УДК 504+574.4+581.9: 581.9 (251:477)
УКПП 72.19.16
№ Держреєстрації 0120U104763
Інв. №

Національна академія наук України
Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного
01004, м. Київ, вул. Терещенківська, 2
тел. (044) 234-40-41; факс. (044) 234-10-64
e-mail: inst@botany.kiev.ua; www.botany.kiev.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Інституту ботаніки
ім. М.Г. Холодного НАН України
_____ С.Л. Мосякін
(підпис) (ПІБ)
«____» _____ 2021 року

ЗВІТ
про науково-дослідну роботу
за договором від 29.10.2020 № 87/01.2020 та
від 11 травня 2021 № 164/01/0140

ТРАВ'ЯНІ БІОТОПИ УКРАЇНИ ЗАГАЛЬНОЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗНАЧЕННЯ: СУЧАСНИЙ СТАН, МАСШТАБИ ВТРАТ ТА СТРАТЕГІЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН І АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ДОВКІЛЛЯ

Грантова підтримка Національного фонду досліджень України
в межах конкурсу «Наука для безпеки людини та суспільства»

(остаточний)

Науковий керівник НДР,
д-р біол. наук, ст. наук. співр. _____ А.А. Куземко

2021

Результати роботи розглянуто вченою радою Інституту ботаніки
ім. М.Г. Холодного НАН України, протокол від 7.12.2021 р. № 15

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР, пров. наук. співр. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, д-р біол. наук, ст.н.с.	(підпис) (14.12.2021)	А.А. Куземко (вступ, реферат, розділи 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11 висновки, додатки Д, И).
Відповідальні виконавці: Зав. кафедри, Херсонський державний університет, д-р біол. наук, професор	(підпис) (14.12.2021)	І.І. Мойсієнко (2020 р.) (Розділи 2, 5, 6, 10, додаток И)
Професор, Херсонський державний університет, д-р біол. наук, професор	(підпис) (14.12.2021)	М.Ф. Бойко (2021 р.) (розділи 2, 5, 10)
Професор, Херсонський державний університет, д-р біол. наук, професор	(підпис) (14.12.2021)	О. Є. Ходосовцев (розділи 1, 2, 9, 10, додаток И)
Зав. кафедри, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, д-р біол. наук, професор	(підпис) (14.12.2021)	І. І. Чорней (розділи 5, 6, 9, 10 додаток И)
Наук. співр. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, канд. біол. наук	(підпис) (14.12.2021)	О. О. Кучер (розділи 5, 9, 10, додатки Б, И, К)
Наук. співр. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, канд. біол. наук	(підпис) (14.12.2021)	С. М. Ємельянова (розділи 1, 2, 10)
Наук. співр. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, канд. біол. наук	(підпис) (14.12.2021)	Д. С. Винокуров (2020 р., І етап 2021 р.) (розділи 1, 2, 3, 9, Додатки А, И)

Ст. наук. співр. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, канд. біол. наук	(підпис) (14.12.2021)	Т.П. Дзюба (II етап 2021 р.) (розділи 1, 2, 10)
Мол. наук. співр. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, канд. біол. наук	(підпис) (14.12.2021)	О. О. Чусова (розділи 2, 6, 9, 10, додатки Г, И)
Доцент, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, канд. біол. наук	(підпис) (14.12.2021)	О.В. Прилуцький (розділи 8, 10, додаток Ж)
Доцент, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, канд. біол. наук, доцент	(підпис) (14.12.2021)	В. В. Буджак (розділи 5, 6, 7, 9, 10, додатки В, Е, И)
Доцент, Донецький національний університет ім.Василя Стуса, канд. біол. наук	(підпис) (14.12.2021)	Ю. А. Вашеняк (розділи 2, 9, 10)
Асистент, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, канд. біол. наук	(підпис) (14.12.2021)	А. І. Токарюк (розділи 2, 6, 9, 10)
Провідний інженер, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України	(підпис) (14.12.2021)	Д. В. Ширяєва (розділи 1, 3, 8, 9, 10, Додатки А, И)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 277 с., містить 11 розділів, 8 табл., 69 рис., 9 додатків, 89 джерел.

БІОТОПИ, ГІС, ЕКОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА, EUNIS, ТРАВ'ЯНІ ЕКОСИСТЕМИ, ФІТОІНДИКАЦІЯ, ФІТОСОЦІОЛОГІЧНА БАЗА ДАНИХ.

Об'єкт дослідження – трав'яні біотопи України загальноєвропейського значення.

Мета проєкту – встановити сучасний стан поширення в Україні трав'яних біотопів загальноєвропейського значення, розробити заходи щодо припинення їхніх втрат та забезпечення тривалого існування.

Методи дослідження – аналіз фітосоціологічних даних за допомогою експертних систем, фітоіндикація, методи дистанційного зондування Землі, екологічне моделювання.

Встановлено присутність на території України 30 типів трав'яних біотопів, з'ясовано особливості їхнього фактичного і потенційного поширення, виділено «гарячі» і «холодні» точки різноманіття, проаналізовано ступінь антропогенної трансформації, здійснено прогноз інвазійності чужорідних видів і інвазіабельності біотопів, встановлено созологічну цінність біотопів, здійснено прогноз їхніх змін внаслідок глобальних змін клімату; створено бібліотеку стектральних сигнатур біотопів, розроблено інструмент для автоматичної дешифровки трав'яних біотопів, за його допомогою встановлено орієнтовні площі трав'яних біотопів України, а також виявлено втрати трав'яних біотопів Українських Карпат за останні 30 років. Закладено 126 постійних моніторингових ділянки для 27 типів біотопів. З метою популяризації інформації про цінність трав'яних біотопів створено інтернет-ресурс, підготовлено до друку Атлас трав'яних біотопів України та інформаційні буклети. Розроблено пропозиції до національної стратегії збереження біорізноманіття до 2030 року щодо збереження трав'яних біотопів подані до Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів.

ABSTRACT

Report SRW: 277 p., there are 11 chapters, 8 tables, 69 figs., 9 app., 89 references.

HABITATS, GIS, ECOLOGICAL MODELING, EXPERT SYSTEM, EUNIS, GRASSLANDS, PHYTOINDICATION, PHYTOSOCIOLOGICAL DATABASE.

Research object – grassland habitats of Ukraine of the European inportance

Research aim – to reveal the current state of distribution of grassland habitats of European importance in Ukraine, to develop measures to prevent their losses and to ensure their long-term existence.

Research methods – phytosociological data analysis by expert system, phytoindication, remote sensing methods, ecological modelling.

The presence of 30 types of grassland habitats on the territory of Ukraine was established, the peculiarities of their actual and potential distribution were clarified, hotspots and coldspots were identified, a degree of their anthropogenic transformation were analyzed, the forecast of invasion success of alien species and invasion capacity of habitats was made, the conservational value of habitats was revealed, the forecast of their changes as a result of global climate changes was made; a library of spectral signatures of habitats was created, a tool for automatic decoding of grassland habitats was developed, approximate areas of grassland habitats of Ukraine were established with its help, and losses of grasslands of the Ukrainian Carpathians for the last 30 years were revealed. 126 permanent monitoring plots for 27 habitat types have been established. In order to popularize information about the value of grasslands, an Internet resource has been created, the Atlas of Grassland Habitats of Ukraine and information booklets have been prepared for publication. Proposals for the National Strategy for the Biodiversity Conservation until 2030 regarding grassland habitats have been submitted to the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні познаки……... 8
Вступ…….. 9
1 Матеріали та методи дослідження…… 13
2 Класифікація трав'яних біотопів …… 29
3 Поширення трав'яних біотопів на території України ……... 35
4 Аналіз видового багатства та різноманітності трав'яних біотопів України……... 40
5 Антропогенна трансформація трав'яних біотопів України …….. 51
6 Созологічна оцінка трав'яних біотопів України …… 64
7 Прогнозування зміни трав'яних біотопів України внаслідок глобальних змін клімату…….. 72
8 Розробка геоінформаційних систем трав'яних біотопів України……. 80
8.1 Спектральні сигнатури трав'яних біотопів України……. 80
8.1.1 Спектральні характеристики біотопів національного природного парку "Бузький Гард"…… 81
8.1.2 Спектральні характеристики трав'яних біотопів України…. 87
8.2 Дешифрування біотопів методами дистанційного зондування Землі та машинного навчання…… 93
8.2.1 Дешифрування біотопів національного природного парку "Бузький Гард"…….. 94
8.2.2.Визначення площ трав'яних біотопів України…….. 96
8.3. Використання результатів дистанційного зондування Землі для вивчення динаміки площ трав'яних біотопів (на прикладі Українських Карпат)…….. 99
9 Результати польових досліджень……. 104
10 Розробка інформаційних ресурсів……. 117
10.1 Інтернет-ресурс «Трав'яні біотопи України»…….. 117

10.2 Український геоботанічний сайт…….. 121
10.3 Атлас-довідник «Трав'яні біотопи України»…….. 122
10.4 Інформаційні буклети «Найпоширеніші трав'яні біотопи»…….. 128
11 Стратегія охорони та збереження трав'яних біотопів України…… 130
Висновки……... 139
Перелік джерел посилання…….. 143
Додаток А Комбіновані карти поширення типів трав'яних біотопів в Україні ……..... 152
Додаток Б Перелік чужорідних видів вищих судинних рослин і їх представленість у типах трав'яних біотопів ……..... 167
Додаток В Матриці співпадіння діапазонів толерантності чужорідних видів і трав'яних біотопів України …….. 170
Додаток Г Перелік рідкісних видів вищих судинних рослин і їх представленість у типах біотопів…… 190
Додаток Д Результати созологічної оцінки трав'яних біотопів України…. 204
Додаток Е Результати прогнозу реакції раритетних видів трав'яних біотопів України на зміну значень екофакторів при підвищенні температури середовища існування……. 210
Додаток Ж Спектральні сигнатури трав'яних біотопів України……. 218
Додаток И Результати польових досліджень……. 235
Додаток К Публікації за результатами реалізації проєкту…… 266

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

AUC – area under ROC curve

BART – Байєсівські адитивні дерева регресії

EUNIS – the European Nature Information System

GEE – Google Earth Engine

ROC-крива – receiver operating characteristic

TSS – справжня статистика здатності

БЗ – біосферний заповідник

ГІС – Геоінформаційна система

ДЗЗ – дистанційне зондування Землі

НПП – національний природний парк

НППБГ – національний природний парк “Бузький Гард”

УК – Українські Карпати

ВСТУП

Впродовж останніх років Україна зіткнулася з такими екологічними катаклізмами, як безпрецедентні за масштабами лісові пожежі, пилові бурі, посухи, критичне зниження водності річок, що нарешті привернуло увагу суспільства до проблем стану довкілля. Серед причин таких катаклізмів експерти називають як глобальні кліматичні зміни, так і нераціональне господарювання, зокрема незаконне розорювання останніх залишків луків і степів, масове спалювання сухої трави, меліорація, безконтрольне зарегулювання річкового стоку, забудову водоохоронних зон тощо. Від усіх цих дій страждають насамперед трав'яні екосистеми, проте проблеми їх збереження і підтримання привертають значно меншу увагу суспільства, на відміну від лісів. У свідомості значної частини населення і господарників відкриті та порослі травами ділянки асоціюються з «неугіддями», які не мають господарської цінності і потребують освоєння та поліпшення. Натомість трав'яні екосистеми мають надзвичайно важливе значення, насамперед, як джерело численних екосистемних послуг, не лише ресурсних, але і пов'язаних з регуляцією та самопідтриманням екосистем – терморегуляцією, ґрунтоутворенням, протидією ґрунтовій та водній ерозії, депонуванням CO_2 тощо, що сприяють підвищенню стійкості екосистем до глобальних змін клімату та стихійних лих, а отже і сталому розвитку суспільства. Недооціненою є також їхня рекреаційна функція, яка набуває особливого значення у зв'язку з психологічним станом людського суспільства через соціальні та економічні потрясіння, зокрема пандемію COVID-19. Саме образ квітучої луки є одним з найбільш поширених образів для візуалізації в психотерапевтичній практиці, і власне саме перебування людини в таких екосистемах має позитивний оздоровчий і психотерапевтичний ефект.

Аналіз структури земельного фонду України за останні 20 років показує стійку тенденцію до поступового скорочення площ сіножатей та пасовищ (Національні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні 1999-2018 рр). Водночас, у багатьох країнах Європи трав'яні екосистеми

визнані об'єктом спеціального природоохоронного інтересу і «гарячими точками біорізноманіття» [1]. Так, для мезо-ксерофітних лучно-степових біотопів Європи рекорди видового багатства за останніми даними [2] становлять 106 видів судинних рослин на 10.89 м^2 у Трансильванії (Румунія) та 119 видів судинних рослин на 16 м^2 на Буковині (Україна). Такі унікальні біотопи є першочерговими пріоритетами у природоохоронній політиці багатьох держав. Ведеться активна робота щодо їх картування, як в межах територій мережі Натура 2000, так і в межах цілих країн або регіонів. Результати такої інвентаризації оприлюднюються на відкритих інтернет-ресурсах. Прикладами можуть слугувати проекти Life Viva Grass (https://vivagrass.eu/), Mapování biotopů (https://aopkcr.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c38db59779714a78aec4c731152b0290) та ін. В нашій країні сьогодні активно йде процес імплементації європейського природоохоронного законодавства відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, зокрема і впровадження оселищного (біотопічного) підходу. Однак відсутність актуальної інформації щодо наявних площ та сучасного стану біотопів, що підлягають охороні в межах всієї Європи, унеможливлює ефективне застосування в Україні європейських підходів до охорони природи. Так, у нещодавній монографії по трав'яних екосистемах світу "Grasslands of the World: Diversity, Management and Conservation" [1], Україна згадується як єдина з 19 країн Східної Європи, для якої повністю відсутні доступні дані щодо площ природних та напівприродних трав'яних екосистем, які знаходяться під охороною [3]. Враховуючи темпи втрат природних екосистем України, деякі найцінніші з них можуть зникнути, навіть не встигнувши потрапити в будь-які кадастри або реєстри, які б забезпечили їхнє збереження.

За останнє десятиліття в Україні спостерігається значний прогрес в імплементації оселищного підходу до охорони біорізноманіття. Проведено ідентифікацію біотопів, що охороняються на загальноєвропейському рівні, зокрема включених до Резолюції 4 Бернської конвенції [4, 5, 6] та Оселищної Директиви ЄС [7], підготовлено Національний каталог біотопів України [8], розробляється національна класифікація біотопів України Ukrbiotop [9-11].

Наступним кроком має стати більш детальне вивчення біотопічного різноманіття України: поширення окремих біотопів на території нашої держави, встановлення площ, які вони займають, різномасштабне картування, насамперед, на територіях мережі Емеральд (Смарагдової), а також визначення екологічних особливостей, стану та структури, у тому числі характерних видів рослин і тварин, їх природоохоронної та наукової цінності, основних загроз та оптимальних заходів управління.

Детальна інвентаризація та картування трав'яних екосистем України вимагає значних ресурсів, як людських, так і фінансових, це завдання не одного року, а можливо і десятиліття. Однак, сучасні інформаційні технології дозволяють отримати більш-менш достовірні дані щодо поширення різних типів екосистем на території України, оцінити їх приблизні площі, здійснити аналіз їх видового багатства, різноманітності та ступеня антропогенної трансформації. Особливо цінним джерелом інформації для інвентаризації біотопів є фітосоціологічні бази даних. Інтерпретація фітосоціологічних даних в одиницях класифікації біотопів довгий час була складним завданням, однак впродовж останнього року було створено експертну систему EUNIS-ESy [12], яка дозволяє автоматично визначати приналежність геоботанічних описів до одиниць системи EUNIS (the European Nature Information System - https://eunis.eea.europa.eu/habitats.jsp), а також використовувати ці дані для дешифрування супутникових знімків методами машинного навчання. Це зробило можливим реалізацію пропонованого проекту.

У зв'язку з цим, **метою** проекту є встановлення сучасного стану поширення в Україні трав'яних біотопів загальноєвропейського значення, розробити заходи щодо припинення їхніх втрат та забезпечення тривалого існування.

Основні завдання проєкту:

- Здійснити інвентаризацію трав'яних біотопів з переліку Резолюції 4 Бернської конвенції в України;

- з’ясувати орієнтовні площі кожного типу, створити ГІС трав’яних біотопів України у першому наближенні;
- здійснити аналіз видового багатства та різноманітності трав’яних біотопів України, участі рідкісних видів рослин (занесених до Червоної книги України, Резолюції 6 Бернської конвенції);
- провести аналіз рівня їх антропогенної трансформації та розробити математичні моделі для оцінки інвазивності видів та інвазіабельності біотопів;
- з’ясувати основні загрози та стан охорони окремо для кожного типу біотопу, розробити плани управління для кожного типу біотопу та стратегію збереження трав’яних біотопів європейського значення в Україні;
- з метою популяризації інформації про трав’яні екосистеми європейського значення в України створити інтернет-ресурс, підготувати до друку ілюстрований атлас-довідник та серію науково-популярних буклетів.

1 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалами для реалізації проекту були геоботанічні описи з кількох фітосоціологічних баз даних: Ukrainian Grassland Database (EU-UA-001) [13, 14], Eastern European Steppe Database (EU-00-030) [15], «Vegetation of Bukovyna+" (EU-UA-009) [16] та "Halophytic and coastal vegetation database of Ukraine" (EU-UA-005) [17]. Таким чином, ми отримали загальний масив даних, який включав 23746 геоботанічних описів. Їх розподіл по території України та щільність показані на рис. 1.1.

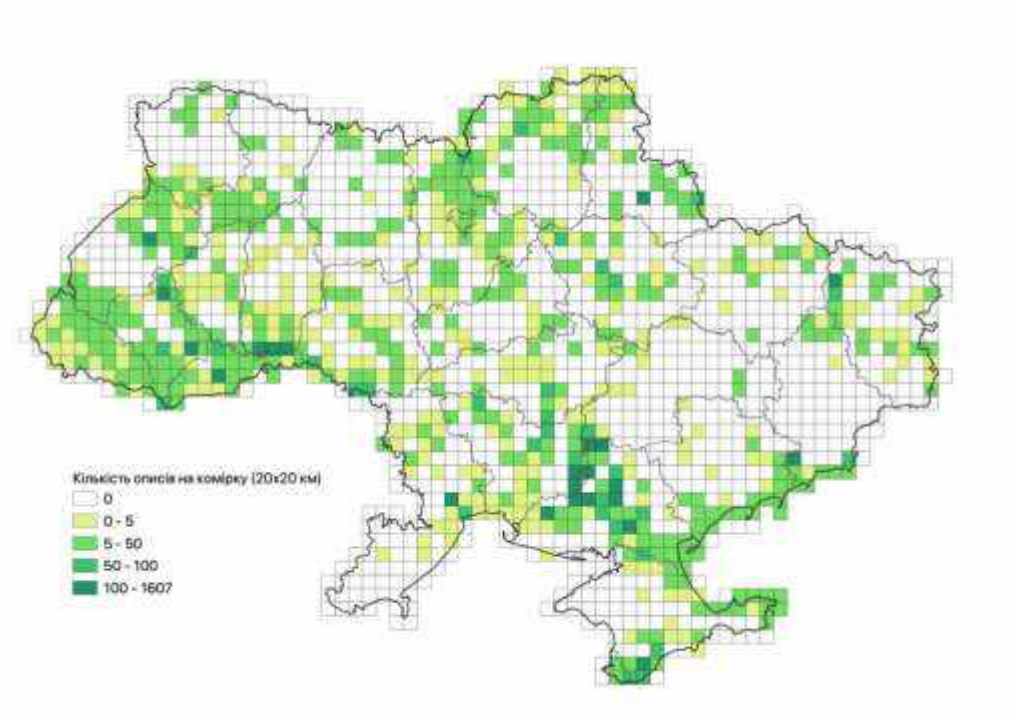


Рис. 1.1. Розподіл геоботанічних описів, використаних для аналізу по території України.

Усі описи були об'єднані в програмі Turboveg for Windows v. 2.142a [18] і експортовані в програму Juice 7.1 [19]. Після об'єднання однакових назв видів з різних ярусів, флористичний склад загального масиву даних нараховував 3906 таксонів. Враховуючи, що в усіх використаних базах даних у якості номенклатурного стандарту використано список видів Russia, який ґрунтується

на номенклатурному зведенні С.К. Черепанова [20], список видів було перевірено і приведено у відповідність з інтернет-ресурсом «The Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity» (http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/query.asp), оскільки саме це номенклатурне зведення використовується в експертній системі, що була використана на наступному етапі класифікації. Номенклатура мохоподібних була узгоджена з другим чеклістом мохоподібних України [21], лишайників – з четвертим Чеклістом лишайників і ліхенофільних грибів України [22]. Після перевірки видового складу, що включала виокремлення таксонів, визначених до рівня роду, криптогамних організмів (мохоподібні і лишайники), вивіряння видів за Euro+Med і об'єднання видів з однаковими назвами, видовий склад загалом включав 3661. При цьому жоден таксон не видаляли з масиву даних, щоб не спотворювати результати подальших аналізів видового багатства і різноманітності. Для інтерпретації геоботанічних описів в одиницях класифікації біотопів EUNIS використовували експертну систему EUNIS-ESy [12].

Після модифікації видового складу для цілей експертної системи він нараховував 3426 таксонів. Далі проведено верифікацію результатів аналізу за допомогою експертної системи і для подальшого аналізу залишено лише ті описи, які за результатами обробки експертної системи і подальшої верифікації були віднесені до групи R (трав'яні екосистеми) – всього 17687 описів.

В результаті кількох етапів верифікації описи були розподілені між 28 типами біотопів системи EUNIS. Для окремих типів біотопів, які не вдалося визначити за допомогою експертної системи, ймовірно, через відсутність геоботанічних описів, які їх репрезентують у наявному масиві даних, було залучено додаткові описи з літературних та архівних джерел. Так, для типу R41, який включає присніжникові біотопи, було використано описи, оцифровані з монографії «Рослинність України. Високогірна рослинність» [23]. Додатково було відібрано 26 описів середземноморських степів з домінуванням однорічників авторства Я.П. Дідуха з бази даних UkrVeg. Для двох типів біотопів (R52 Forest fringe of acidic nutrient-poor soils / Узлісся на кислих бідних на

поживні речовини ґрунтах і R71 Temperate wooded pasture and meadow / Лісові пасовища і сінокоси помірної зони) репрезентативних геоботанічних матеріалів знайти не вдалося. Тому ми вважаємо, що їх поширення на території України потребує подальшого вивчення, і наразі недостатньо даних для включення їх до цього Атласу. Ще два типи біотопів, які в класифікації EUNIS належать до трав'яної групи (R54 *Pteridium aquilinum* vegetation / Орлякові зарості і R57 Трав'яна рослинність лісових вирубок / Herbaceous forest clearing vegetation), на нашу думку, мають чітко виражений антропогенний характер, і потребують швидше контролю за розповсюдженням і заходів щодо скорочення зайнятих ними площ. Тому ми не вважали за потрібне включати їх до подальших аналізів. Таким чином, описи було розподілено за 30 кластерами, що репрезентують типи біотопів системи EUNIS третього рівня ієрархії. Ці матеріали були використані для подальших аналізів, зокрема розробки ГІС та створення бібліотеки спектральних сигнатур, аналізу багатства та різноманітності біотопів, встановлення їх созологічної цінності та рівня антропогенної трансформації, створення карт фактичного і прогнозованого поширення, фітоіндикаційного аналізу та прогнозування змін видів та біотопів внаслідок кліматичних змін.

