i zakhyst roslyn. 2020, P. 50-53
22. Baumgartner T. Agricultural Landscape Stability and Sustainable Land Management. CRC Press, 2023. 296 p.
23. Biodiversity Patterns in Ecotones. National Geographic Education: веб-сайт. URL: <https://education.nationalgeographic.org> (дата звернення: 13.11.2024).
24. BUFFER ZONES and their MANAGEMENT. веб-сайт. URL: <https://www.cbd.int/doc/pa/tools/Buffer%20zones%20and%20their%20management%20policies%20and%20best%20practices.pdf> (дата звернення: 15.11.2024).
25. Buffer zones, better regulation needed to prevent agricultural pollution in rivers, streams, review finds. веб-сайт. URL:

- <https://www.sciencedaily.com/releases/2021/07/210729183635.htm> (дата звернення: 15.11.2024).
26. Dallimer K. Grassland Ecosystem Services: Research Advances and Future Directions for Sustainability. Routledge, 2024. 310 p.
 27. Ecotonal Regions as Climate Buffers. Earth Science Alliance: веб-сайт. URL: <https://www.earthsciencealliance.org> (дата звернення: 13.11.2024).
 28. Ecotones and Climate Change Impacts on Biodiversity. Fiveable: веб-сайт. URL: <https://library.fiveable.me> (дата звернення: 13.11.2024).
 29. Ecotones as Windows into Organismal-to-Biome Scale Responses across Neotropical Forests. веб-сайт. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39273880/> (дата звернення: 17.10.2024).
 30. Ecotones: Transition Zones Between Ecosystems. ResearchGate: веб-сайт. URL: <https://www.researchgate.net> (дата звернення: 13.11.2024).
 31. Forman R. and Godron M., Landscape Ecology. John Wiley and Sons Ltd., New York, 1986.
 32. Foster, D. R., Aber, J. D., Melillo, J. M. Ecotones: The Role of Landscape Boundaries in the Management and Restoration of Changing Environments. Springer, 2002. 320 с.
 33. Gill K. A., O'Neal M. E. Survey of Soybean Insect Pollinators: Community Identification and Sampling Method Analysis. Environmental Entomology. 2015. V. 44(3). P. 488-498.
 34. GIS Methods for Detecting and Quantifying Ecotones. Kark Group: веб-сайт. URL: <https://www.karkgroup.org> (дата звернення: 13.11.2024).
 35. Gliessman S. Agroecosystems: Living Landscapes. CRC Press, 2021. 428 p.

36. Grazing Near Streams: Riparian Buffers. веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/riparian-buffers> (дата звернення: 15.11.2024).
37. Heap I. International survey of herbicide – resistant weeds.-2020. URL: <https://www.weedscience.com> (дата звернення: 27.11.2024).
38. Integrated nature area management in the Netherlands. веб-сайт. URL: https://reform-support.ec.europa.eu/what-we-do/green-transition/integrated-nature-area-management-netherlands_en (дата звернення: 15.11.2024).
39. IUCN веб-сайт. URL: <https://iucn.org/> (дата звернення: 20.11.2024).
40. Ortiz-Perez E., Cianzio S.R., Wiley H., Horner H.T., Davis W.H., Palmer R.G. Insect-mediated cross-pollination in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]: I. Agronomic performance. Field Crops Research. 2007. Volume 101, Issue 3. P. 259-268.
41. Paul Teng. Executive Summary Biotech Crops Drive Socio-Economic Development and Sustainable Environment in the New Frontier. 2019 URL: <http://www.isaaa.org> (дата звернення: 27.11.2024).
42. Pellerin G. Agroecosystem Diversity: Reconciling Contemporary Agriculture and Environmental Quality. Academic Press, 2021. 348 p.
43. Policy Support and Governance Gateway. веб-сайт. URL: <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1136968> (дата звернення: 20.11.2024).
44. Rosset C. Agroecology Now!: Transformations Towards More Just and Sustainable Food Systems. Routledge, 2020. 295 p.
45. Simulated climate change effects on soybean production using two crop modules in. USDA Agricultural Research Service. URL: <https://www.ars.usda.gov/research/soybean-climate-effects> (дата звернення: 13.11.2024).

46. Singh S. Sustainable Land Management and Ecosystem Services in Agroforestry Systems. Elsevier, 2022. 385 p.
47. Smith, T. B. Ecotones and Environmental Transitions. Chicago University Press, 2005. 340 c.
48. Species Interactions in Ecotonal Areas. Academia: веб-сайт. URL: <https://www.academia.edu> (дата звернення: 13.11.2024).
49. Sustainable soybean production systems: An integrative overview. Agriculture for the Future. URL: <https://www.sustainable-agriculture.edu/articles/soybean-systems> (дата звернення: 13.11.2024).
50. Theoretical and Applied Research on Ecotones. Research Journal of Ecology: веб-сайт. URL: <https://www.ecologyjournal.org> (дата звернення: 13.11.2024).
51. Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review. веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X1200283> (дата звернення: 25.11.2024).
52. Understanding Ecotones in Ecology. Nature Serve: веб-сайт. URL: <https://www.natureserve.org> (дата звернення: 13.11.2024).
53. Wainer César Chiari, Vagner de Alencar Arnaut de Toledo, Maria Claudia Colla Ruvolo-Takasusuki, Arildo José Braz de Oliveira, Eduardo Shiguero Sakaguti, Valeria Maria Attencia, Fabiana Martins Costa and Marina Hitomi Mitsui Pollination of Soybean (*Glycine max* L. Merrill) by Honeybees (*Apis mellifera* L.) BRAZILIAN ARCHIVES OF BIOLOGY AND TECHNOLOGY. 2005. V.48. № 1. P. 31-36.