До категорії рідкісних нами віднесено види, занесені до діючого видання Червоної книги України [24], Резолюції 6 Бернської конвенції [25], Додатків II і IV Оселищної Директиви [26] та червоного списку МСОП, якщо вони за результатами комплексної оцінки були віднесені до категорій VU, EN, CR (https://www.iucnredlist.org/).

До категорії чужорідних нами віднесені види рослин, які розглядаються як адвентивні види у вітчизняних зведеннях [27] та перевірені за інтернет-ресурсом «The Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity» (http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/query.asp). Аналіз видів синантропної фракції флори здійснено за класифікацією Ю. Корнася [28] з доповненнями В.В. Протопопової [27]. Визначення та аналіз інвазійних видів рослин та видів-трансформерів проведено відповідно до класифікації Д. Річардсона [29]. Для визначення рівня загальної антропогенної

трансформації описів використали модифікований коефіцієнт деструкції ценозу, запропонований А.А. Куземко [30].

Обчислення видового багатства для кожного опису, а також індексів різноманітності Шеннона-Уінера [31, 32] і Сімпсона [33, 34] та індексів вирівняності Пієлоу [35, 36] і Сміта-Уілсона [37] визначали засобами програми Juice. Показники загального видового багатства і різноманітності використали для визначення «гарячих» і «холодних» точок різноманітності трав'яних біотопів. Враховуючи, що результати таких аналізів є достатньо достовірними лише за наявності значних масивів вихідних даних, ми провели ці аналізи для степових біотопів (об'єднавши усі описи типів R1A, R1B і R1C), мезофітних біотопів (R21+R22+R23) і вологих біотопів (R35+R36+R37), отримавши таким чином масиви даних у 9701 опис (степові біотопи), 3786 (мезофітні луки) і 2063 (вологі луки). Отримані значення видового багатства та коефіцієнтів різноманітності для описів ділили на п'ять рівних діапазонів значень і три середніх діапазони – відкидали, залишаючи лише групи з мінімальними та максимальними значеннями. Далі накладали ці значення на карти в програмі QGis і за локалізацією описів із відповідними значеннями визначали «гарячі та «холодні» точки для кожної з трьох груп біотопів.

Картографічні матеріали сіткового типу щодо поширення трав'яних біотопів України розроблені із використанням програмного комплексу QGIS3.16 (https://qgis.org/) та середовища мови програмування R [38]. Тематичні векторні шари щодо кожного типу трав'яних біотопів створені із використанням геоботанічних описів із загального масиву даних, класифікованих до конкретного біотопу за допомогою експертної системи. Для прогнозування поширення трав'яних біотопів України було використано моделювання за допомогою Байєсівських адитивних дерев регресії (BART), які імплементовано у пакет «Embarcadero» [39]. Для побудови моделі використовувалися біокліматичні показники, модель рельєфу з висотою над рівнем моря (SRTM, https://dds.cr.usgs.gov/srtm/), а також шари з інформацією щодо тиску водяної пари, сонячної радіації та швидкості вітру. Всі зазначені параметри отримані з

бази глобальних кліматичних даних високої роздільної здатності Worldclim 2.0 [40] за період 1970-2000, роздільної здатності 2,5 хвилин. Під час моделювання координати геоботанічних описів для кожного типу трав'яних біотопів використано як точки присутності, решта координат геоботанічних описів, що не класифіковані до цього біотопу, – як точки відсутності. На основі моделі побудовано прогнози з використанням усіх ГІС-шарів та створено карти сприятливих кліматичних умов для їх поширення. Таким чином було отримано карти, що являють собою комбіновану оцінку поширення біотопів: 1) фактичне поширення (крапки чорного кольору) – на основі конкретних описів, представлених у фітосоціологічних базах даних; 2) прогнозоване поширення (крапки сірого кольору) – за результатами моделювання. Для оформлення тематичних карт згенеровано сіткову карту території України в системі координат UTM з розміром комірки 20 × 20 км. Точкові шари із GPS-координатами та растрові шари з прогнозованим поширенням для кожного типу трав'яних біотопів конвертовано у поширення біотопів в межах комірок сіткової карти. Для прогнозів поширення субстрат-обумовлених типів біотопів проведено верифікацію за ґрунтовими та геологічними умовами (Національний атлас України, http://wdc.org.ua/atlas/), зокрема це стосується трав'яних угруповань на алювіальних пісках, кам'янистих відслоненнях вапняку, крейди, гранітів та гнейсів. Також нами використано вільні джерела векторної та растрової інформації – полігональні шари геопросторових даних меж адміністративно-територіальних одиниць України (© Міністерство розвитку громад та територій України www.minregion.gov.ua), межі гідрологічних об'єктів показані із використанням даних проекту OpenStreetMap (www.openstreetmap.org), рельєф території України візуалізовано на основі даних SRTM.

Прогнозування поширення чужорідних видів проводили на основі методів фітоіндикації. Було проаналізовано ступінь перекриття діапазонів зон толерантності модельних видів та угруповань у відсотках за відношенням до 12 провідних екофакторів, доступних в екологічних шкалах Я.П. Дідуха [41]. Для

кожного з них розрахували середню арифметичну (M) та середнє квадратичне відхилення (стандартну похибку, SD). Діапазон значень фактору M±SD, нами прийнято як ширину зони оптимуму, а значення що знаходяться за межами ±1SD – зона стресу. Окремо враховували перекриття зон оптимуму модельного виду і стресової зони для угруповання та максимальне проективне покриття модельного виду у складі угруповань.

Оцінку ступеню впливу загроз, созологічної значимості та ризиків втрат проводили за авторською методикою Я.П. Дідуха [42]. Оцінка біотопів щодо відповідності критеріям IUCN виконана за методикою Червоного списку біотопів Європи [43].

Для пілотного дослідження з дешифрування біотопів методами дистанційного зондування Землі та машинного навчання було обрано територію національного природного парку Бузький Гард (далі НППБГ), що розташований у долині річки Південний Буг (Миколаївська область). Напрацьовані під час пілотного дослідження підходи були застосовані для дешифрування трав'яних біотопів для всієї території України.

Для класифікації біотопів використано класифікацію EUNIS як основне джерело, з деякими доповненнями з Національного каталогу біотопів України. Для типів, що відсутні в оновленій класифікації EUNIS 2021, ми використали попередній варіант класифікації EUNIS 2007 (Рис. 1.2). Для тренування моделі було вручну створено 693 навчальних полігонів, що відображали території з відомим типом біотопу. Докладні відомості про класифікацію типів біотопів для цього дослідження наведено у розділі 9.

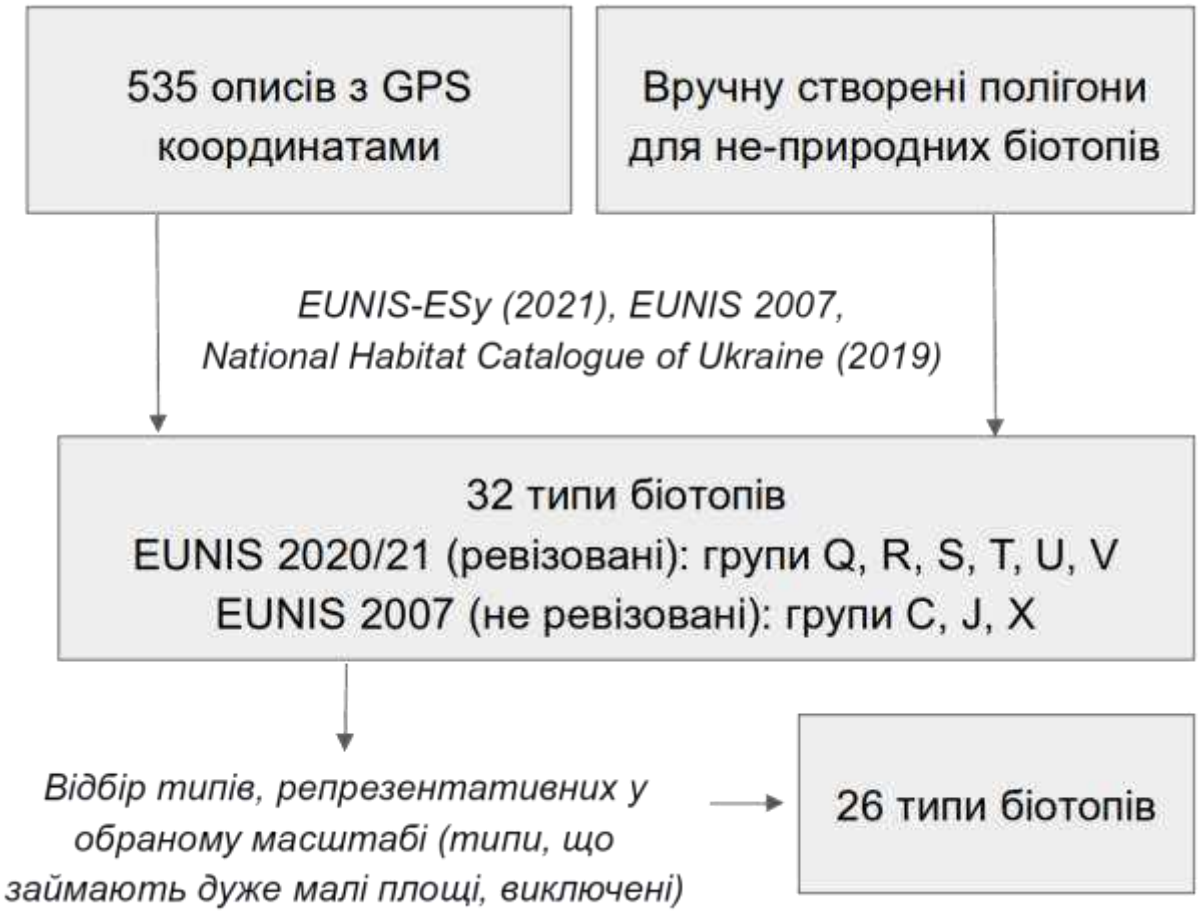


Рис. 1.2. Виділення типів біотопів для дешифрування на території НППБГ.

Методологія визначення площ трав'яних біотопів для всієї території України складалася з таких етапів:

1. Застосування експертної системи для визначення приналежності геоботанічних описів з фітосоціологічних баз даних відповідним типам біотопів.
2. Отримання та ручна верифікація геопозиціювання точок відповідних типів біотопів.
3. Ручне накреслення полігонів у настільній геоінформаційній системі довкола точок, у межах відповідних типів біотопів.
4. Генерування медіанного композитного багатоканального зображення з серії попередньо опрацьованих (маскування хмар та тіней від них,

атмосферна й топографічна корекція) космічних знімків для заданого року та діапазону дат.

5. Отримання піксельних даних значень відбивальності для полігонів біотопів з оптичних каналів медіанного композиту у вигляді текстового файлу.
6. Відділення пікселів в межах території України, що відповідають типу поверхні grasslands ESA Landcover 2020, експорт у текстовий файл.
7. Побудова моделі машинної класифікації методом Random Forest на навчальній вибірці, створення передбачення на весь масив даних.
8. Переобчислення площ відповідно до кількості пікселів кожного класу та їхні площ.

Супутникові дані було отримано зі знімків апаратів космічної місії Європейської космічної агенції (ESA) Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, рівень обробки 2A, відбивальність від поверхні Землі (surface reflectance), за 2019 рік [44]. Вибір цього року зумовлено тим, що у 2020 р. у травні та червні трапилися нетипово рясні опади і територія дослідження в цей критично важливий період була часто вкрита хмарами, що знижувало кількість доступних супутникових знімків потрібної якості. Роздільну здатність для всіх каналів приведено до значення 10 м/піксель. Класифікацію повного композиту проводили за допомогою алогоритму машинного навчання Random Forests з 30 деревами та дефолтними параметрами розщеплення та глибини дерев [45]. Всі операції виконували у середовищі хмарних обчислень Google Earth Engine [46].

Підбір оптимальної моделі класифікації проводили ітеративно з різною кількістю та комбінацією часових проміжків для медіанізації. Таким чином, усі операції проводили над 50-канальним медіанним композитом, що включав 5 сезонних наборів значень у 10 оптичних каналах супутникової зйомки апарату

Для трав’яних біотопів усієї території України було взято об’єднані супутникові дані за два періоди: 15 травня – 15 червня та 1 серпня – 30 серпня

2019 року. Ці сезони було обрано на основі експертних оцінок, з урахуванням піків вегетації відповідних типів, та за підсумками аналізу спектральних сигнатур, отриманих на попередньому етапі дослідження. Було показано, що такі часові проміжки найкраще відображають відмінності у фенології різних типів трав'яних біотопів України, зокрема – пізніші строки вегетації високогірних біотопів Карпат та галофітних біотопів рівнинної України.

В якості оптичних даних було взято дані оптичних каналів (B2-B12) сенсора Sentinel 2 Level 2A. Отримання, атмосферну корекцію, фільтрування за часовими проміжками, медіанізацію та конвертування у текстовий формат файлу виконували у середовищі хмарних обчислень Google Earth Engine. Загалом навчальні дані для моделі класифікації складали 460928 пікселів розміром 10×10 м, трансформовані у формат CSV-файлу – для зручності маніпуляцій та обробки такого великого масиву даних.

Створення полігонів типів біотопів виконували у ГІС QGIS 3.16 [47]. Для всіх типів трав'яних біотопів було створено 693 навчальних полігони. Отримання, обробку, медіанізацію супутникових даних, а також екстрагування піксельних даних відбивальності, робили у середовищі Google Earth Engine [46]. Аналіз та візуалізацію отриманих даних проводили у середовищі R [38].

В якості моделі розпізнавання було використано Random Forests з 30 деревами та дефолтними параметрами розщеплення та глибини дерев, реалізовану у пакунку randomForest для середовища R [48].

Всі пікселі, що можуть належати до трав'яних біотопів у широкому розумінні, було екстраговано з медіанного композиту, отриманого на попередньому етапі, та обітнутого маскою трав'яних біотопів, обчисленою в рамках проєкту European Space Agency Landcover 2020 [49] на основі керованої класифікації гіперспектрального зображення, дані якого доступні через GEE. Для території України це складало 1451335 пікселів зерном 300×300 м, тобто сукупною площею 130620,1 км^2. Детальна візуальна розвідка даних показує, що ці дані перевищують фактичну сукупну площу природних трав'яних біотопів України, адже у цей клас потрапили усі території, вкриті трав'яною рослинністю,

включно з рудеральними та антропогенними біотопами, порослими трав'яною рослинністю, тимчасово необроблюваними сільгоспугіддями (перелогами), а також, в окремих випадках, свіжопорушеними ділянками. Однак на сьогоднішній день це максимально наближений до реальності спосіб автоматизованого виділення типів земної поверхні, тож ми відштовхувалися від нього, але вважаємо отримані дані такими, що відображають відносні площі трав'яних біотопів і не повинні тракуватися як абсолютні значення площ.

Методологія визначення спектральної сигнатури біотопу складалася з таких етапів:

1. Застосування експертної системи для визначення приналежності геоботанічних описів з фітосоціологічних баз даних відповідним типам біотопів.
2. Отримання та ручна верифікація геопозиціювання точок відповідних типів біотопів.
3. Ручне накреслення полігонів у настільній геоінформаційній системі довкола точок, у межах відповідних типів біотопів.
4. Генерування медіанного композитного багатоканального зображення з серії попередньо опрацьованих (маскування хмар та тіней від них, атмосферна й топографічна корекція) космічних знімків для заданого року та діапазону дат.
5. Отримання піксельних даних значень відбивальності для полігонів біотопів з оптичних каналів медіанного композиту у вигляді текстового файлу.
6. Аналіз та візуалізація піксельних даних відбивальності для кожного з типів біотопів.

Для класифікації біотопів (усіх типів, не лише трав'яних) використано класифікацію EUNIS як основне джерело, з деякими доповненнями з Національного каталогу біотопів України [8]. Для типів, що відсутні в оновленій класифікації EUNIS 2021 [50-52], ми використали попередній варіант класифікації EUNIS 2007 (https://eunis.eea.europa.eu/habitats-code-browser.jsp) .

Для розробки і відпрацювання методики було проведене пілотне дослідження для території національного природного парку Бузький Гард, що розташований у долині річки Південний Буг (Миколаївська область).

Напрацьовані під час пілотного дослідження підходи були застосовані для створення спектральних сигнатур для всіх типів трав'яних біотопів України. Для НПП "Бузький Гард" ми визначили 32 типи біотопів [53]. До остаточного набору даних увійшли 687 навчальних полігонів, що належать до 27 типів біотопів. Водночас, серед усього різноманіття біотопів території, 10 типів біотопів виявилися непридатними для картографування в обраному масштабі, оскільки займають невеликі та фрагментовані площі.

У ширше дослідження увійшли 28 типів трав'яних біотопів України – R11, R12, R13, R15, R16, R18, R1A, R1B, R1C, R1M, R1P, R1Q, R21, R22, R23, R35, R36, R37, R41, R43, R44, R55, R56, R62, R63, R64, R65, X36. Для них було вручну накреслено 599 навчальних полігонів. Супутникові дані було отримано зі знімків апаратів космічної місії Європейської космічної агенції (ESA) Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, рівень обробки 2A, відбивальність від поверхні Землі (surface reflectance). Роздільну здатність для всіх каналів приведено до значення 10м/піксель. Використано 10 оптичних каналів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 Оптичні діапазони використаних каналів супутника Sentinel-2.

Код каналу	Розмір пікселя, м	Довжина хвиль, нм	Опис каналу
B2	10	492.4	Синій
B3	10	559.8	Зелений
B4	10	664.6	Червоний
B5	20	704.1	Край червоного 1
B6	20	740.5	Край червоного 2
B7	20	782.8	Край червоного 3
B8	10	832.8	Ближній інфрачервоний
B8A	20	864.7	Край червоного 4
B9	60	945.1	Водяна пара
B11	20	1613.7	Короткохвильовий інфрачервоний 1
B12	20	2202.4	Короткохвильовий інфрачервоний 2

Для створення кривих спектральних сигнатур для території НПП “Бузький Гард” бралися помісячні супутникові дані, а також дані за різні періоди тривалістю понад місяць. На основі цих розвідок було обрано оптимальний для даної території сезонний проміжок – 1 травня – 30 червня. Для трав’яних біотопів усієї території України було взято об’єднані супутникові дані за різні періоди. Для типів R41, R43, R44, R56, R62, R63, R64 було застосовано часовий проміжок 1 серпня – 30 серпня, для решти типів – 15 травня – 15 червня. Ці сезони було обрано на основі експертних оцінок, з урахуванням піків вегетації відповідних типів. Таке рішення було обумовлене тим, що для окремих типів (високогірних та альпійських, галофітної рослинності) піки вегетації істотно зміщені відносно інших.

Створення полігонів типів біотопів виконували у ГІС QGIS 3.16 [47]. Для всіх типів трав’яних біотопів було створено 693 навчальних полігони. Отримання, обробку, медіанізацію супутникових даних, а також екстрагування піксельних даних відбивальності, робили у середовищі Google Earth Engine [46]. Аналіз та візуалізацію отриманих даних проводили у середовищі R [38]. Криві відбиття (спектральні сигнатури) отримували шляхом регресійної GAM-апроксимації поліноміального тренду за всім масивом значень для конкретних пікселів, що відповідали певному типу біотопу. Статистичні показники поканального відбиття отримували шляхом поканального розрахунку середнього та стандартних відхилень значень світимості пікселів.

Аналіз динаміки площ трав’яних біотопів Карпат виконували у хмарному середовищі геообчислень Google Earth Engine (GEE) [46]. Оптичні дані для класифікації трав’яних біотопів отримували шляхом попіксельної медіанізації знімків космічних місій Landsat 5 Surface Reflectance Tier 1 за 1988-1991 рр. (початковий період) та Landsat 8 Surface Reflectance Tier 1 за 2018-2021 рр. (кінцевий період), знятих впродовж липня та серпня відповідних років, з автоматичним маскуванням хмар та тіней від них. Багаторічна медіанізація була необхідна для (i) заповнення ділянок, що виникли на індивідуальних знімках внаслідок маскування хмар, (ii) мінімізації внеску можливих короткострокових

змін в угрупованнях (пожежі, вирубки, сінокосіння). Колекцію знімків обрізали за векторною маскою УК [54]. Для потреб дослідження було використано канали видимого спектру та ближнього й короткохвильового інфрачервоного діапазону (B1, B2 , B3, B4, B5, B6, B7 для Landsat 5, B2 , B3, B4, B5, B6, B7 для Landsat 8), а також синтетичний показник нормалізованої різниці вегетації NDVI, що обчислювався для кожної колекції знімків окремо.

Набори наземних полігональних даних для навчання класифікатора та верифікації моделі створювали вручну на основі точок геоботанічних описів з ase (UGD), окремо для кожного з періодів, для двох класів поверхні — “трав’яний біотоп”, “інша рослинність”. У другий клас включали в першу чергу природну лісову, чагарникову, та чагарничкову рослинність. Населені пункти та агроценози не були включені у наземні дані, адже ці типи поверхні є вкрай гетерогенними і можуть інтерферувати у природні біотопи, ускладнюючи розпізнавання останніх. Натомість було вирішено видалити антропогенні біотопи з результатів класифікації на наступних етапах. Додатково наземні дані верифікували за медіанним композитами Landsat 5 та 8, а також, де це було можливо, супутниковими знімками високого розрізнення, що надаються сервісом Google Earth. Наземні дані створювалися по всій території УК, для врахування максимального варіювання спектральних ознак класів. Обсяг пікселів, використаних для тренування та верифікації моделей, наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Розподіл навчальних та валідаційних наземних даних, кількість пікселів.

Класи поверхні	Landsat 5 (1988-1991 рр.)		(2018-2021 рр.)	
	навчальні	валідаційні	навчальні	валідаційні
трав’яні біотопи				
інша рослинність				

Автоматизоване розпізнавання трав’яних біотопів проводили окремо для кожного медіанізованого композиту за допомогою алгоритму машинного навчання Random Forest, що імплементований у GEE, при 30 деревах рішень. Якість розпізнавання визначали за допомогою побудови матриці перехресних амін у валідаційній вибірці та розрахунку показника загальної точності (overall

Для оцінки напрямку змін у трав’яних біотопах (поява чи зникнення) обчислювали попіксельну різницю між раннім та пізнім класифікваними растрами. Всі отримані зображення обтиналися за векторною маскою населених пунктів (отримані з сервісу openstreetmap.org за допомогою плагіну QuickOSM програми QGIS 3.10) та растровою маскою орних земель, отриманої засобами GEE з The European Space Agency (ESA) WorldCover за 2020 р. [49], з метою виключити ці типи покрову з аналізу. Обчислення площ трав’яних біотопів та їхніх змін виконували за допомогою ред’юсера сум площ пікселів GEE.

Закладання постійних моніторингових ділянок трав’яної рослинності здійснювали за стандартною методикою опису ділянок біорізноманіття “biodiversity plots” (https://edgg.org/publ/members/Bulletin_EDGG_32_13-30_Dengler_2016.pdf) [55].Описи виконувалися на ділянках із розмірами 1 см²; 10 см², 100 см², 1000 см², 1 м², 10 м² та 100 м². Ділянки зазвичай були орієнтовані за сторонами світу (відхилення занотовуються); координати GPS фіксувалися у десяткових долях градусів (WGS 84) у північно-західному і південно-східному (за неможливості орієнтування ділянки в такому напрямі – у північно-східному та південно-західному) кутах ділянки площею 100 м^2 із функцією усереднення щоб досягти максимальної точності. Ці кути відмічалися за допомогою закопаних магнітів (або металевих маркерів).

В межах описової ділянки записували усі живі наземні (тобто надґрунтові) судинні рослини, мохоподібні, лишайники і макроводорості. Сухі залишки багаторічників не брали до уваги, тоді як сухі однорічники поточного року у разі їхньої присутності заносили до опису.

Для запису присутності-відсутності видів використовували метод присутності пагонів [56, 57]. Проєктивне покриття видів записували для ділянки у 10 м^2. Для полегшення реалістичної оцінки проективного покриття ми а) використовували «допоміжні оцінки» такі як визначення площі уявного квадрата, повністю заповненого рослинами певного виду в межах ділянки у 10 м^2 і б) двічі перевіряли, щоб сумарне покриття видів певної групи було принаймні вище, ніж незалежно оцінене проективне покриття цієї групи.

Проективне покриття шарів рослинності: Проективне покриття деревного (деревні рослини > 5 м), чагарникового (деревні рослини 0.5−5 м), трав'яного (деревні рослини < 0.5 м і трав'янисті рослини) і криптогамного (мохово-лишайникового) ярусів оцінювалося у відсотках.

Максимальна висота деревного, чагарникового і трав'яного ярусів вимірювалася за допомогою мірної лінійки або складного метру за висотою найвищої особини в складі кожного ярусу.

«Стандартну висоту» рослинності вимірювали у п'яти випадкових точках ділянки за допомогою циркулярного пластикового диску з центральним отвором (22,5 см в діаметрі), що рухається вздовж перевернутого пенетрометра, притиснутого рукояткою до поверхні ґрунту.

Проективне покриття підстилки і мертвої деревини визначали у відсотках після уявного видалення усієї рослинності.

Фракції абіотичної поверхні ґрунту визначали як проективне покриття у відсотках трьох структурних класів: каміння і скелі (діаметр > 63 мм), гравій (2−63 мм) і дрібнозем (< 2 мм) на поверхні ґрунту після уявного видалення усієї рослинності, підстилки і мертвої деревини, що має складати у сумі 100%.

Крутизна та експозиція схилу вимірювалися розміщенням пенетрометра на поверхню ґрунту вздовж лінії схилу. Експозиція вимірюється у градусах за допомогою компаса і (середня) крутизна у градусах за допомогою інклінометра. У сучасних умовах доступні додатки для смартфонів, які дозволяють дуже зручно проводити обидва вимірювання шляхом розміщення смартфону на пенетрометр довжиною 85 см.

Мікрорельєф визначався як максимальна відстань до землі при розміщенні пенетрометра на поверхні ґрунту в найбільш нерівному місці ділянки, виміряна перпендикулярно до цього пристрою.

Глибина ґрунту вимірювалася у п’яти випадкових точках (що дозволяє обчислення середнього арифметичного і стандартного відхилення) з використанням індикатора потужності ґрунту (пенетрометра), який являє собою залізну палицю довжиною 85 см і діаметром 1.0 см, загострений з одного боку і з рукояткою на іншому. Він проштовхується у ґрунт до тих пір поки не досягне материнської породи або ґрунт не стане настільки щільним, що подальше проштовхування стане неможливим. Кожне вимірювання занотовується окремо, навіть якщо воно становить «0 см» (скелі на поверхні) або “> 80 см” (немає ніякого опору на будь-якій глибині).

Змішаний зразок з верхніх 10 см мінерального ґрунту брали у п'яти випадкових місцях в межах ділянки у 10 м² методом «конверта», де чотири точки вибираються у кутах облікової ділянки, а остання точка вибирається по центру, і при їх змішуванні формується об’єднана проба. Цей зразок спочатку висушували на повітрі протягом експедиції, а потім – у лабораторних умовах в сушильній шафі при 65°C. Для цих зразків визначали наступні параметри: а) pH ґрунту; б) питому електропровідність ґрунту; в) вміст органічного і загального вуглецю методом сухого спалювання; г) вмісту карбонатів об’ємним методом; д) гранулометричний склад ґрунту. Усі аналізи проводилися в агрохімічній лабораторії ПП «Поділля-Агрохімсервіс».

2 КЛАСИФІКАЦІЯ ТРАВ'ЯНИХ БІОТОПІВ

За результатами обробки загального масиву даних за допомогою експертної системи EUNIS-ESy було отримано 96 одиниць. Понад 80% проаналізованих описів було віднесено до групи трав'яних біотопів, однак інші групи біотопів також були виявлені в проаналізованому масиві даних, хоча їх частка склала менше 1/5 (Рис. 2.1).

Рис. 2.1. Розподіл біотопів за основними групами відповідно до результатів аналізу за допомогою експертної системи EUNIS-ESy.

Близько 2% описів залишилися некласифікованими. Причинами цього може бути, насамперед, їх перехідний характер між різними типами, а також відсутність в експертній системі відповідної класифікаційної одиниці, або ж неповнота їх флористичного складу. Присутність у базі даних інших, крім трав'яних, типів біотопів зумовлена особливостями проаналізованого масиву даних, оскільки описи, що були до нього включені були віднесені авторами в

багатьох випадках суб'єктивно до трав'яного типу. Крім того, бази даних включали також описи, що належать до суміжних типів рослинності – болотної, водної, деревно-чагарникової, наскельної. Провести різку межу між усіма цими типами достатньо важко зважаючи на відому континуальність рослинності, а тим більше значну сезонну динамічність трав'яних біотопів та їх мінливість по роках. Участь лісових та чагарникових біотопів (у сумі близько 5%) в аналізованому масиві даних пояснюється природною сукцесією трав'яної рослинності у напрямку формування деревно-чагарникових ценозів при припиненні вилучення з них надлишкової фітомаси, що забезпечується традиційним землекористуванням – шляхом випасу і сінокосіння. Досить висока частка описів, що були віднесені до антропогенних біотопів пояснюється значною трансформованістю трав'яних біотопів внаслідок їх надмірного випасу, витоптування, проникнення синантропних видів із сусідніх орних земель чи рудеральних фітоценозів. З подальшої обробки усі ці типи були вилучені і далі аналіз проводився лише з описами, що були віднесені експертною системою до трав'яних біотопів.

Таких описів було 19339. Найбільша частина з них – 6959 описів, тобто майже третина від загального масиву даних була ідентифікована експертною системою лише до першого рівня ієрархії. Як і у випадку з некласифікованими описами, це може пояснюватися перехідним характером опису між різними типами тепер вже трав'яних біотопів, або ж неповночленністю описів.

12380 описів було класифіковано експертною системою до 3-го рівня ієрархії EUNIS – всього 26 типів, але три типи R19 Сухі остепнені субсередземноморські пасовища Амфі-Адріатичного регіону, R42 - Бореальні і арктичні ацидофільні альпійські луки та R1D - Середземноморські сухі пасовища, до яких експертною системою було віднесено 1, 2 і 5 описів відповідно, за їхнім визначенням відсутні в Україні, ми вважаємо визначеними помилково і виключили з подальшого аналізу.

Таким чином, ми отримали 23 типи трав'яних біотопів України, визначених експертною системою. Для цих типів було проведено верифікацію на основі експертних оцінок, що дозволило відбракувати частину перехідних описів.

Для решти 6959 описів, які були ідентифіковані експертною систему до 1-го рівня ієрархії нами було проведено кілька етапів кластерного аналізу за допомогою алгоритму Twinspan [58]. В результаті аналізу було отримано 16 кластерів, які були інтерпретовані в одиницях класифікації EUNIS. Частину з них було вилучено з подальшого аналізу: 149 описів, оскільки вони презентували приморські біотопу і тому очевидно помилково віднесені системою до категорії R і 226 описів, які мали перехідний характер і які неможливо було інтерпретувати в системі одиниць EUNIS. З описів, що залишилися значна частина (1978 описів) належала до галофітної групи (R6), 76 описів були інтерпретовані в межах типу R18, 311 описів – R11, 444 описи – X36, 1259 описів – R21 і 2517 описів були віднесені до типу R22. Усі кластери, інтерпретовані до 3-го рівня ієрархії були долучені до відповідних кластерів, виділених на попередньому етапі аналізу експертною системою, а описи, що були віднесені до галофітної групи були ще раз проаналізовані і за результатами кластерного аналізу розподілені на чотири групи – R62 (96 описів), R63 (426 описів), R 64 (542 описи) і R 65 (75 описів). Ці описи також було долучено до загального масиву даних і проведено загальну верифікацію отриманих 28 одиниць. Після долучення архівних описів типу R1F і описів типу R41 з літератури було отримано фінальний розподіл описів за типами біотопів (табл. 2.1.).

Як видно з табл. 2.1 найбільшою кількістю описів у базі даних представлено тип біотопу R1B - Континентальні сухі степи (справжні степи), дещо їм поступаються типи R1A - Кальцифітні лучні степи з домінуванням багаторічників і R22 - Рівнинні та низькогірні сінокісні луки. Решта типів представлені значно меншою кількістю описів, але разом із тим, досить добре представлені типи R35 - Мокрі або вологі мезотрофні та евтрофні сінокісні луки, R21-Мезофільні постійні пасовища рівнинних і гірських регіонів, R23 - Гірські

сінокісні луки, R13 - Рослинність з домінуванням криптогамних і однорічних рослин на карбонатних і ультраосновних відслоненнях, R11 - Паннонські і Понтичні піщані степи. Багато типів представлені незначною кількістю описів, зокрема це типи групи R5, що репрезентують узлісні і каймові угруповання і вирубки, галофітні біотопи групи R6, високогірні біотопи групи R4 і деякі типи групи сухих трав'яних біотопів, зокрема пустельні степи (R1C) і рослинність з домінуванням криптогамних і однорічних рослин на силікатних відслоненнях (R12). Однак, цей розподіл є свідченням нерівномірної репрезентативності різних типів рослинності, а відповідно і біотопів в базі даних, він цілком відображає зацікавленість дослідників, а отже і контриб'юторів даних у певних типах або їхніх групах. Натомість реальну картину розподілу типів біотопів в Україні можна побачити на картах їх розподілу, що обговорюються у наступному розділі.

Таблиця 2.1. Розподіл описів з проаналізованого масиву фітосоціологічних даних за типами трав'яних біотопів системи EUNIS

№ Кластеру	Код біотопу	Оригінальна (англійська) назва біотопу	Українська назва біотопу	К-сть описів
1.	R11	Pannonian and Pontic sandy steppe	Паннонські і понтичні піщані степи	408
2.	R12	Cryptogam and annual dominated vegetation on siliceous rock outcrops	Рослинність з домінуванням криптогамних і однорічних рослин на силікатних відслоненнях	78
3.	R13	Cryptogam and annual dominated vegetation on calcareous and ultramafic rock outcrops	Рослинність з домінуванням криптогамних і однорічних рослин на карбонатних і ультраосновних відслоненнях	309
4.	R15	Continental dry rocky steppic grassland and dwarf scrub on chalk outcrops	Континентальні остепнені трав'яні і чагарничкові угруповання на відслоненнях крейди	199

№ Кластеру	Код біотопу	Оригінальна (англійська) назва біотопу	Українська назва біотопу	К-сть описів
5.	R16	Perennial rocky grassland of Central and South Eastern Europe	Петрофітні степи Центральної Європи І Карпат з домінуванням багаторічників	529
6.	R18	Perennial rocky calcareous grassland of subatlantic submediterranean Europe	Петрофітні степи на карбонатних породах субатлантичних і субсередземноморських регіонів Європи з домінуванням багаторічників	376
7.	R1A	Semi dry perennial calcareous grassland	Кальцифітні лучні степи з домінуванням багаторічників	2390
8.	R1B	Continental dry grassland true steppe	Континентальні сухі справжні степи	4557
9.	R1C	Desert steppe	Пустельні степи	45
10.	R1F	Mediterranean annual-rich dry grassland	Середземноморські степи з домінуванням однорічників	26
11.	R1M	Lowland to submontane, dry to mesic *Nardus* grassland	Рівнинні до низькогірних, сухі до мезофітних угруповання з домінуванням *Nardus*	581
12.	R1P	Oceanic to subcontinental inland sand grassland on dry acid and neutral soils	Внутрішньоконтинентальні піщані угруповання на сухих кислих або нейтральних ґрунтах океанічних і субконтинентальних регіонів	138
13.	R1Q	Inland sanddrift and dune with siliceous grassland	Внутрішньоконтинентальні піщані наноси і дюни з трав’яними угрупованнями на силікатних пісках	88
14.	R21	Mesic permanent pasture of lowlands and mountains	Мезофільні постійні пасовища рівнинних і гірських регіонів	976
15.	R22	Low and medium altitude hay meadow	Рівнинні та низькогірні сінокісні луки	2635
16.	R23	Mountain hay meadow	Гірські сінокісні луки	170
17.	R35	Moist or wet mesotrophic to eutrophic hay meadow	Мокрі або вологі мезотрофні та евтрофні сінокісні луки	644

№ Кластеру	Код біотопу	Оригінальна (англійська) назва біотопу	Українська назва біотопу	К-сть описів
18.	R36	Moist or wet mesotrophic to eutrophic pasture	Мокрі або вологі мезотрофні та евтрофні пасовища	1093
19.	R37	Temperate and boreal moist or wet oligotrophic grassland	Мокрі або вологі оліготрофні луки помірної і бореальної зон	324
20.	R41	Snow-bed vegetation	Присніжникова рослинність	28
21.	R43	Temperate acidophilous alpine grassland	Ацидофільні альпійські луки помірної зони	57
22.	R44	Arctic alpine calcareous grassland	Аркто-альпійські карбонатні луки	192
23.	R51	Thermophilous forest fringe of base rich soils	Термофільні узлісся на карбонатних ґрунтах	219
24.	R55	Lowland moist or wet tall herb and fern fringe	Мокрі або вологі високотравні та папоротеві узлісся рівнинних регіонів	115
25.	R56	Montane subalpine moist or wet tall herb and fern fringe	Мокрі або вологі високотравні та папоротеві узлісся субальпійського поясу	104
26.	R62	Continental inland salt steppe	Внутрішньоконтинентальні засолені степи	426
27.	R63	Temperate inland salt marsh	Внутрішньоконтинентальні солончаки помірної зони	96
28.	R64	Semi desert salt pan	Напівпустельні солончаки	542
29.	R65	Continental subsaline alluvial pasture and meadow	Внутрішньоконтинентальні слабо засолені алювіальні пасовища і сінокісні луки	75
30.	X36	Depressions (pody) of the Steppe zone	Депресії (поди) степової зони	321

3 ПОШИРЕННЯ ТРАВ'ЯНИХ БІОТОПІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Аналіз поширення трав'яних біотопів на території України за створеними в ході проекту сітковими картами, в яких фактологічною основою є координати геоботанічних описів показав, що для більшості типів вони дають досить повну картину поширення і дозволяють виявити певні його закономірності, а також отримати уявлення про репрезентативність фітосоціологічних даних.

Отримані результати щодо поширення типів біотопів були використані на подальших етапах з метою моделювання сучасного і прогнозованого поширення біотопів на основі діагностичних індикаторних видів, що дозволить певною мірою компенсувати недостатню репрезентативність наявних фактичних даних по деяким типам біотопів. Отримані за результатами цього етапу синтетичні сіткові карти будуть використані в «Атласі-довіднику трав'яних біотопів України загальноєвропейського значення».

Для кожного біотопу з використанням Байєсівських адитивних дерев регресії (BART) та кліматичних показників з бази даних Worldclim 2.0 здійснено прогнози їх поширення на території України (Рис. 3.1). Найбільш вдало метод спрацював на тих типах біотопів, поширення яких зумовлено кліматичними факторами, таких, як R1A, R1B, R1C, R1M, R21, R22, R23 та ін. Для біотопів, функціонування яких зумовлено переважно не кліматичними, а едафічними чинниками, прогнози поширення виявилися не такими точними. Зокрема, для біотопів R12, R13, R16, R18 та ін. Проте, для деяких біотопів, поширення яких зумовлено як едафічними, так і кліматичними факторами, прогнози також виявилися досить точними, зокрема, для R15, R1Q, X36. Для кожного біотопу виділено кліматичні параметри, які є провідними у їх поширенні, їх ранжовано у порядку зменшення сили їх впливу на конкретний біотоп. Для біотопу R1A вони наведені на рис. 3.2. Для трьох найбільш важливих для поширення конкретного біотопу кліматичних факторів створено карти з оптимальними умовами кожного

з цих факторів на території України (Рис. 3.3). Також для кожної моделі створено графіки, які ілюструють її точність, зокрема, площу понад ROC-кривою (ROC-AUC score) та справжню статистику здатності (True Skill Statistic, TSS). Вони наведені на Рис. 3.4.

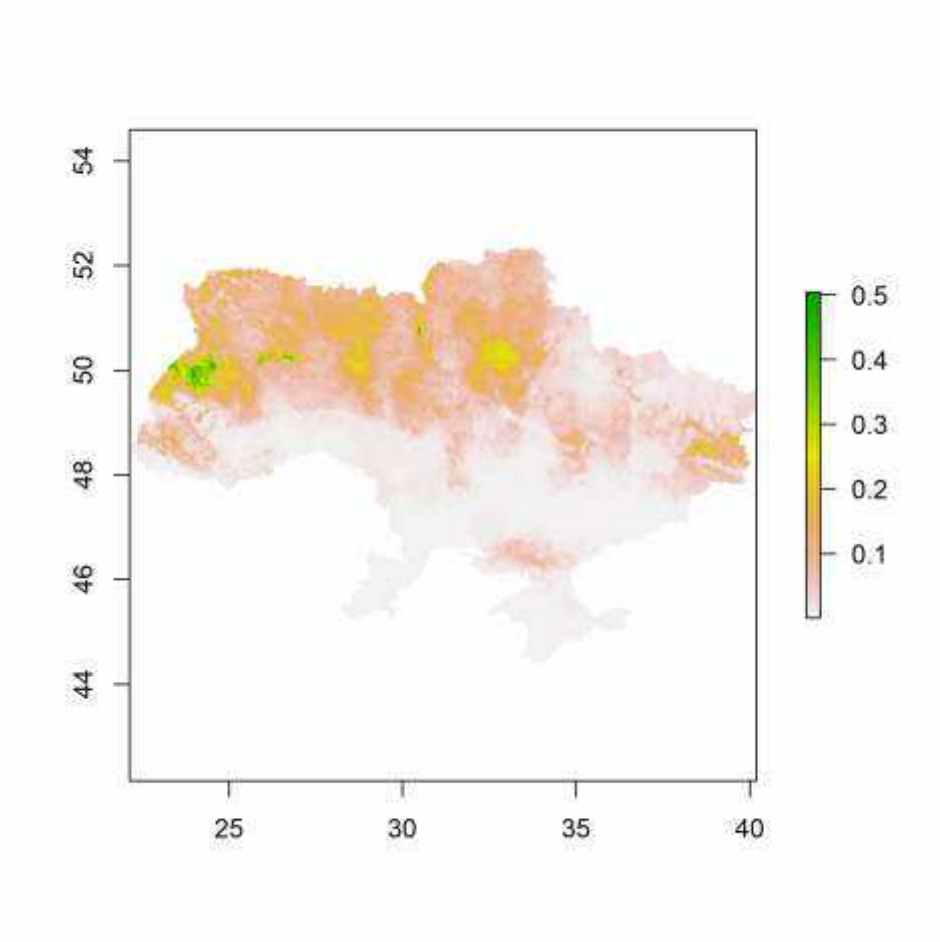


Рис. 3.1. Моделювання прогнозу поширення біотопу R35 - Мокрі або вологі мезотрофні та евтрофні сінокісні луки

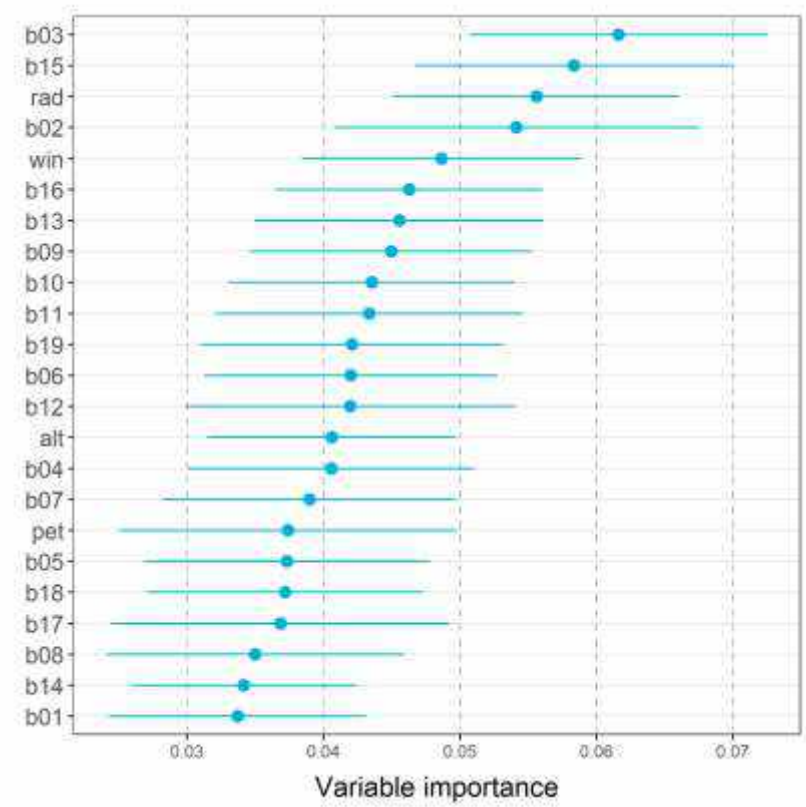


Рис. 3.2. Важливість кліматичних факторів у поширенні біотопу R1B – континентальні сухі степи

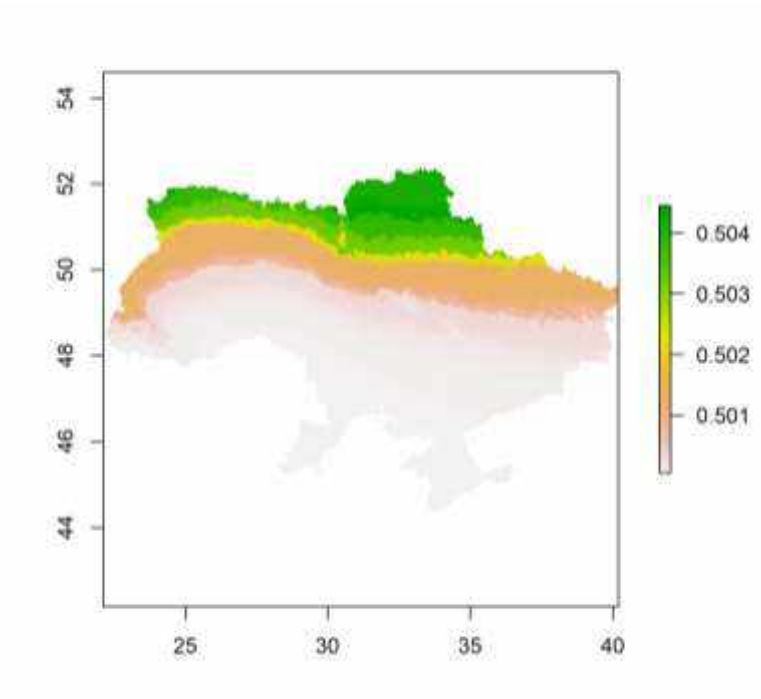


Рис. 3.3. Оптимальний рівень сонячної радіації для поширення внутрішньоконтинентальних піщаних угруповань на сухих кислих або нейтральних ґрунтах океанічних і субконтинентальних регіонів (біотоп R1P)

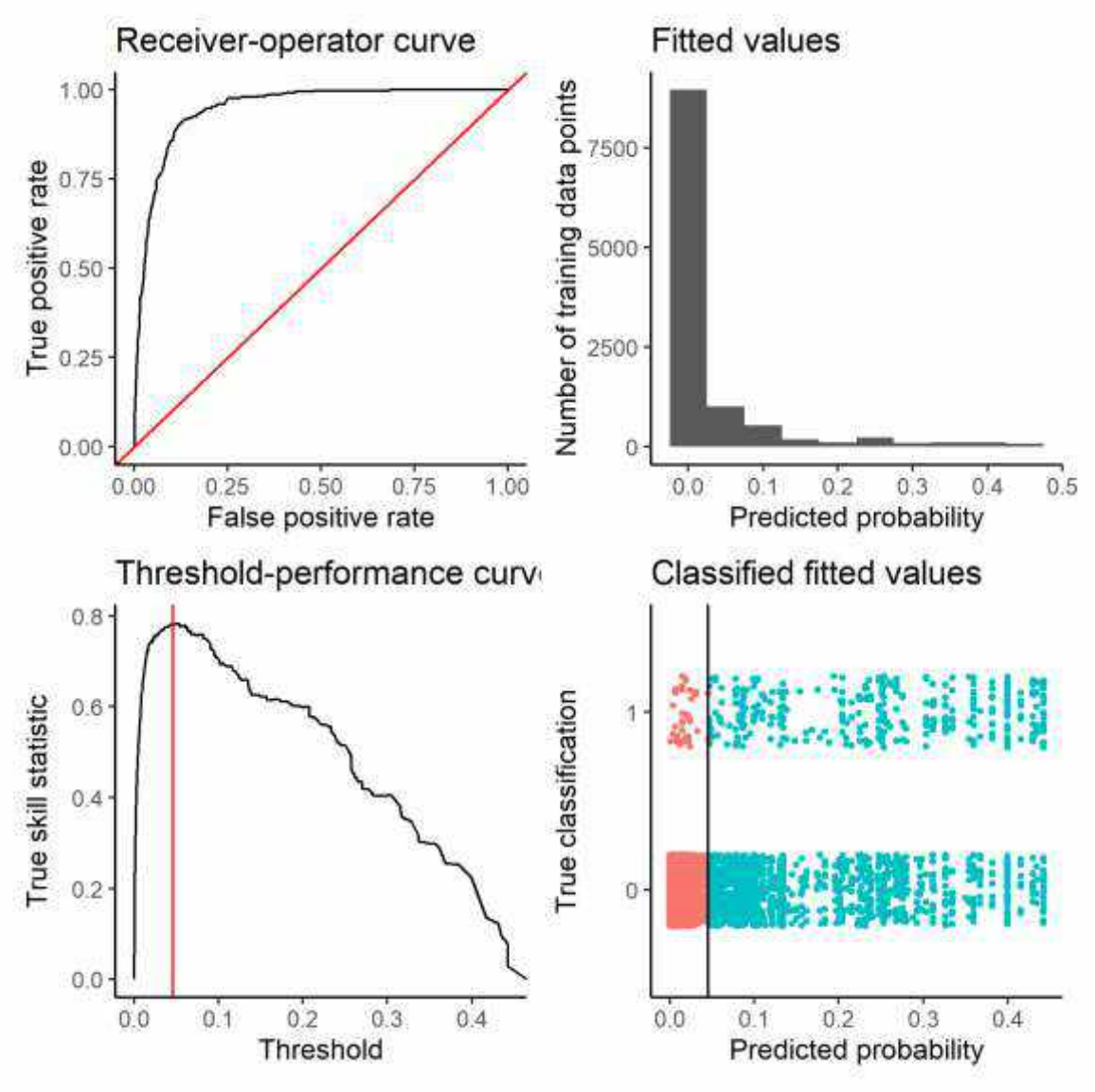


Рис. 3.4. Точність моделювання поширення біотопу R16 на основі кліматичних факторів.

У ході комбінації фактичного і прогнозованого поширення було отримано комбіновані сіткові карти для кожного типу біотопу (Додаток А). Аналіз цих карт дозволив виділити типи біотопів, які мають широке (R1A, R1B, R21, R22, R35, R36) і вузьке регіональне (R1C, R1F, R23, R41, R43, R44, R56, X36) поширення. Решта біотопів мають середнє поширення. При цьому для частини з них поширення зумовлене едафічними особливостями. Так, тип R12 має поширення в межах Українського кристалічного щита, R13 – на відслоненнях вапняків

Подільської височини та Причорноморської низовини, R15 – приурочений до виходів крейди на відрогах Середньоруської височини і в Криму. Для деяких типів (R51, R55) потенційне поширення виявилося значно більшим, ніж фактичне, що є свідченням низької репрезентативності описів в аналізованих фітосоціологічних базах даних.

Отримані результати щодо поширення біотопів використані при подальших аналізах – для розробки ГІС, а також для оцінки значущості та ризиків втрат біотопів і їх созологічної цінності за критеріями МСОП. Також отримані карти використані у якості ілюстрацій в Атласі трав’яних біотопів України і в інформаційних буклетах.

4 АНАЛІЗ ВИДОВОГО БАГАТСТВА ТА РІЗНОМАНІТНОСТІ ТРАВ'ЯНИХ БІОТОПІВ УКРАЇНИ

Визначення видового багатства рослинних угруповань і біотопів має важливе значення, оскільки воно дозволяє виявити «гарячі точки» біорізноманіття, а на їх основі визначити пріоритети в плані охорони. Але на практиці ця задача є не такою простою, як здається на перший погляд. Цей критерій напряму залежить від повноти виявлення видового складу фітоценозу на обліковій ділянці, на яку, в свою чергу, впливає багато факторів, як-то сумлінність або досвідченість дослідника, час обліку (в оптимальний або неоптимальний для певного біотопу / типу рослинності період), площа облікової ділянки та точність її виміру, дизайн виконання опису тощо. Однак, незважаючи на це, використання достатньо великих масивів даних дозволяє певною мірою знизити суб'єктивність цих даних і отримати достатньо об'єктивну картину для порівняння типів біотопів за цим параметром.

Порівняльний аналіз трав'яних біотопів України за рівнем видового багатства та різноманітності (табл. 4.1) показав, що беззаперечним лідером за рівнем загального видового багатства виявився тип R51 - Термофільні узлісся на карбонатних ґрунтах, що пояснюється його екотонною природою. Також високі значення видового багатства відмічені для R32 - Гірські сінокісні луки і R22 - Рівнинні та низькогірні сінокісні луки, тобто загалом можна стверджувати, що сінокісний режим використання лучних угідь сприяє підвищенню видового багатства. Четверту позицію за цим показником займає тип R1A, тобто лучні степи, які в Центральній Європі вважаються рекордсменами видового багатства. Однак при просуванні на схід з їхніх угруповань, зазвичай, випадають більшість центральноєвропейських видів, хоча загалом вони досить добре зберігають свій видовий склад за рахунок широкоамплітудних видів, тому об'єднання як Центрально-, так і Східноєвропейських лучних степів в один тип зумовило дещо нижчі, порівняно з Центральною Європою, хоча і досить високі показники видового багатства.

Серед найбідніших за видовим багатством – галофітні біотопи, причому цілком очікувано найбіднішим типом виявився R64- Напівпустельні солончаки, але R62 Внутрішньоконтинентальні засолені степи і R63 Внутрішньоконтинентальні солончаки помірної зони незначно його перевищують за цим показником.

Таблиця 4.1. Порівняння типів біотопів за загальним видовим багатством та значеннями індексів різноманітності

Код біотопу (EUNIS 2019)	**Загальне видове багатство***	**Значення індексів (Mean±SD)***			
		Шеннона	**Сімпсона**	**Пієлоу**	**Сміта-Уїлсона**
R11	21.75±11.41	2.23±0.70	0.78±0.16	0.75±0.16	0.57±0.21
R12	18.49±10.16	2.05±0.62	0.77±0.15	0.73±0.16	0.52±0.23
R13	24.89±8.38	2.15±0.41	0.81±0.10	0.69±0.14	*0.38±0.23*
R15	18.17±8.23	1.87±0.55	0.73±0.15	0.67±0.15	0.39±0.20
R16	26.28±10.06	2.14±0.49	0.77±0.13	0.67±0.14	0.43±0.20
R18	32.44±8.91	2.45±0.33	0.84±0.07	0.71±0.08	0.45±0.13
R1A	32.93±11.53	2.49±0.53	0.83±0.11	0.73±0.13	0.49±0.20
R1B	24.78±11.59	2.31±0.55	0.81±0.13	0.76±0.18	0.60±0.28
R1C	21.18±4.89	2.06±0.55	0.75±0.15	0.68±0.17	0.41±0.24
R1F	23.5±6.21	3.00±0.30	**0.94±0.02**	**0.96±0.02**	**0.86±0.04**
R1M	31.85±11.03	2.51±0.62	0.81±0.12	0.73±0.13	0.60±0.15
R1P	16.56±5.22	1.95±0.45	0.74±0.13	0.70±0.13	0.50±0.11
R1Q	17.75±8.57	2.03±0.69	0.75±0.18	0.72±0.14	0.53±0.15
R21	21.08±9.04	2.10±0.58	0.77±0.15	0.71±0.15	0.49±0.17
R22	35.94±11.89	2.67±0.57	0.84±0.10	0.75±0.12	0.61±0.15
R23	40.24±11.41	2.77±0.53	0.85±0.09	0.75±0.10	0.61±0.14
R35	22.38±9.65	2.14±0.55	0.76±0.13	0.70±0.13	0.55±0.15
R36	21.77±9.27	2.13±0.58	0.77±0.14	0.71±0.15	0.51±0.15
R37	29.23±10.42	2.33±0.61	0.78±0.14	0.70±0.14	0.53±0.18
R41	16.29±6.27	1.84±0.46	0.71±0.14	0.67±0.12	0.47±0.12

Код біотопу (EUNIS 2019)	Загальне видове багатство*	Значення індексів (Mean±SD)*			
		Шеннона	Сімпсона	Пієлоу	Сміта-Уїлсона
R43	26.56±14.84	2.25±0.70	0.76±0.15	0.71±0.14	0.57±0.15
R44	29.03±14.26	2.42±0.61	0.81±0.12	0.74±0.14	0.55±0.24
R51	**50.37±14.45**	**3.16±0.57**	0.90±0.09	0.81±0.11	0.61±0.19
R55	20.05±10.63	1.84±0.61	0.67±0.18	0.63±0.16	0.50±0.16
R56	31.64±13.09	2.37±0.62	0.78±0.15	0.69±0.13	0.56±0.15
R62	12.16±5.33	1.46±0.50	0.60±0.18	0.60±0.15	0.44±0.16
R63	10.33±6.28	1.31±0.52	0.56±0.18	0.59±0.15	0.43±0.16
R64	*7.20±3.57*	*1.10±0.49*	*0.51±0.21*	*0.57±0.19*	0.41±0.18
R65	19.13±8.44	1.97±0.57	0.73±0.15	0.68±0.12	0.45±0.11
X36	15.34±5.86	1.81±0.45	0.70±0.12	0.68±0.12	0.53±0.16

*Примітка: найвищі значення позначені жирним шрифтом, найнижчі – курсивом.

На відміну від показників абсолютного видового багатства, індекси біорізноманітності є менш чутливими до суб’єктивних особливостей збору даних, тому, відповідно, дають більш об’єктивні результати.

Ймовірно, найбільш популярним індексом виміру різноманітності є індекс Шеннона (Шеннона-Уінера, ентропії Шеннона), який відображає кількість інформації (в бітах), необхідну для визначення приналежності стану системи до конкретного класу (виду станів).

Результати порівняння типів біотопів за значеннями індексу Шеннона-Уінера показали, що найвищі значення цього індексу характерні для термофільних узлісь. Також високі його значення відмічені для сінокісних лук, особливо гірських (R23) та середземноморських степів з домінуванням однорічників (R1F). А найнижчі значення – для напівпустельних солончаків і внутрішньоконтинентальних солончаків помірної зони.

Індекс Сімпсона є ще одним найбільш вживаним індексом різноманітності в екології. Його ще називають індексом домінування, оскільки, на відміну від попереднього індексу, він надає багато ваги видам-домінантам. Біологічний сенс цього індексу полягає у тому, що він описує ймовірність приналежності будь-яких двох особин, випадково відібраних з невизначено великого угруповання (у нашому випадку – геоботанічного опису), до різних видів.

Результати порівняльного аналізу за значеннями індексу різноманітності Сімпсона показали, що хоча термофільні узлісся і гірські сінокісні луки і тут демонструють високі показники, перше місце посідають середземноморські степи з домінуванням однорічників (R1F), а рівнинні і низькогірні сінокісні луки за цим показником знаходяться на одному рівні з петрофітними степами на карбонатних породах субатлантичних і субсередземноморських регіонів. Звертає на себе увагу, що кілька типів відзначаються однаковими значеннями цього показника, що свідчить про меншу чутливість цього індексу, порівняно з попереднім.

Індекси вирівненості - це, як правило, функції певної міри різноманітності та кількості особин у зразку чи колекції видів, що називається видовим багатством [59]. Показники вирівненості дають змогу визначити рівномірність розподілу видів в угрупованнях. Так, індекс Пієлоу, розрахунок якого оснований на значеннях індексу Шеннона, відображає рівномірність розподілу особин за видами.

Результати порівняння типів трав’яних біотопів України за значеннями індексу вирівненості Пієлоу, принаймні щодо найбагатших типів, суттєво не відрізняється від попередніх аналізів, тобто показує переважання типів R1F і R51. Найнижчими показниками відзначаються, як і у попередніх випадках, три галофітних біотопи – R64, R63 і R62.

Індекс Сміта-Вілсона базується на дисперсії рясності. Дисперсія розраховується з використанням логарифму рясності, що означає, що цей індекс відображає пропорційні відмінності між видами.

Порівняння типів біотопів за значеннями індексу вирівненості Сміта-Вілсона відрізнялося від попередніх аналізів тим, що хоча за цим індексом також переважають середземноморські степи з домінуванням однорічників, однак термофільні узлісся і сінокісні луки, як гірські, так і рівнинні, демонструють однакові значення. Неочікувано низьким значенням цього показника відзначилися лучні степи, які хоча і не показали екстраординарного багатства та різноманітності, як в Центральній Європі, але в більшості аналізів демонстрували позиції, близькі до лідируючих. Найнижчі середні значення виявлені для пустельних степів, петрофітних біотопів на карбонатах і крейдяних відслонень, що також відрізняє результати порівняння біотопів за цим показником від попередніх, в яких найнижчі значення були характерні для галофітних біотопів.

Таким чином, окрім загальних тенденцій щодо лідируючих позицій середземноморських степів з домінуванням однорічників, термофільних узлісь і сінокісних лук в усіх проведених аналізах, що пояснюється наявністю вільних еконіш для перших, екотонним ефектом для других і перевагами такого режиму управління для третіх, а також низькими показниками для галофітних біотопів, що пояснюється їхньою екстремальністю і здатністю небагатьох видів рослин існувати в таких умовах, проведений аналіз виявив наступні тенденції:

- майже в усіх аналізах (крім значень індексу Сміта-Вілсона) біотопи, що формуються на карбонатних породах, мали більше багатство і різноманітність, ніж ті, що формуються на породах силікатного походження. Винятком є біотопи крейдяних відслонень, які належать до екстремальних, тому їхнє багатство і різноманітність невисоке;
- майже в усіх випадках (крім індекса Пієлоу) оліготрофні вологі луки характеризувалися вищими показниками багатства та різноманітності, ніж евтрофні
- в усіх аналізах гірські біотопи характеризувалися вищими показниками багатства та різноманітності, ніж аналогічні рівнинні (R23 проти R22 і R56 проти R55).

«Гарячі точки» біорізноманіття в класичному розумінні є регіонами з високою концентрацією ендемічних видів рослин у поєднанні із суттєвими втратами біотопів [60], однак нині все частіше під гарячими точками розуміють регіони з високим видовим багатством [61]. Так, у нашій роботі щодо порівняльного аналізу різноманітності трав'яних екосистем Палерактики [62] «гарячі» і «холодні» точки різноманіття були визначені за показниками альфа-різноманітності, тобто загальним видовим багатством для біомів і типів рослинності. Як видно з рис. 4.1. територія України загалом належить до гарячої точки різноманіття для трав'яних екосистем загалом, оскільки на цій території спостерігаються показники видового багатства судинних рослин близькі до максимальних.

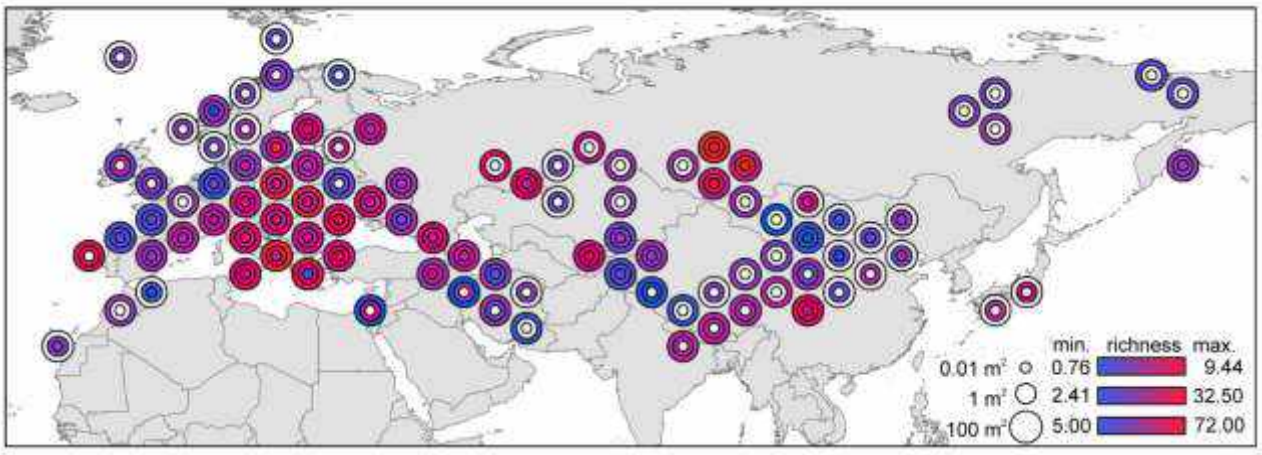


Рис. 4.1. Гарячі та холодні точки багатства судинних рослин для ділянок різних розмірів в трав'яних екосистемах Палеарктичного царства. Концентричні кола представляють середнє видове багатство при розмірах ділянок 0,01, 1 та 100 м^2 в межах шестикутників приблизно 5° х 5°, від найнижчого (синього) до найвищого (червоного), білий колір вказує на відсутність даних про розмір ділянки [62].

Аналогічний аналіз для різних типів трав'яних біотопів, засвідчив наявність «гарячої» точки на території України для природних трав'яних біотопів, особливо при малих розмірах облікових ділянок, для вторинних луків до «гарячих» точок належить Карпатський регіон, а рівнинна частина території України, крім найдрібнішого масштабу належить до «холодних точок». Для

азональних біотопів (галофітних, скельних та перезволожених) територію України швидше слід віднести до «холодних» точок, за винятком Карпатського регіону у найдрібніших масштабах, для високотравних та рудеральних біотопів Україна теж є «холодною» точкою (Рис. 4.2).

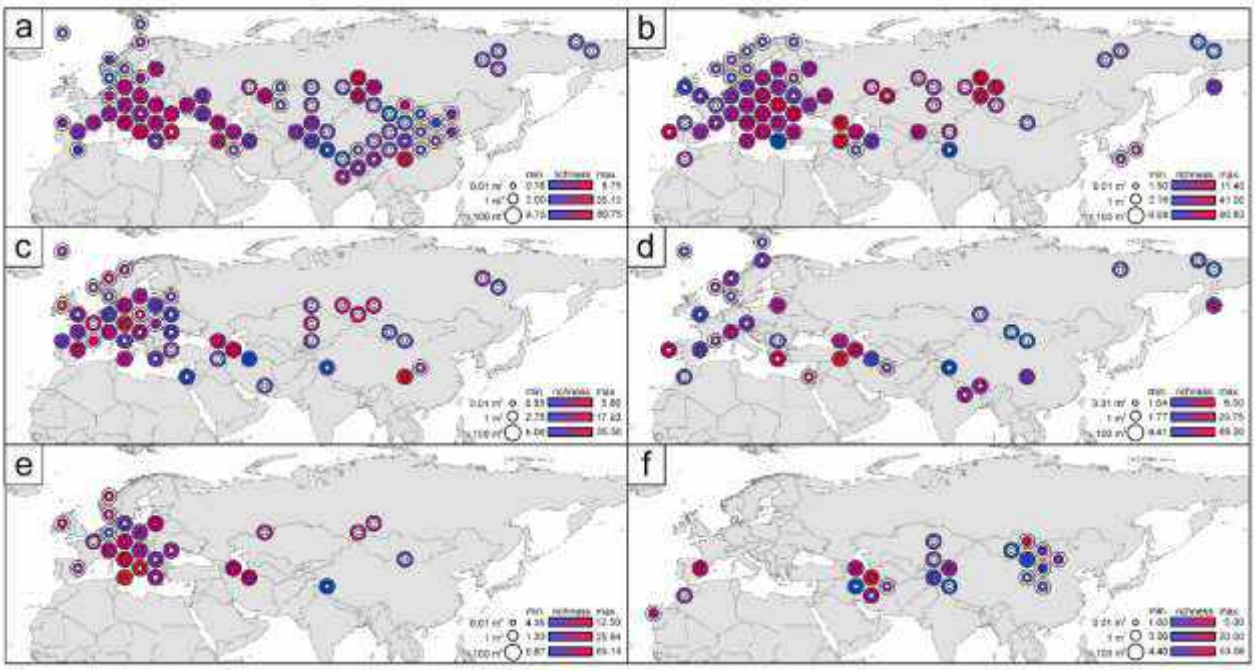


Рис. 4.2. Гарячі та холодні точки багатства судинних рослин для ділянок різних розмірів в трав'яних екосистемах Палеарктичного царства. Умовні позначення такі ж як на рис. 5.1. a – природні трав'яні біотопи; b – вторинні трав'яні біотопи; c – азональні угруповання; d – чагарничкові біотопи; e – високотравні і рудеральні угруповання; f – пустелі та напівпустелі [62].

Значення абсолютного видового багатства, а також індексів різноманітності та вирівненості були використані для визначення «гарячих» і «холодних» точок різноманіття в межах України і відповідно відбору територій найбільшого природоохоронного пріоритету трав'яної рослинності і біотопів. Такі аналізи, як зазначено в Розділі «Матеріали та методи», проводили для трьох груп описів – степові біотопи (7332 описи), мезофітні луки (3786 описів) і мокрі та вологі луки (2063 описи), які розподіляли на п'ять категорій відповідно до діапазону значень видового багатства судинних рослин, а також коефіцієнтів різноманітності Шеннона і Сімпсона. Описи, що характеризувалися найнижчим

(клас I) і найвищим (клас 5) діапазоном показників накладали на карту, позначаючи описи, що належали до першого класу синім кольором («холодні точки»), а описи, що належали до п’ятого класу – червоним кольором («гарячі точки») (рис. 4.1-4.3).

а б в

Рис.4.3. Розподіл описів степових біотопів з найнижчими (сині точки) і найвищими (червоні точки) значеннями багатства видів вищих судинних рослин (а), індексами Шеннона (б) та Сімпсона (в).

а б в

Рис.4.4. Розподіл описів мезофітних луків з найнижчими (сині точки) і найвищими (червоні точки) значеннями багатства видів вищих судинних рослин (а), індексами Шеннона (б) та Сімпсона (в).

а б в

Рис.4.5. Розподіл описів мокрих та вологих луків з найнижчими (сині точки) і найвищими (червоні точки) значеннями багатства видів вищих судинних рослин (а), індексами Шеннона (б) та Сімпсона (в).

Отримані результати виявилися дещо схожими для усіх трьох груп біотопів. Для загального багатства судинних рослин в усіх трьох випадках спостерігається переважання описів з низькими показниками (Рис. 4.3а, 4.4а, 4.5а), що очевидно пов’язано з наявністю в базі даних неповночленних і навіть неякісних описів, а для коефіцієнту Сімпсона спостерігається протилежна картина – нерівномірність розподілу описів на групи зі зміщенням в бік високих показників, які зафіксовані для більш, ніж половини описів (Рис. 4.3в, 4.4в, 4.5в). Це, очевидно, зумовлено особливостями розрахунку цього індекса, який надає багато ваги домінуючим видам. На відміну від цих двох показників, індекс Шеннона цілком дозволяє ідентифікувати території з найбільшим різноманіттям трав’яних біотопів за цим показником (Рис. 4.3б, 4.4б, 4.5б). Для степових біотопів такими виявилися басейн Дністра і долини річок степової зони, насамперед басейни Південного Бугу та Інгулу, а також біосферний заповідник Асканія-Нова (Рис. 4.6). Для мезофітних луків «гарячою точкою» різноманіття, цілком очікувано, виявився Карпатський регіон із невеликим анклавом на Буковині (Рис. 4.7), а для мокрих і вологих луків – басейни Західного Бугу у Львівській області і Десни та Снову у Чернігівській області (Рис. 4.8). Саме ці території потребують першочергової уваги в плані охорони та менеджменту. Натомість «холодні точки» виявилися менш вираженими.

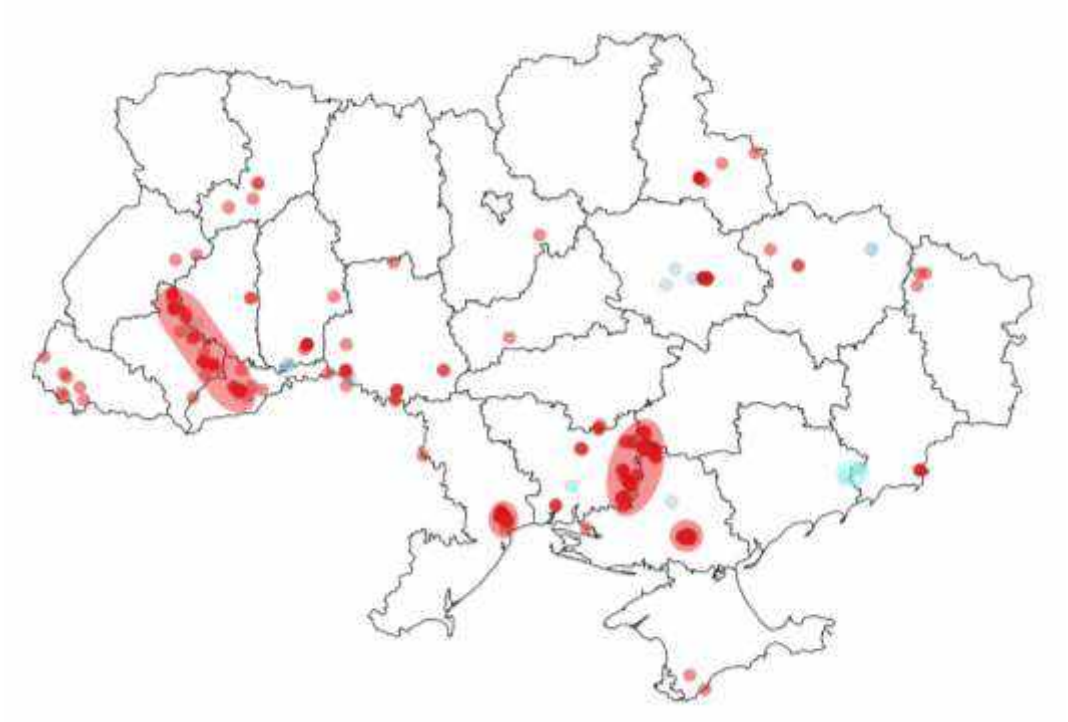


Рис. 4.6. «Гарячі» та «холодні» точки біорізноманіття степових біотопів України.

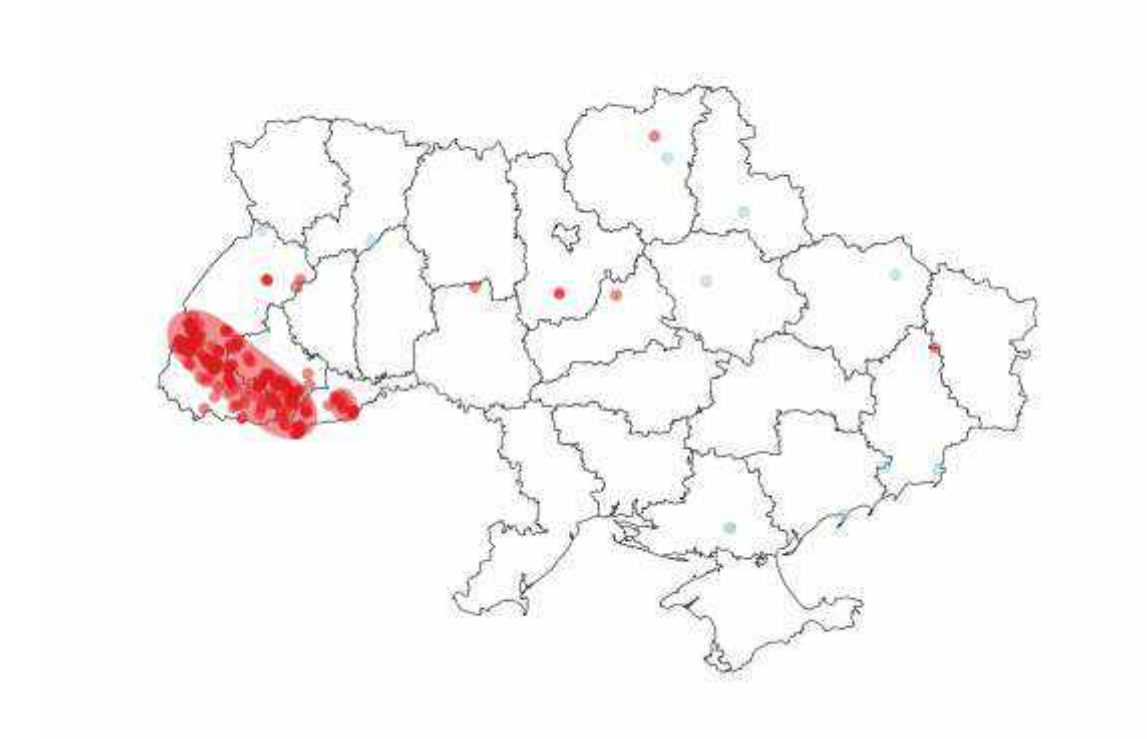


Рис. 4.7. «Гарячі» та «холодні» точки біорізноманіття мезофітних лучних біотопів України.

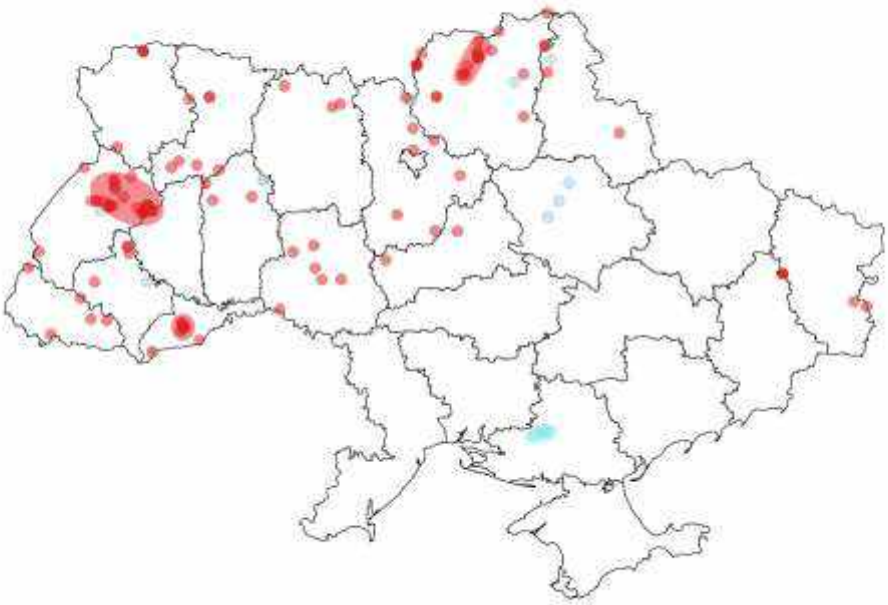


Рис. 4.8. «Гарячі» та «холодні» точки біорізноманіття мокрих та вологих лучних біотопів України.

Для степової рослинності такою точкою можна вважати приазовські степи на межі Запорізької і Донецької областей (Рис. 4.6), для мезофітних луків такі точки виявити не вдалося і для мокрих та вологих луків «холодною точкою» можна вважати луки пониззя Дніпра (Рис.4.8). Проведений аналіз засвідчив, що використання індексу Шеннона є цілком перспективним для виділення «гарячих точок» біоторізноманіття трав'яних біотопів. На наш погляд, у подальшому перспективним є використання з цією метою показників функціонального та філогенетичного різноманіття.

5 АНТРОПОГЕННА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТРАВ'ЯНИХ БІОТОПІВ УКРАЇНИ

Аналіз синантропної фракції трав'яних біотопів України показав, що вона включає представлена 584 видами судинних рослин, які належать до 351 роду, 72 родин 3 відділів.

На синантропні види припадає від 15 до 30 % флористичного складу досліджених біотопів. Найвищим індексом синантропізації (IS) (табл. 5.1) характеризуються 4 типи трав'яних біотопів: R1C (Пустельні степи); R12 (Рослинність з домінуванням криптогамних і однорічних рослин на силікатних відслоненнях), R62 (Внутрішньоконтинентальні засолені степи) та R64 (Напівпустельні солончаки). Для цих біотопів характерним є незімкнутий покрив, внаслідок чого формуються своєрідні «вікна» (вільні еконіші в у груповані), що дає змогу чужорідним видам їх легко займати через відсутність конкуренції. Найнижчим показником IS характеризуються присніжникові біотопи (R41) і альпійські луки на вапнякових ґрунтах (R44), що можна пояснити специфічними умовами, в яких вони сформувалися.

Індекс апофітизації (IAp) для досліджених трав'яних біотопів загальноєвропейського значення коливається в межах від 7 % до 29%, а для більшості не перевищує 20 %. Індекс антропофітизації (IAn) коливається в межах від 0,0 (R41) до 19,4% (X36), проте для більшості біотопів він є незначним – 7-11%.

Отримані значення індексів демонструють переважання процесу апофітизації над процесом антропофітизації. Це свідчить про достатню стійкість біотопів на даному етапі антропогенної трансформації флори, оскільки лише незначний відсоток адвентивних видів проникає в них.

Таблиця 5.1. Значення індексів синантропізації (IS), антропофізації (IAn), апофітизації (IAp), модернізації (IM), архефітизації (IAr) та кенофітизації (IKn) трав'яних біотопів України

Код біотопу	IS	IAn	IAp	IM	IAr	IKn
R11	38,0	13,6	24,3	48,5	7,0	6,6
R12	39,4	12,0	27,4	40,0	7,2	4,8
R13	41,0	14,0	27,0	46,9	7,4	6,6
R15	23,2	3,2	20,0	66,7	1,0	2,2
R16	26,3	7,4	18,6	43,6	4,0	3,2
R18	24,8	6,5	18,3	52,6	3,0	3,4
R1A	23,4	7,7	15,6	54,4	3,5	4,2
R1B	28,4	11,5	16,9	52,6	5,4	6,1
R1C	45,4	17,9	27,5	51,3	8,7	9,2
R1M	17,9	4,6	13,3	57,6	1,9	2,7
R1F	24,2	3,7	20,5	0,0	3,7	0,0
R1P	37,0	8,1	28,9	45,0	4,5	3,6
R1Q	36,2	10,9	25,4	46,6	5,8	5,1
R21	32,0	11,8	20,2	47,4	6,2	5,6
R22	23,1	8,4	14,6	48,5	4,4	4,0
R23	18,9	2,6	16,3	50,0	1,3	1,3
R35	24,6	6,5	18,1	51,1	3,2	3,3
R36	30,0	10,6	19,4	41,3	6,2	4,4
R37	17,4	3,3	14,1	44,4	1,8	1,5
R41	1,5	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
R43	15,7	3,9	11,8	84,6	0,6	3,3
R44	8,7	0,9	7,6	100,0	0,0	0,9
R51	21,2	4,6	16,6	48,0	2,4	2,2
R55	22,6	5,7	16,9	57,7	2,4	3,3
R56	14,0	2,0	12,0	71,4	0,6	1,4
R62	39,8	14,5	25,3	53,8	6,7	7,8
R63	37,6	13,9	23,6	47,8	7,2	6,6
R64	34,9	13,0	21,9	56,2	5,7	7,3
R65	34,0	9,9	24,0	38,5	6,1	3,8
X36	46,0	19,4	26,7	38,0	12,0	7,3
min	**8,7**	**0,9**	**7.6**	**38,0**	**0,0**	**0,9**
max	**46,0**	**19,4**	**28,9**	**100,0**	**12,0**	**9,2**
M	**28,6**	**8,8**	**19,7**	**53,0**	**4,5**	**4,4**

Індекс модернізації флори показує ступінь участі кенофітів у адвентивному елементі флори. У половині досліджених біотопів він нижчий за 50%, що свідчить про досить високу стійкість цих біотопів до проникнення нових інвазійних видів рослин.

Індекси архефітизації та кенофітизації загалом нижчі за середні показники по Україні.

Загалом до чужорідних видів-кенофітів (неофітів), нами віднесено 65 видів вищих судинних рослин, які визнаються як неаборигенні, як у відчизняних джерелах [27], так і в зарубіжних, зокрема в уже згадуваній базі даних Euro+Med PlantBase [63], DAISIE [64], the GLONAF database [65]. Їхній повний перелік і розподіл за типами біотопів наведено у Додатку Б.

Найвищою біотопічною амплітудою з чужорідних видів відзначаються *Erigeron canadensis*, присутній в описах 21 типу біотопів, *Erigeron annuus* (18 типів), *Ambrosia artemisiifolia* (15 типів), *Grindelia squarrosa* і *Medicago sativa* (по 10 типів).

Аналіз представленості чужорідних видів-кенофітів у трав'яних біотопах України показав, що найбільшою їх кількістю характеризуються справжні степи (R1B), мезофітні пасовища (R21) і мокрі та вологі пасовища (R36) (Рис. 5.1). Однак, результати такого аналізу є досить відносними, оскільки вони значною мірою залежать від кількості використаних для аналізу описів, які в нашому аналізі відрізняються дуже суттєво. Тому ми провели додатковий аналіз відсоткової участі описів, в яких присутній хоча б один чужорідний вид-кенофіт для кожного типу біотопу (Рис. 5.2). За результатами цього аналізу встановлено, що найбільша участь чужорідних видів в описах, що віднесені до типу R65, тобто внутрішньоконтинентальні слабо засолені алювіальні пасовища і сінокісні луки, значно поступаються цьому типу пустельні степи (R1C) та середземноморські степи з переважанням однорічників (R1F), які посідають відповідно друге і третє місця за цим показником. А в описах присніжникових біотопів (R41) і альпійських лук на карбонатах (R 44) описів за участі чужорідних видів взагалі не виявлено.

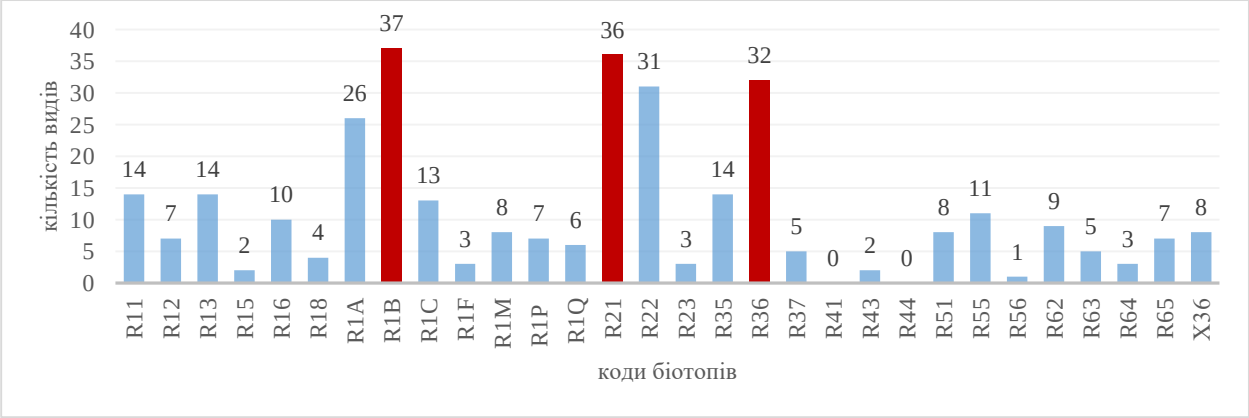


Рис.5.1. Участь видів-кенофітів в описах трав'яних біотопів різних типів.

Рис. 5.2. Участь описів, в яких присутні чужорідні види-кенофіти.

Порівняння цих результатів з аналогічними результатами в загальноєвропейському масштабі [66], яке проводилося також за нашою участю, показало, що вони суттєво відрізняються (Рис. 5.3). В цьому аналізі на провідні місця за участю описів з кенофітами виходять псамофітні біотопи R1P і R1Q, які в описах з території України характеризуються середньою участю чужорідних видів. Третє місце у європейському масштабі посів тип R55, який об'єднує високотравні вологі каймові біотопи, натомість зарезультатами лише з України цей тип, хоча і є досить синантропізованим, характеризується низькою участю описів за участі кенофітів. Разом із тим, і в європейському масштабі тип R65 має досить високі показники участі описів з кенофітами (10-те місце), тип R1F займає проміжне положення за цим показником, а R1C в європейському масштабі має дуже низький рівень інвазіабельності.

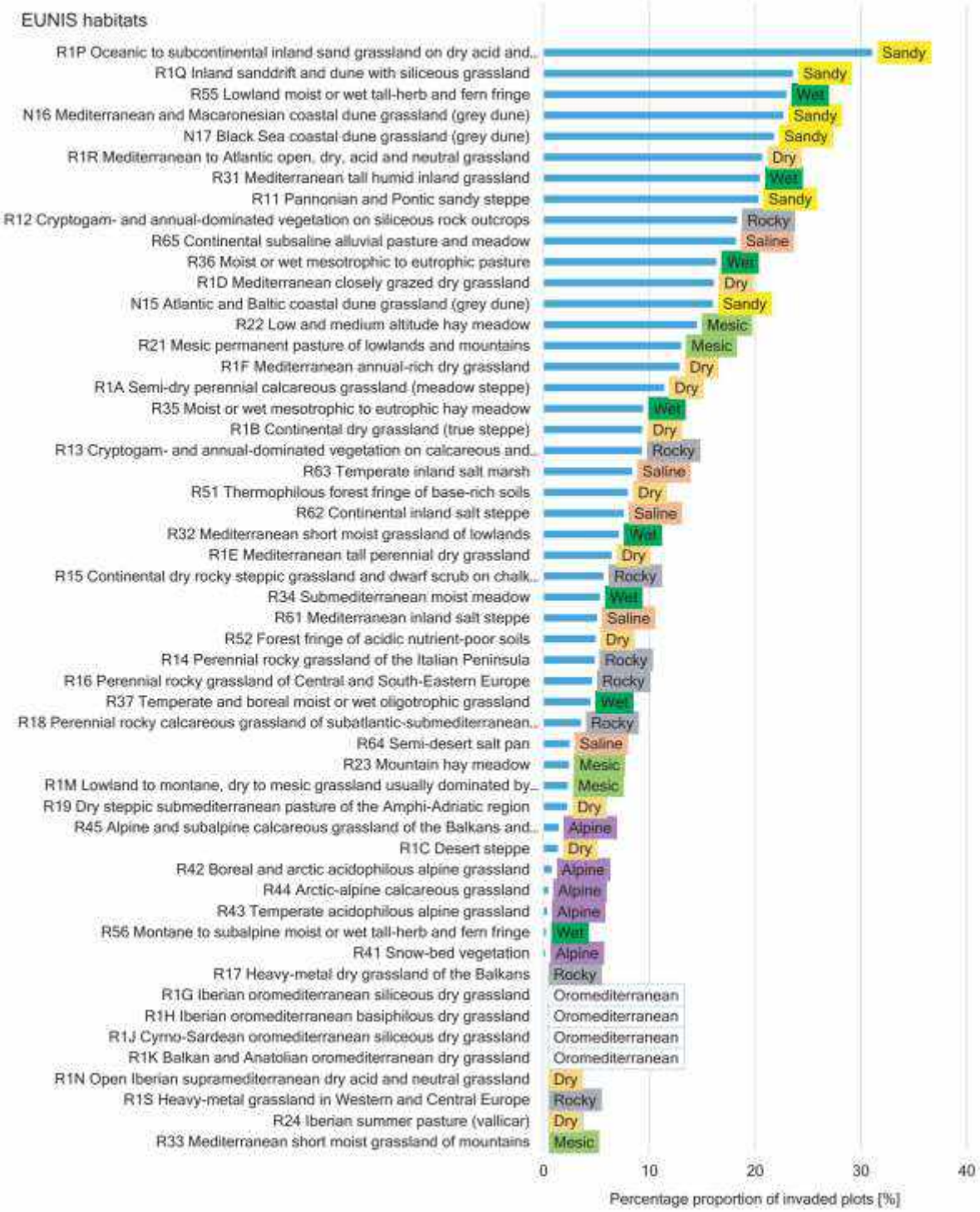


Рис. 5.3. Участь описів за участі неофітів в типах трав’яних біотопів системи EUNIS [66].

Для виявлення ступеню загальної антропогенної трансформації біотопів нами було використано модифікований індекс деструкції ценозу, який розраховується на основі сумарної участі видів-деструкторів (синантропні види

крім апофітів випадкових) в геоботанічних описах [30]. Результати цього аналізу (Рис. 5.4) показали, що переважна кількість описів проаналізованих біотопів знаходиться в межах першого класу трансформованості (K_d < 20%).

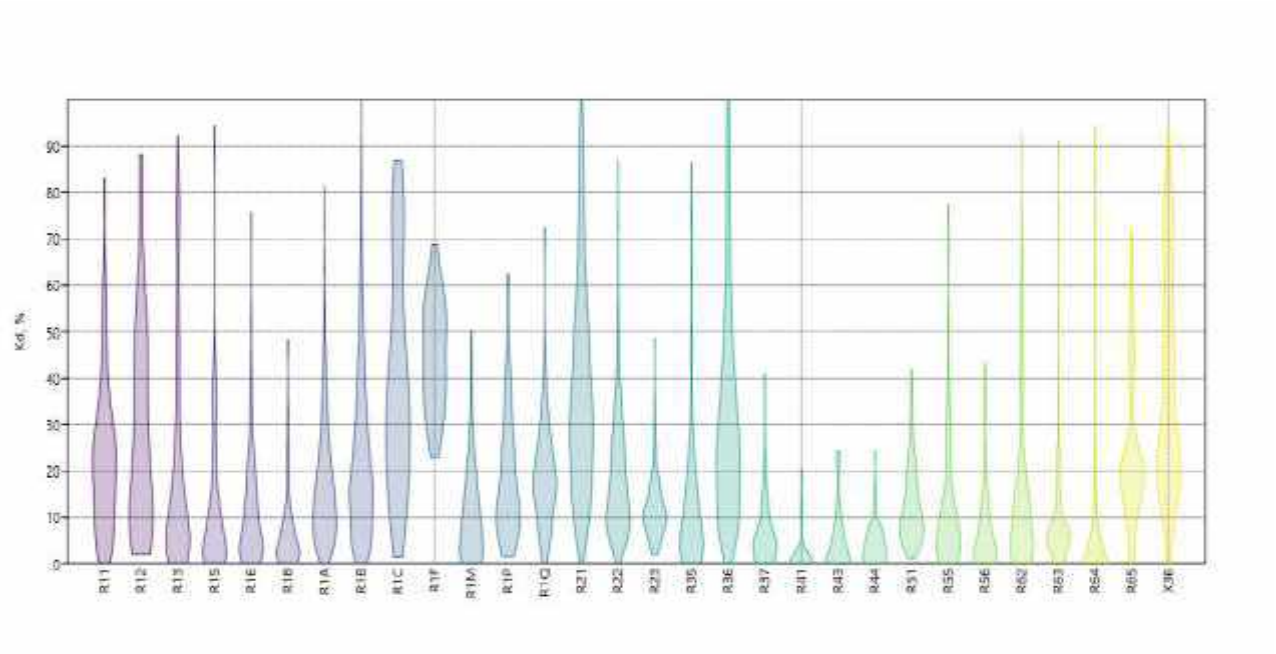


Рис. 5.4. Порівняння трав’яних біотопів України за рівнем загальної антропогенної трансформації (значеннями коефіцієнту деструкції ценозу геоботанічних описів).

Найвищий рівень трансформованості зафіксований для типу середземноморських степів з домінуванням однорічників (R1F), найнижчий – для присніжникових біотопів (R41). Значною участю достатньо трансформованих біотопів, зокрема другого (K_d від 20 до 40%) і третього (K_d у діапазоні 40-60%) класів трансформованості характеризуються типи R12, R1C, R1F (для цього типу описи I-го класу взагалі відсутні), R21, R36 та X36, тобто петрофітні біотопи з домінуванням однорічників та сукулентів на силікатних породах, пустельні степи, мезофітні пасовища, вологі та мокрі пасовища і поди. Описи з максимальними значеннями K_d (до 100%) зафіксовані для обох вищезгаданих типів пасовищ та справжніх степів (R1B).

Для передбачення проникнення чужорідних видів та ступеня їх загрози у трансформації біотопу використали методичні підходи на основі методів фітоіндикації. Для аналізу та отримання статистично достовірних даних вибрано 10 модельних видів, у тому числі й трансформерів (*Ambrosia artemisiifolia, Erigeron annuus, Erigeron canadensis, Grindelia squarrosa, Juncus tenuis, Lepidium perfoliatum, Oenothera biennis, Onobrychis viciifolia, Sisymbrium altissimum, Trifolium hybridum*), які представлені у понад 10% геоботанічних описів. Проаналізовано ступінь перекриття діапазонів зон толерантності модельних видів та угруповань біотопів у відсотках за відношенням до 12 провідних екофакторів [41] (Додаток В).

Встановлено, що модельні види присутні у складі угруповань біотопів, де спостерігається сумарне перекриття зон толерантності екофакторів на 80–100 %.

У переважній більшості це біотопи приурочені до лісової, лісостепової, степової зон України та Криму. Понад 50% модельних видів характеризуються значним співпаданням екологічних ніш з третиною досліджених типів трав’яних біотопів (R11, R12, R1B, R1P, R1Q, R21, R22, R35, R36, R62) (рис. 5.5-5.14). Певною мірою це можна пояснити середземнморським та азійським походженням модельних видів.

На основі отриманих даних у програмі Statistica сформовано тривимірні моделі (рис. 5.5-5.14), які чітко ілюструють залежність між часткою перекриття зони оптимуму модельного виду стресової зони та зони оптимуму угруповання. Встановлено, що чим більша частка екофакторів модельного виду у зоні оптимуму перекриває стресову зону угруповання, тим частіше вид проникає у зазначені угруповання та закріплюється у них.

Проведений аналіз засвідчив, що серед 10 модельних видів високий ступінь загрози для досліджених біотопів складають *Ambrosia artemisiifolia, Erigeron annuus, Erigeron canadensis, Grindelia squarrosa, Onobrychis viciifolia, Trifolium hybridum*, середній ступінь загрози - *Lepidium perfoliatum, Sisymbrium altissimum* і низьким ступенем характеризуються *Juncus tenuis, Oenothera biennis*. Особливої уваги потребує *Grindelia squarrosa*, що характеризується високим

відсотком співпадання показників екологічних ніш з широко поширеними на території України біотопами R12, R13, R1B, R1C, R21, R22, R35, R36, R62, R63, що сприяє її швидкому поширенню у центральні та північні райони країни. А зважаючи на зростання середньорічної температури повітря та збільшення аридності клімату на досліджуваній території, *Grindelia squarrosa* у майбутньому може значно розширити ареал та спричинити деструктивні зміни у складі вище зазначених біотопів.

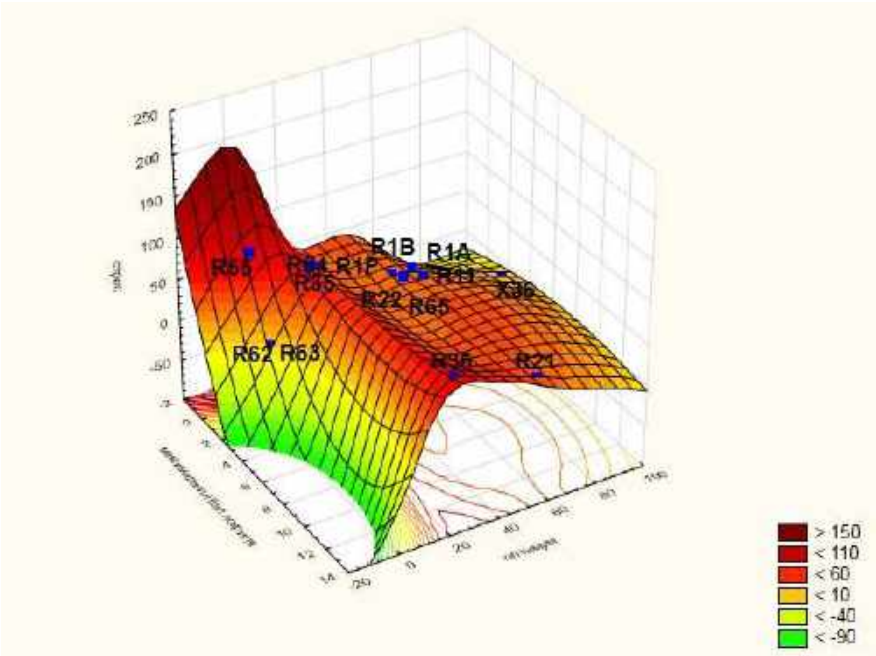


Рис. 5.5. Залежність між ступенем перекриття меж толерантності *Ambrosia artemisiifolia* та біотопів і ступінь ризику його проникнення

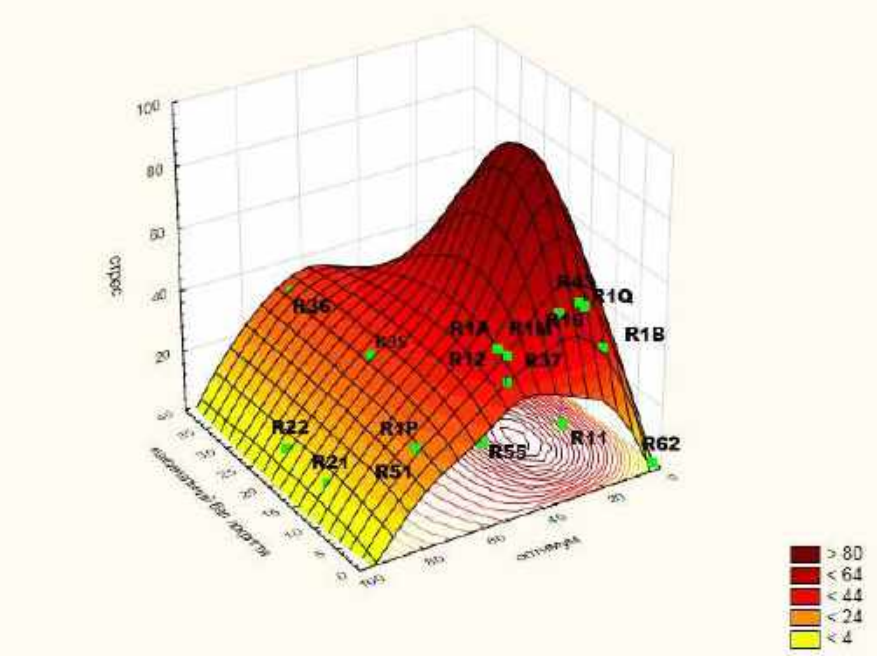


Рис. 5.6. Залежність між ступенем перекриття меж толерантності *Erigeron annuus* та біотопів і ступінь ризику його проникнення

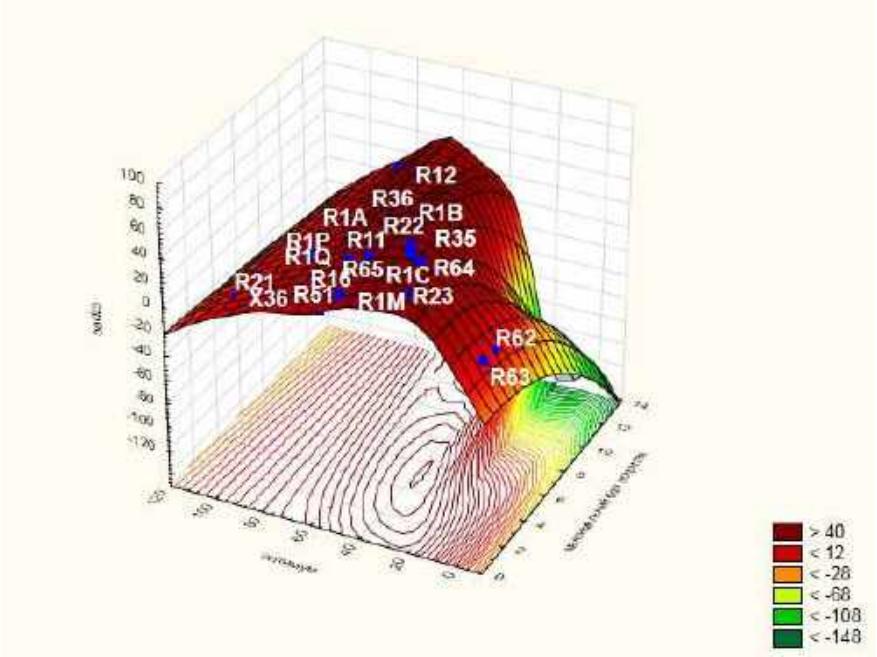


Рис. 5.7. Залежність між ступенем перекриття меж толерантності *Erigeron canadensis* та біотопів і ступінь ризику його проникнення

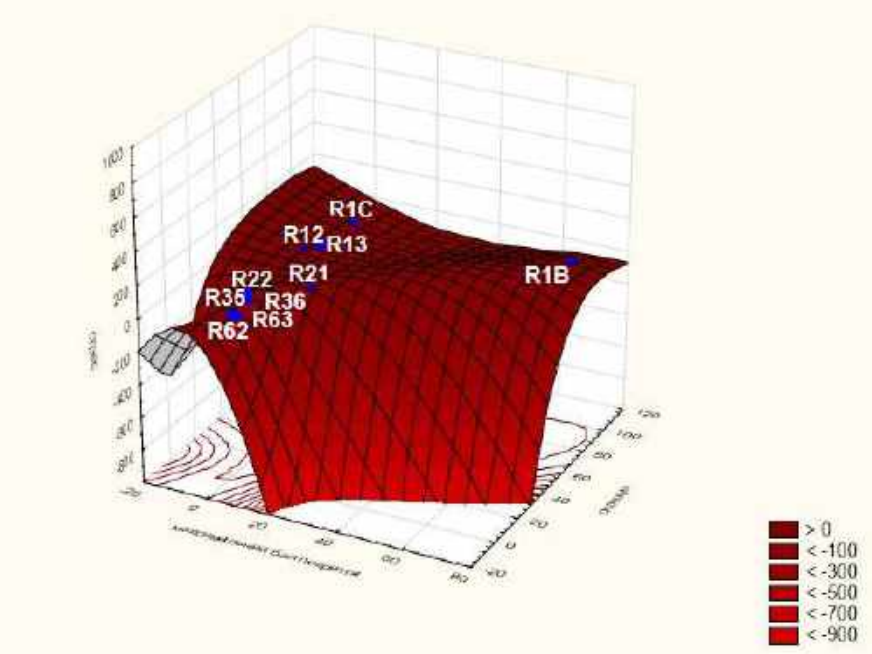


Рис. 5.8. Залежність між ступенем перекриття меж толерантності *Grindelia squarrosa* та біотопів і ступінь ризику його проникнення

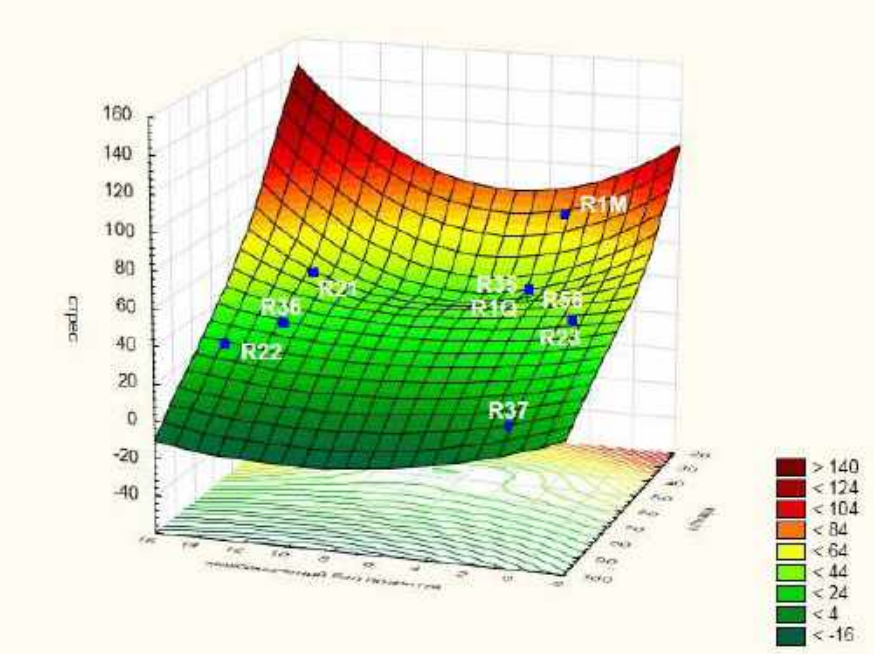


Рис. 5.9. Залежність між ступенем перекриття меж толерантності *Juncus tenuis* та біотопів і ступінь ризику його проникнення

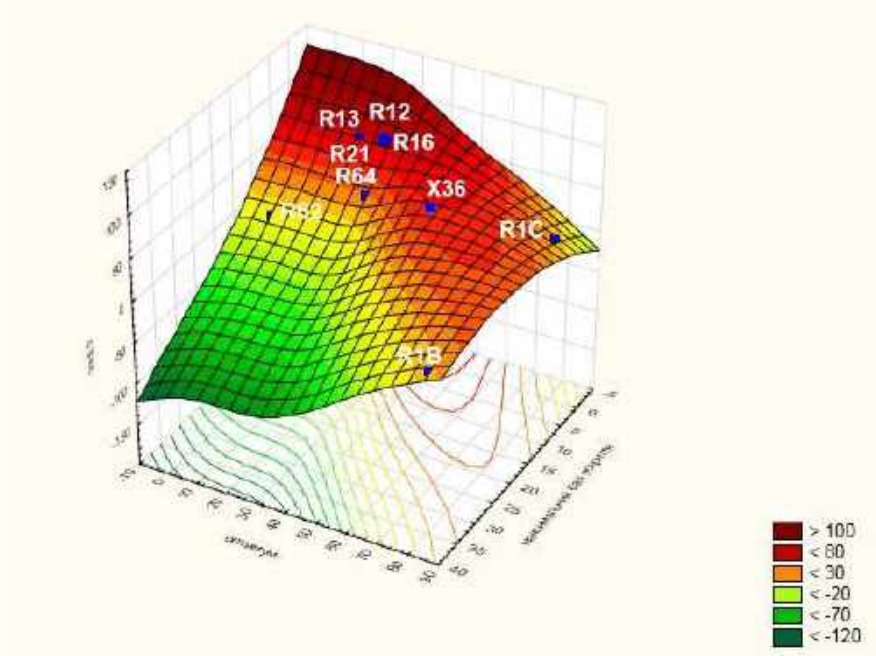


Рис. 5.10. Залежність між ступенем перекриття меж толерантності *Lepidium perfoliatum* та біотопів і ступінь ризику його проникнення

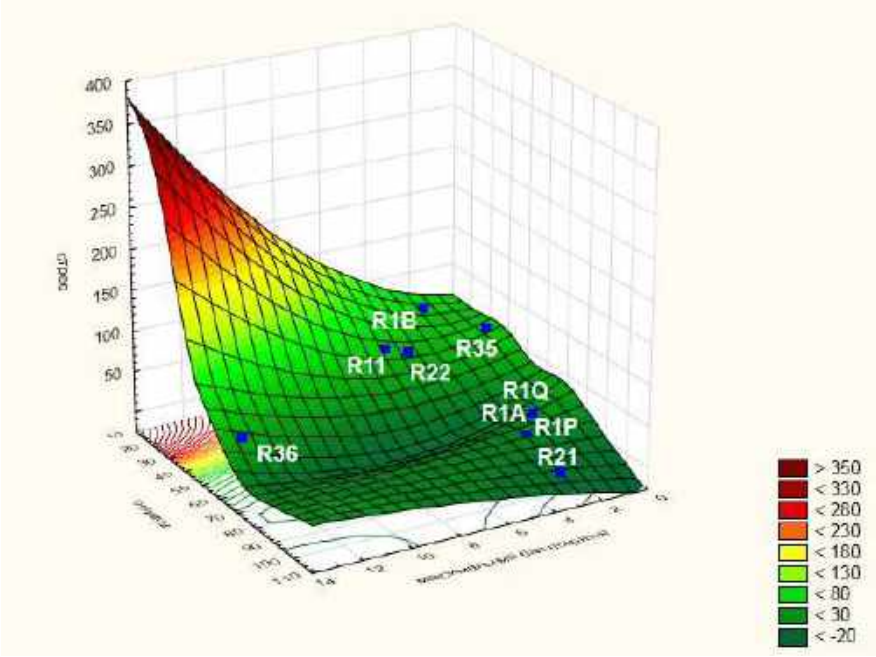


Рис. 5.11. Залежність між ступенем перекриття меж толерантності *Oenothera biennis* та біотопів і ступінь ризику його проникнення

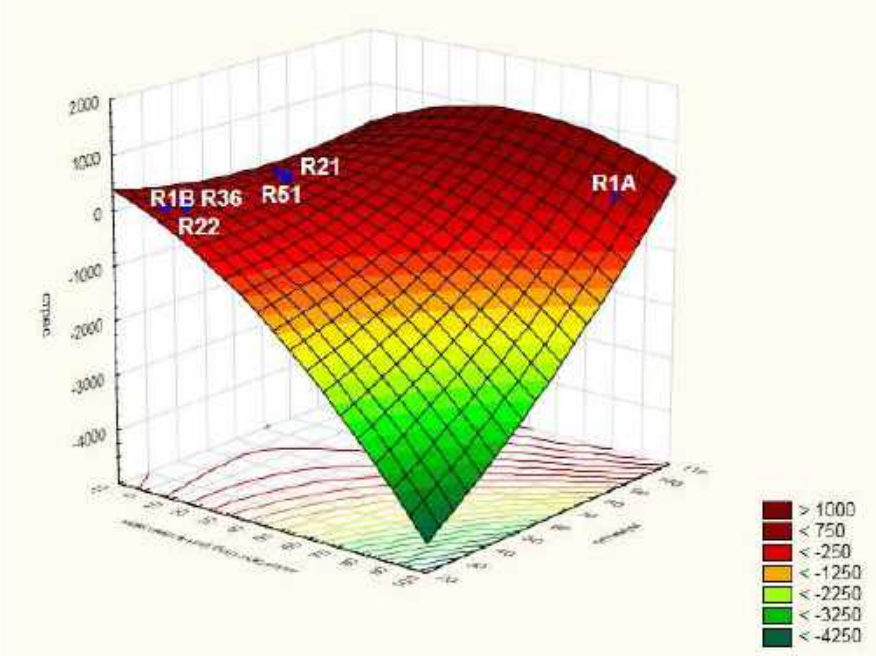


Рис. 5.12. Залежність між ступенем перекриття меж толерантності *Onobrychis viciifolia* та біотопів і ступінь ризику його проникнення

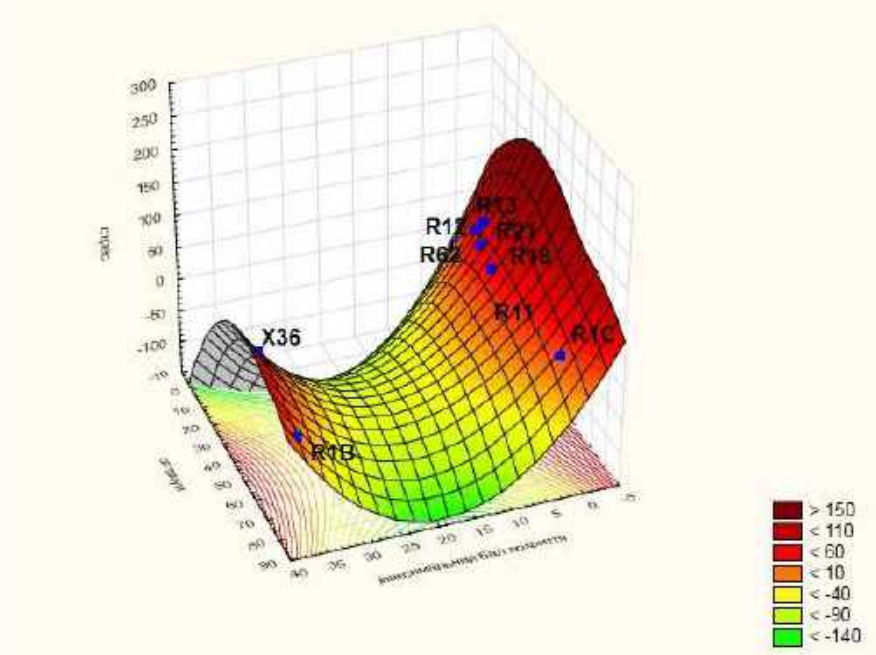


Рис. 5.13. Залежність між ступенем перекриття меж толерантності *Sisymbrium altissimum* та біотопів і ступінь ризику його проникнення

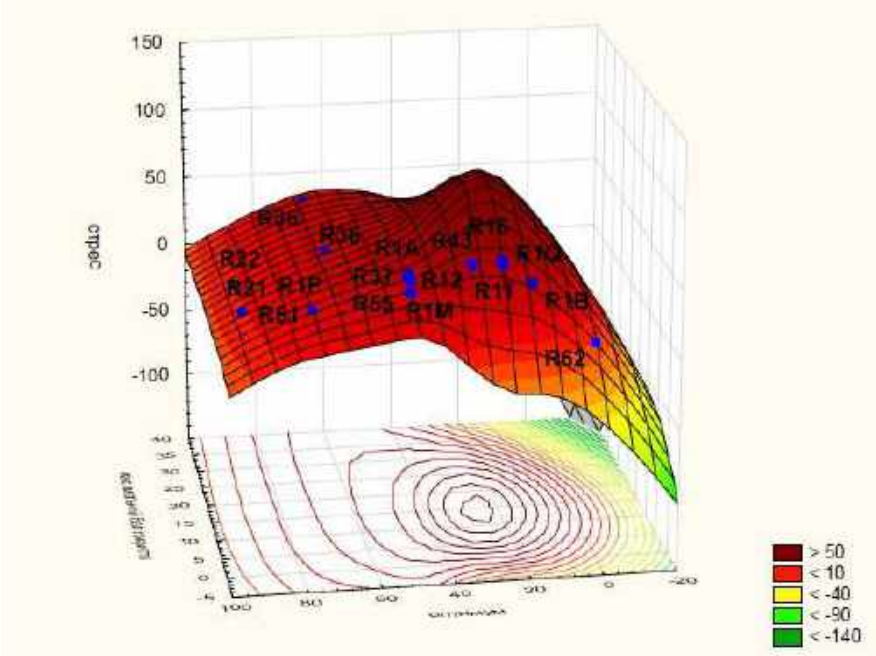


Рис. 5.14. Залежність між ступенем перекриття меж толерантності *Trifolium hybridum* та біотопів і ступінь ризику його проникнення

6 СОЗОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТРАВ'ЯНИХ БІОТОПІВ УКРАЇНИ

Загалом у масиві даних нами було виявлено 255 видів рослин, занесених до діючого видання Червоної книги України (241 вид), Резолюції 6 Бернської конвенції (28 видів) та Додатків II і IV Оселищної Директиви (16 видів) і Червоного списку IUCN (категорії VU, EN, CR) і які, таким чином, становлять раритетну фракцію досліджуваних нами трав'яних біотопів. Їх повний перелік і розподіл за типами біотопів відображений у Додатку Г.

Аналіз типів біотопів за абсолютною кількістю видів раритетної фракції (Рис. 6.1) у їхньому складі показав значне переважання лучних і справжніх степів за цим показником. З огляду на те, що близько третини видів, які охороняються в Україні на національному рівні, є степовими, це цілком зрозуміло, але певним чином на цей показник могло вплинути і те, що згадані типи представлені в аналізованому масиві даних найбільшою кількістю описів. Також високу участь видів раритетної фракції демонструють сінокісні луки та вологі оліготрофні луки.

Оскільки результати попереднього аналізу значною мірою залежать від кількості описів, які репрезентують ту чи іншу одиницю, ми провели аналіз участі описів, в яких присутній хоча б один вид раритетної фракції (Рис. 6.2).

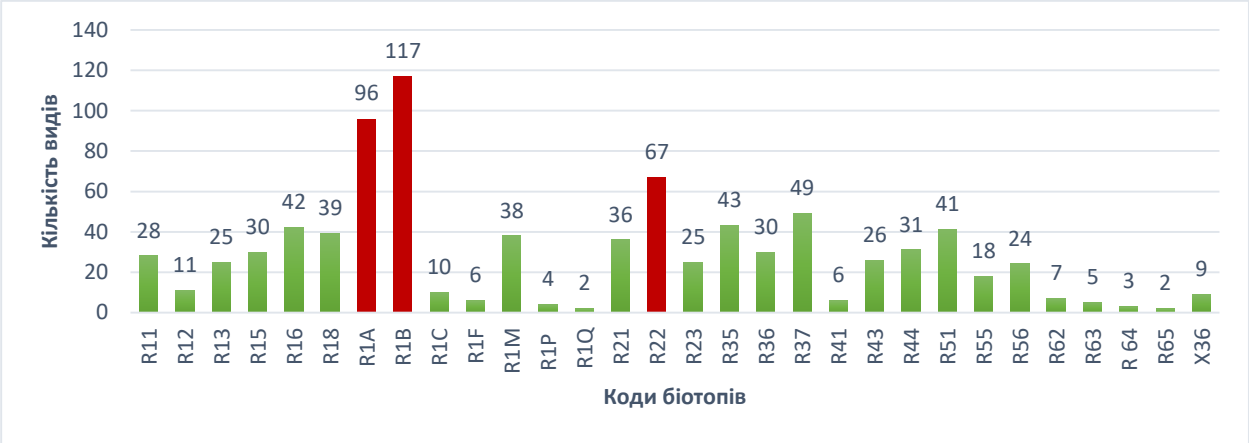


Рис. 6.1. Участь видів раритетної фракції у флористичному складі трав'яних біотопів України.

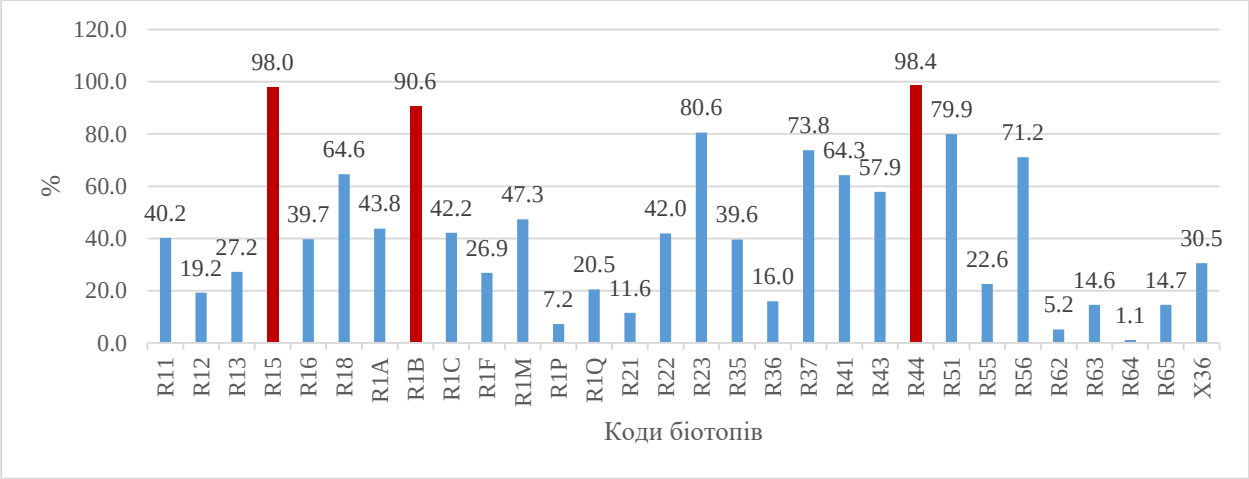


Рис. 6.2. Участь описів, в яких присутні види раритетної фракції, в трав'яних біотопах України.

Результати такого аналізу виявилися дещо відмінними від попереднього. Найбільша участь описів з видами раритетної фракції зафіксована для альпійських луків на карбонатних субстратах (R44) і біотопів крейдяних відслонень (R15), де практично всі наявні описи (98,4 та 98,0% відповідно) містять види раритетної фракції. Трохи поступаються їм справжні степи (R1B), які представлені в аналізованому масиві даних найбільшою кількістю описів, але при цьому понад 90% з них містять види раритетної фракції. Найменша ж кількість описів з рідкісними видами зафіксована для галофітних біотопів, зокрема напівпустельних солончаків (R64) і засолених степів (R62). Також низький відсоток зафіксовано для внутрішньоконтинентальних піщаних угруповань на сухих кислих або нейтральних ґрунтах океанічних і субконтинентальних регіонів (R1P) – лише 7,2%. Для порівняння, інший псамофітний тип, Паннонські і Понтичні піщані степи містить більше 40% описів за участі рідкісних видів.

З видів раритетної фракції найвищу біотопічну амплітуду мають *Gymnadenia conopsea*, яка зафіксована в описах, що належать до 13 різних типів біотопів, *Stipa capillata* (12 типів), *Colchicum autumnale* і *Gladiolus imbricatus* (по

11 типів). Натомість 73 види, тобто трохи менше третини трапляються лише в межах одного типу біотопів.

Цілком очевидно, що не всі типи трав'яних біотопів України є рідкісними, вразливими і потребують охорони на національному і загальноєвропейському рівнях. Для того, щоб виділити ті типи, які справді потребують першочергової уваги, нами було використано методику оцінки типів біотопів за критеріями Міжнародної спілки охорони природи (МСОП, в оригіналі IUCN, International Union for Conservation of Nature). Цей же підхід було використано при оцінці біотопів у Червоному списку біотопів Європи [36]. Основою для Європейського Червоного списку біотопів є набір з восьми категорій і п'яти критеріїв, що забезпечують методологію оцінки ризику зникнення біотопів, вимірювання ступеню їхньої загрозливості. Категоріями Червоного списку є: зниклий (CO), у критичній небезпеці (CR), зникаючий (EN), вразливий (VU), майже під загрозою (NT), найменший ризик (LC), відомостей недостатньо (DD), неоцінений (NE). Перші шість категорій розташовані у порядку зменшення ризику зникнення, тоді як категорії DD і NE означають, що рівень ризику не може бути або не був визначений. Біотопи, що включені до будь-якої з CR, EN чи VU категорій розглядаються як ті, що знаходяться під загрозою. Ці категорії є аналогами тих, що використовуються для Червоного списку видів IUCN [67]. Оцінка включає застосування п'яти основних критеріїв (критерії від A до E, модифіковані за Keith et al. [68]), які мають набір кількісних та якісних порогових значень, що визначають, для якої (якщо така є) категорії загроз належить біотоп (таблиця 2.2). Два з цих критеріїв оцінюють просторові ознаки ризику зникнення біотопу з огляду на зменшення просторового розповсюдження (Критерій A) і обмеженого просторового розповсюдження (Критерій B). Два критерії оцінюють функціональні ознаки (деградація екологічних процесів) з огляду на фізичну або абіотичну деградацію (Критерій C) та порушення біотичних процесів та взаємодій (Критерій D). З огляду на те, що часто важко або неможливо відокремити процеси біотичної та абіотичної деградації, критерії C та D були об'єднані в цьому проекті (Критерій C / D), з можливістю відокремити там, де

були дані. П'ятий критерій полегшує інтеграцію множинних загроз та ознак ризику зникнення в модель, що оцінює ймовірність зникнення з часом (критерій E). Усі типи біотопів було оцінено за всіма можливими критеріями. Відповідність будь-якому з критеріїв кваліфікувало тип біотопу для включення до списку на відповідному рівні загрози. Загальний статус біотопу у Європейському Червоному списку типів біотопів був найвищою категорією загрози, визначеною будь-яким із критеріїв.

До цієї оцінки ми залучили всі типи трав'яних біотопів України. Проведена нами оцінка (Додаток Д, Таблиця Д.1) показала, що майже половина трав'яних біотопів України належать до категорії зникаючі, більше третини – до категорії вразливих і лише чотири біотопи віднесені до незагрожуваних категорій – орлякові зарості і трав'яна рослинність вирубок до категорії найменший ризик (LC), внутрішньоконтинентальні засолені степи (R62) і солончаки помірної зони (R63) – до категорії «майже під загрозою» (NT) (Рис. 6.3). Два типи були визнані такими, що знаходяться «у критичній небезпеці» (CR) - Континентальні сухі степи R1B і Присніжникова рослинність (R41).

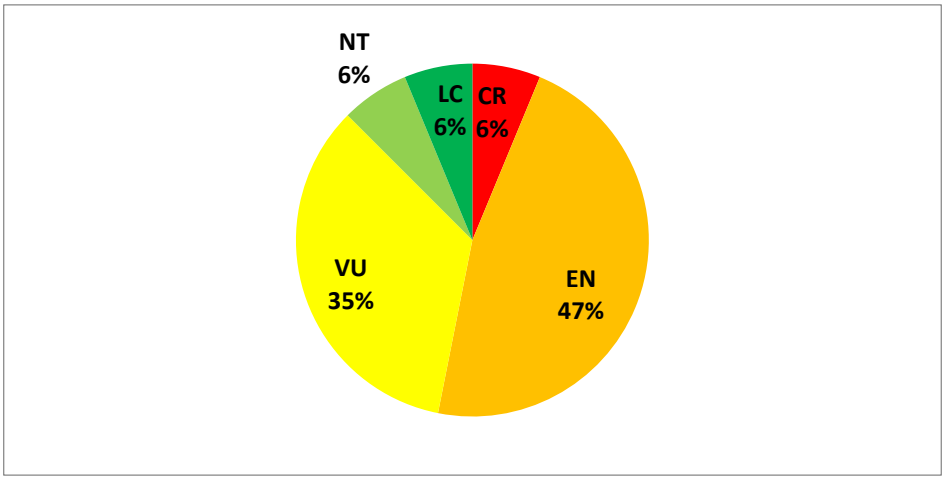


Рис. 6.3. Розподіл трав'яних біотопів за категоріями МСОП.

Окрім того, нами було здійснено оцінку впливу загроз, созологічної значимості і ризиків втрат за методикою Я.П. Дідуха [42] (Додаток Д, Таблиця Д.2), яка показала, що за оцінкою впливу загроз (класами стійкості) більше половини оцінених типів належать до III-го класу (Рис. 6.4). Три типи (R11, R1F

і R41) віднесені до результатами оцінки до І-го класу, тобто є найменш стійкими, а ще три типи (R54, R57 і R63) – віднесені до V-го класу, що свідчить про їхню найбільшу стійкість.

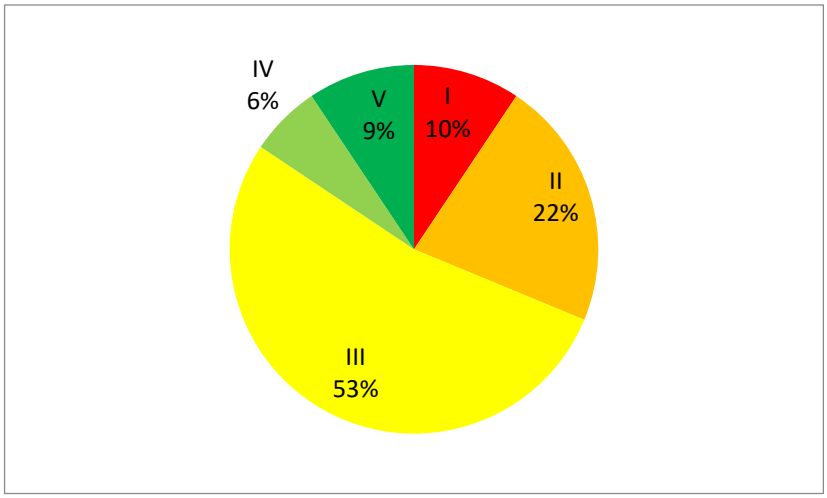


Рис. 6.4. Розподіл трав'яних біотопів за класами стійкості.

За результатами оцінки созологічної значимості (класами цінності) більшість біотопів розділилася на три майже рівні групи, що репрезентують класи II, III і IV. Три типи (R15, R41, R44) віднесені за результатами оцінки до І-го класу, а один тип (R57) – до V-го класу (Рис. 6.5).

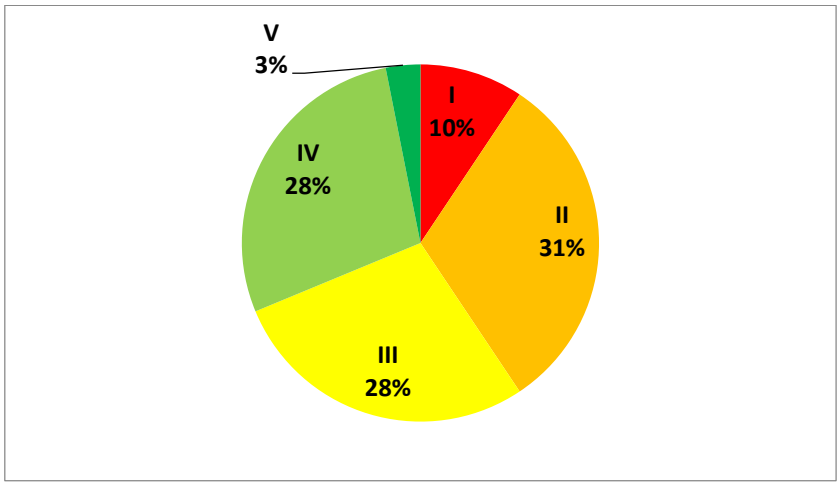


Рис. 6.5. Розподіл трав'яних біотопів за класами цінності.

Розподіл біотопів за результатами оцінки ризиків втрат показав, що найбільшу частку становлять біотопи класу III, яким дещо поступаються біотопи

класу II. Три типи (R11, R41 і R44) належать до найвищого – I-го класу ризику втрат, а один тип (R57) – до найнижчого V-го класу (Рис. 6.6).

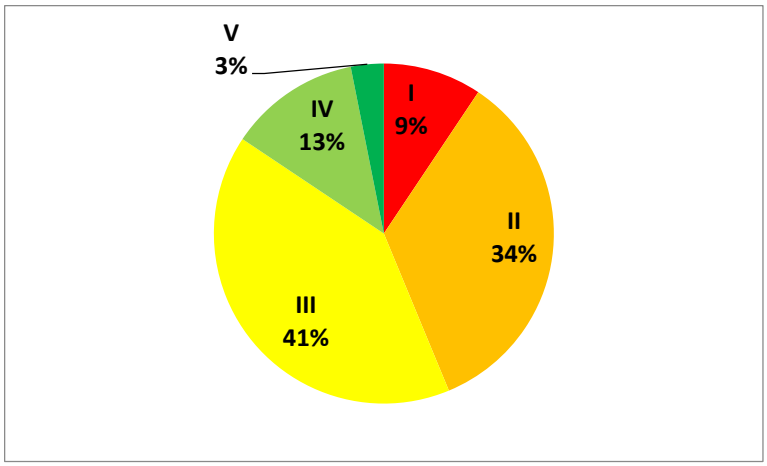


Рис. 6.6. Розподіл трав’яних біотопів за класами ризику втрат.

Таким чином, два типи – орлякові зарості (R54) і трав'яна рослинність лісових вирубок (R57), за результатами оцінки за категоріями МСОП були віднесені до категорії LC, а за результатами оцінки впливу загроз до V-го класу. Тип R57 був віднесений також до V-го класу за результатами оцінки созологічної значущості і ризиків втрат. Тип R54 за результатами двох останніх оцінок був віднесений до IV-го класу, однак враховуючи, що за категорією МСОП він отримав оцінку LC, є всі підстави вважати, що цей тип знаходиться поза будь-якою загрозою і не може бути віднесений до типів біотопів загальноєвропейського значення. Натомість тип Внутрішньоконтинентальні солончаки помірної зони (R63) який хоч і був віднесений до V-го класу за результатами оцінки впливу загроз, отримав категорію NT за результатами оцінки за категоріями МСОП і був віднесений до III-го класу цінності созологічної цінності.

Решту оцінених нами трав’яних біотопів ми вважаємо такими, що потребують охорони на національному і загальноєвропейському рівні. Цей висновок певною мірою іде в розріз офіційному статусу загальноєвропейської охорони біотопів, яких визначається їх виключенням до Резолюції 4 Бернської конвенції (Табл. 6.1).

Таблиця 6.1. Співвідношення типів трав'яних біотопів класифікації EUNIS (версії 2019 року) із типами біотопів, включених до Резолюції 4 Бенської конвенції.

Код біотопу (EUNIS 2019)	Відповідність Резолюції 4 Бернської конвенції (загальноєвропейський статус охорони)
R11	E1.12 Euro-Siberian pioneer calcareous sand swards / Євро-сибірські піонерні угруповання на карбонатних пісках; X35 Inland Sand Dunes / Континентальні піщані дюни.
R12	E1.11 Euro-Siberian rock debris swards / Євро-сибірські угруповання на уламках скель
R13	E1.11 Euro-Siberian rock debris swards / Євро-сибірські угруповання на уламках скель
R15	E1.13 Continental dry rocky steppic grasslands and dwarf scrub on chalk outcrops / Континентальні сухі кам'янисті остепнені трав'яні угруповання та чагарнички на крейдяних відслоненнях
R16	E1.2 Perennial calcareous grasslands and basic steppes / Багаторічні трав'яні кальцифітні угруповання та степи
R18	E1.2 Perennial calcareous grassland and basic steppes / Багаторічні трав'яні кальцифітні угруповання та степи
R1A	E1.2 Perennial calcareous grasslands and basic steppes / Багаторічні трав'яні кальцифітні угруповання та степи; X18 Wooded steppe / Степи, що заростають лісом.
R1B	E1.2 Perennial calcareous grasslands and basic steppes / Багаторічні трав'яні кальцифітні угруповання та степи X18 Wooded steppe / Степи, що заростають лісом
R1C	не включені
R1F	E1.3 Mediterranean xeric grassland / Середземноморські ксеротичні трав'яні угруповання
R1M	E1.71. Nardus stricta swards / Угруповання Nardus stricta.
R1P	E1.9 Open non-Mediterranean dry acid and neutral grassland, including inland dune grassland / Незімкнені несередземноморські сухі кислі та нейтральні трав'яні угруповання, у тому числі континентальні трав'яні угруповання на дюнах
R1Q	E1.9 Open non-Mediterranean dry acid and neutral grassland, including inland dune grassland / Незімкнені несередземноморські сухі кислі та нейтральні трав'яні угруповання, у тому числі континентальні трав'яні угруповання на дюнах
R21	не включені
R22	E2.2 Low and medium altitude hay meadows / Рівнинні та низькогірні сінокісні луки
R23	E2.3 Mountain hay meadows / Гірські сінокісні луки
R35	E3.4 Moist or wet eutrophic and mesotrophic grassland / Мокрі або вологі евтрофні і мезотрофні луки

Код біотопу (EUNIS 2019)	Відповідність Резолюції 4 Бернської конвенції (загальноєвропейський статус охорони)
R36	E3.4 Moist or wet eutrophic and mesotrophic grassland / Мокрі або вологі евтрофні і мезотрофні луки.
R37	E3.5 Moist or wet oligotrophic grassland / Мокрі або вологі оліготрофні луки
R41	E4.11. Boreo-alpine acidocline snow-patch grassland and herb habitats / Бореоальпійські ацидофільні трав'яні угруповання сніжників
R43	E4.3. Acid alpine and subalpine grassland / Ацидофільні альпійські і субальпійські луки
R44	E4.4 Calcareous alpine and subalpine grassland / Кальцефільні альпійські і субальпійські луки.
R51	не включені
R52	не включені
R54	не включені
R55	E5.4 Moist or wet tall-herb and fern fringes and meadows / Мокрі або вологі високотравні та папоротеві узлісся і луки
R56	E5.5. Subalpine moist or wet tall-herb and fern stands / Субальпійські мокрі або вологі високотравні й папоротеві ділянки)
R57	не включені
R62	D6.1 Inland saltmarshes / Внутрішньоконтинентальні солончаки E6.2 Continental inland salt steppes / Внутрішньоконтинентальні засолені степи
R63	D6.1 Inland salt marshes / Внутрішньоконтинентальні солончаки
R64	D6.1 Inland salt marshes / Внутрішньоконтинентальні солончаки.
R65	E6.2 Continental inland salt steppes / Континентальні внутрішньоконтинентальні засолені степи
R71	не включені
X36	X36 Depressions (pody) of the Steppe zone / Депресії (поди) степової зони.

Як видно з таблиці, не для всіх типів біотопів сучасної версії класифікації EUNIS можна знайти точні відповідники в Резолюції 4 Бернської конвенції, яка ґрунтується на старій версії цієї класифікації. Стара система не дозволяє відобразити уцього різноманіття трав'яних біотопів, особливо степових, які в Резолюції усі об'єднані в один тип E1.2. Крім того, ряд типів, які за результатами нашої оцінки показали досить викоий созологічний статус (наприклад, R1C, R51) до Резолюції не вкілючені, тому їх не можна віднести до біотопів загальноєвропейського значення, хоча без сумніву, вони потребують охорони на національному рівні.

7 ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ ТРАВ'ЯНИХ БІОТОПІВ УКРАЇНИ ВНАСЛІДОК ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

Для отримання якісно нової інформації про зміни умов існування раритетних видів та біотопів можна використати результати синфітоіндикації, які дають можливість оцінити значимість екофакторів, їхні взаємозв'язки між собою та рослинністю. Крім того, така інформація дозволяє прогнозувати можливість трансформації оселищ та реакцію видів на зміну зовнішніх чинників, зокрема температури повітря.

Для моделювання адаптивних реакцій раритетних видів на основі фітоіндикації відібрано 140 видів раритетної фракції, оскільки для решти кількість описів за їх участі є статистично недостатньою для отримання достовірних показників фітоіндикації.

Бальні показники біотопів та видів дозволяють розрахувати прогнози щодо можливих ризиків втрат останніх. Зокрема, була розрахована залежність між можливим підвищенням температур на 1, 2 та 3 ºС та відповідними змінами показників кожного з 12 екофакторів. Наступний етап аналізу полягав в оцінці ступеня зміни кожного з факторів при зростанні температури по відношенню до існуючої амплітуди умов зростання [69, 70].

Результати прогнозу реакції раритетних видів трав'яних біотопів України на зміну значень екофакторів при підвищенні температури середовища існування представлено у Додатку Е.

Встановлено, що при підвищенні средньорічної температури на +1 °С ймовірне скорочення чисельності та ареалу у 64 видів та повна втрата 10 видів – *Daphne cneorum, Centaurea breviceps, Goniolimon graminifolium, Goniolimon rubellum, Arenaria cephalotes, Cytisus graniticus, Genista scythica, Linaria cretacea, Stipa asperella, Stipa eriocaulis subsp. lithophila.*

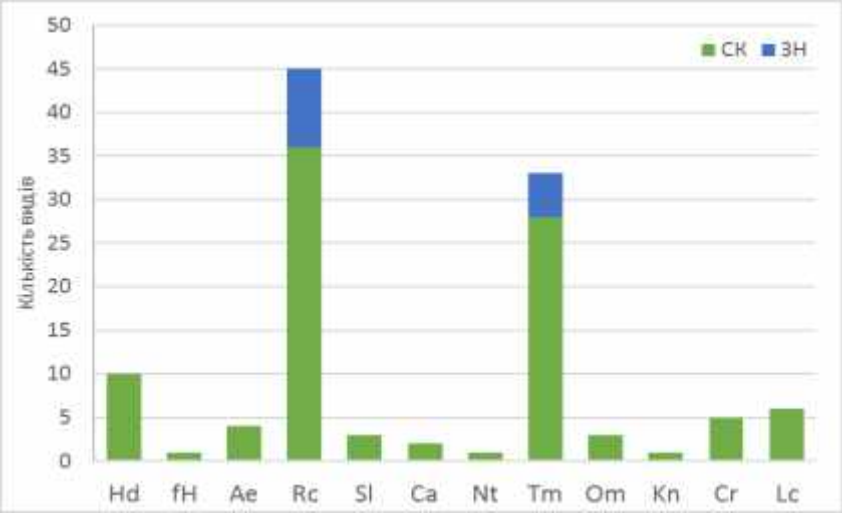
Підвищення середньорічної температури на +2 °С може стати причиною втрати 65 % раритетного фіторізноманіття трав'яних біотопів регіону досліджень.

Подальше зростання середньорічної температури на +3 °С ймовірно спровокує втрату понад 80 % раритетних видів.

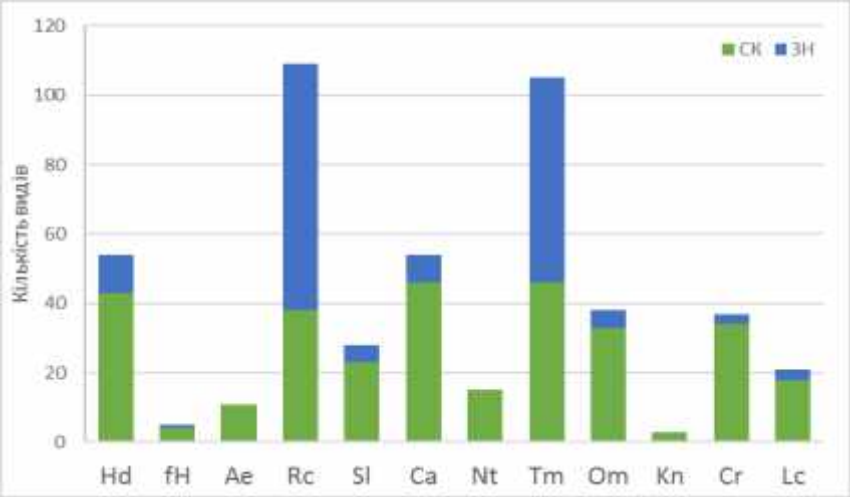
Разом з тим, результати прогнозування показали, що існують види з широким діапазоном телерантності. Так 49 % раритетних видів не відчують негативних наслідків при підвищенні температури на +1 °С. До подальшого підвищення температури на +2 °С стійкими виявляться лише близько 8% видів - *Anacamptis coriophora, Anacamptis morio, Anacamptis pyramidalis, Bupleurum tenuissimum, Epipactis atrorubens, Helianthemum canum, Iris sibirica, Jurinea cyanoides, Pinguicula alpina, Sedum hispanicum, Trifolium rubens*.

Зростання температури довкілля на +3 °С може призвести до втрати близько 90 % видів, а решта відреагують скороченням чисельності - *Neottia ovata, Dactylorhiza viridis, Dactylorhiza majalis, Pinguicula alpina, Anacamptis palustris aggr., Jurinea cyanoides, Sedum hispanicum, Stipa borysthenica aggr., Trifolium rubens, Anacamptis pyramidalis, Carex lachenalii, Epipactis atrorubens, Helianthemum canum, Iris sibirica, Anacamptis coriophora, Anacamptis morio, Crocus vernus*.

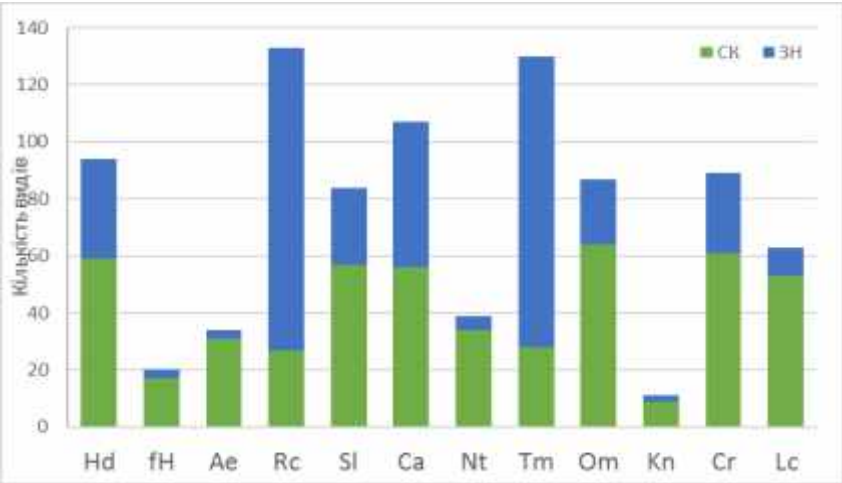
Лише один вид, *Bupleurum tenuissimum*, проявив надзвичайно широку екологічну валентність й характеризується відсутністю негативної реакції на зміну температури. Ймовірно це можна пояснити тим, що провідну роль у реакції досліджуваних видів на зміни температури відіграватимуть такі екофактори як терморежим та кислотний режим грунту (рис. 7.1), а даний вид тяжіє до ксерофітних та слабозасолених біотопів, площа яких у звязку з прогнозованими кліматичними змінами, найімовірніше буде зростати.



Δt=+1 °C



Δt=+2 °C



Δt=+3 °C

Рис. 7.1. Роль екофакторів у скороченні кількості (СК) та зникненні (ЗН) раритетних видів трав’яних біотопів України при зміні температури.

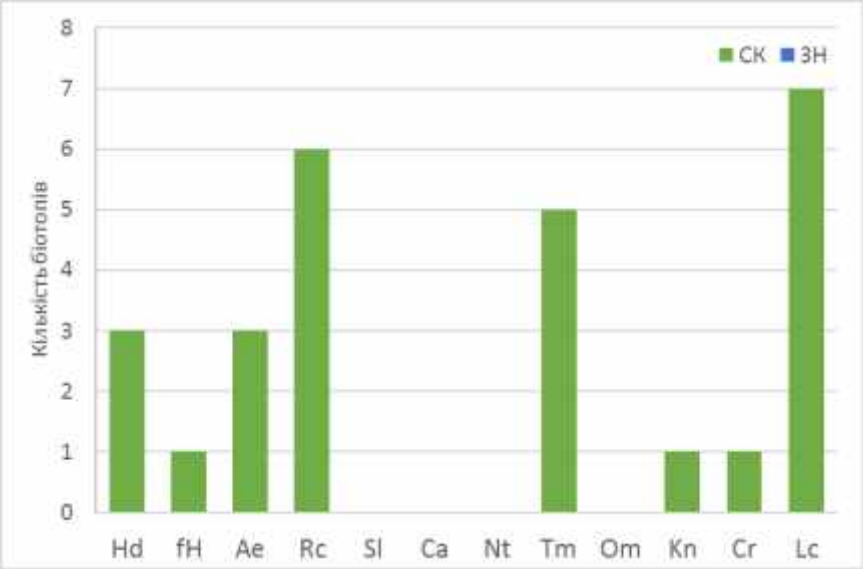
Отримані дані щодо ризиків втрат видів – це оцінка лише зовнішнього впливу на еконішу виду. Подальший результат такого впливу залежить від того, як будуть реалізовуватися потенційні можливості виду, тобто, як вид буде протидіяти таким зовнішнім впливам, і як реалізовуватиметься його «функціональна еконіша». Це залежить не тільки від адаптаційних властивостей виду, а ступеня стійкості, опірності екосистеми.

Можливі три варіанти такої реалізації: скорочення чисельності та вимирання, переселення (міграція на інші території чи елементи ландшафту) та розширення адаптивних можливостей видів. Хоча останнє і пов’язано із розселенням, але йдеться не про географічну міграцію чи зміщення в ландшафті, а про розширення (звуження) екологічної амплітуди оселищ даного регіону, тобто освоєння нових умов існування, уникнення ценотичної конкуренції, формування нових трофічних зв’язків тощо. Зокрема, це знайшло відображення в установленому ефекті «відтіснення реліктів» [71], коли певні види, зокрема, орхідні, заселяють місця з порушеною ценотичною структурою внаслідок впливу помірного антропогенного тиску, який послаблює ценотичну конкуренцію.

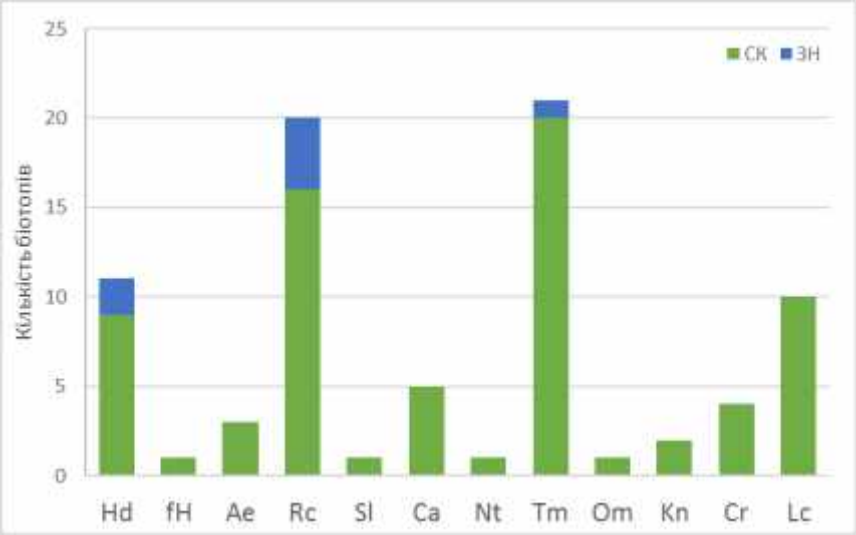
Результати прогнозу реакції трав’яних біотопів України на зміну значень екофакторів при підвищенні температури середовища існування представлено у таблиці 7.1.

Встановлено, що при підвищенні средньорічної температури на +1 °С ймовірно спостерігатиметься скорочення площ половини проаналізованих біотопів.

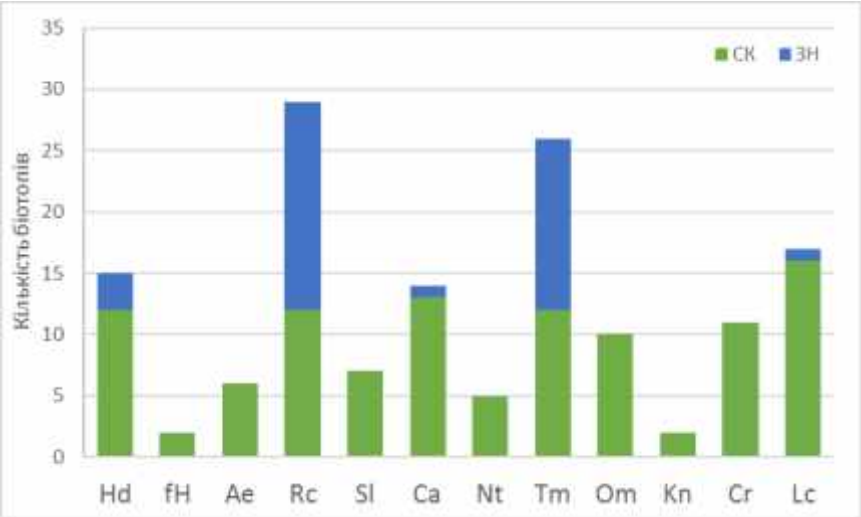
Підвищення середньорічної температури на +2 °С може стати причиною втрати 7 біотопів (23,3 %), що формуються на карбонатному субстраті (R13, R16, R18, R1F, R1M, R23 та R51). Втрата зазначених біотопів пояснюється зміною кислотності субстрату, оскільки провідну роль у їх реакції на зміни температури відіграють такі екофактори як терморежим, водний та кислотний режими грунту (рис. 7.2).



Δt=+1 °C



Δt=+2 °C



Δt=+3 °C

Рис. 8.2. Роль екофакторів у скороченні кількості (СК) та зникненні (ЗН) трав’яних біотопів України при зміні температури.

Таблиця 8.1.

Результати прогнозу реакції трав'яних біотопів України на зміну значень екофакторів при підвищенні температури середовища існування

№№	БІОТОП	Водний режим грунту (гідроморфа)			Змінність зволоження			Аерованість грунту			Кислотний режим грунту			Сольовий режим			Вміст карбонатів у грунті			Вміст засвоюваних форм азоту			Термокліматичний (терморежим)			Вологість клімату (омброрежим)			Континентальність клімату (контрасторежим)			Суворість зим (кріорежим)			Освітлення		
		Hd			**fH**			**Ae**			**Rc**			**Sl**			**Ca**			**Nt**			**Tm**			**Om**			**Kn**			**Cr**			**Lc**		
		+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C
1	R11	-	СК	СК	-	-	-	СК	СК	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК
2	R12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
3	R13	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК
4	R15	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	СК	СК	СК	-	-	-	-	-	-
5	R16	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	СК
6	R18	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
7	R1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	СК	СК
8	R1B	-	СК	СК	-	-	-	СК	СК	СК	СК	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	-	СК
9	R1C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
10	R1F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
11	R1M	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	СК	СК	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	СК	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
12	R1P	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	СК	СК	СК
13	R1Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-
14	R21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	СК
15	R22	-	СК	СК	-	-	-	СК	СК	СК	СК	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	СК	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	СК	СК	СК	СК	СК	СК
16	R23	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК

№№	БІОТОП	Водний режим грунту (гідроморфа)			Змінність зволоження			Аерованість грунту			Кислотний режим грунту			Сольовий режим			Вміст карбонатів у грунті			Вміст засвоюваних форм азоту			Термокліматичний (терморежим)			Вологість клімату (омброрежим)			Континентальність клімату (контрасторежим)			Суворість зим (кріорежим)			Освітлення		
		Hd			**fH**			**Ae**			**Rc**			**Sl**			**Ca**			**Nt**			**Tm**			**Om**			**Kn**			**Cr**			**Lc**		
		+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C	+1 °C	+2 °C	+3 °C
17	R35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
18	R36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	R37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК
20	R41	СК	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	R43	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	R44	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-
23	R51	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	СК	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	СК	СК	СК
24	R55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	R56	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
26	R62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	R63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	R64	-	-	-	СК	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	СК	СК	ЗН
29	R65	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
30	X36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Подальше підвищення середньої температури середовища на +3 °С може призвести до незворотніх змін та втрат 77 % досліджених біотопів.

Лише для 7 біотопів (R11, R21, R35, R36, R43, R56, R62) таке значне підвищення середньої температури довкілля не стане причиною зникнення, але суттєво зменшить їх площі.

8 РОЗРОБКА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТРАВ'ЯНИХ БІОТОПІВ

8.1 Спектральні сигнатури трав'яних біотопів України. Масштабне картографування біотопів є складним завданням, особливо для регіонів, що недостатньо вкриті даними про рослинність (бракує геоботанічних описів). Методи дистанційного зондування допомагають оптимізувати польові роботи із картування, але часто потерпають від проблем з точністю отриманих результатів та стикаються з невизначеністю у виборі джерела супутникових даних та системи класифікації класів земної поверхні [72]. Розповсюджені супутникові продукти, такі як Sentinel або Landsat, надають дані про багатоканальне відбиття світлових хвиль (в діапазоні між ультрафіолетовим та дальнім інфрачервоним світлом). Хоча лише частина цього спектра зазвичай використовується для обчислення індексів рослинності, наприклад, видимих і близьких до інфрачервоної частин спектру, [73], більшість сучасних методів машинного навчання використовують повний набір доступних спектральних даних для цілей керованої класифікації рослинності [74].

Крім того, дуже схожі типи біотопів (наприклад, різні типи трав'яних біотопів, заплавні біотопи) можуть мати однакові значення відбивальності протягом одного сезону та різні для іншого, тому також потрібні дані за часовими рядами [75–77]. Без попереднього відбору найбільш репрезентативних діапазонів супутникових даних для визначених типів біотопів у даних умовах, моделі вимагають великих машинних ресурсів для розрахунків.

Отже, для дистанційного картування біотопів потрібен інструмент для швидкого дослідження даних типів біотопів на певній території, за доступними діапазонами спектральних даних та фенологічними сезонами. Щоб розв'язати цю проблему, ми створили інструмент із використанням JavaScript (для платформи Google Earth Engine) та R для отримання та обробки спектральних даних 10-

метрової роздільної здатності, а також створення кривих спектрального відбиття (сигнатур).

8.1.1 Спектральні характеристики біотопів національного природного парку “Бузький Гард”

За допомогою розробленого інструменту, ми візуально дослідили мінливість спектральної відбивної здатності визначених типів біотопів, зокрема, в різні пори року (Рис. 8.1-8.5).

Виявлення найбільш відмінних за відбиттям супутникових каналів (діапазонів довжин хвиль) та вегетаційних сезонів дозволяє вдвічі зменшити кількість супутникових даних, використаних для класифікації методом Random Forest, без втрати загальної точності класифікації (93,8-94,3%), що ми показали на прикладі нечітких та межуючих типів біотопів - континентальні сухі степи (справжні степи) (R1B - Continental dry grassland), степові чагарники (S36 - Low steppic scrub), мезофільні та ксеромезофільні чагарники (S35 - Temperate and submediterranean thorn scrub), а також перехідний між ними тип біотопу - степи, що заростають лісом (чагарниками) (X18 - Wooded steppe). Розрізнення цих типів за даними дистанційного зондування дозволяє прослідкувати процеси динаміки й трансформації степових екосистем, адже за відсутності менеджмент-впливів (вилучення біомаси за допомогою помірного випасу, сінокосіння або контрольованого випалювання) степи поступово заростають видами деревно-чагарникової флори.

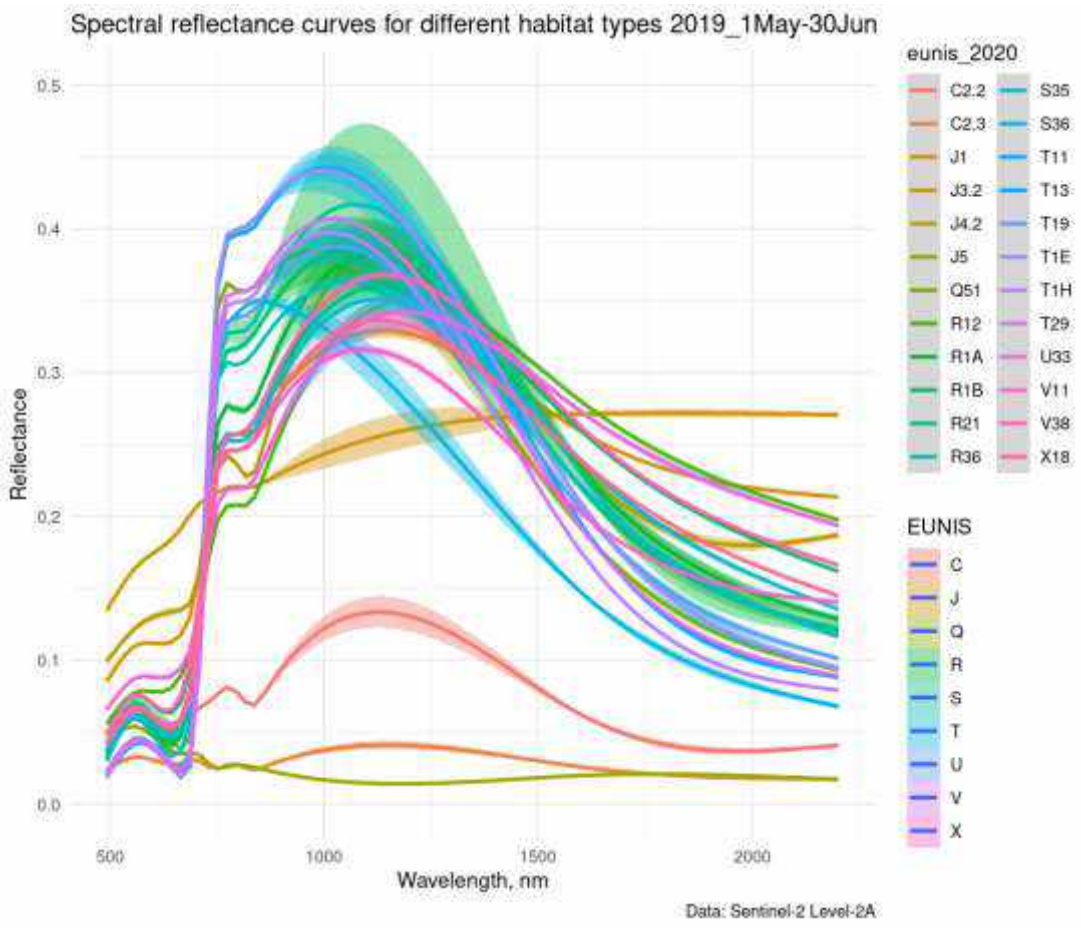


Рис. 8.1. Спектральні сигнатури 22 типів біотопів, що поширені на території національного природного парку Бузький Гард, на основі супутникових знімків Sentinel-2 за період 1 травня - 30 червня. Трав’яні біотопи представлені типами R16, R1A, R1B, R21, R36. GAM-апроксимація, довірчі інтервали.

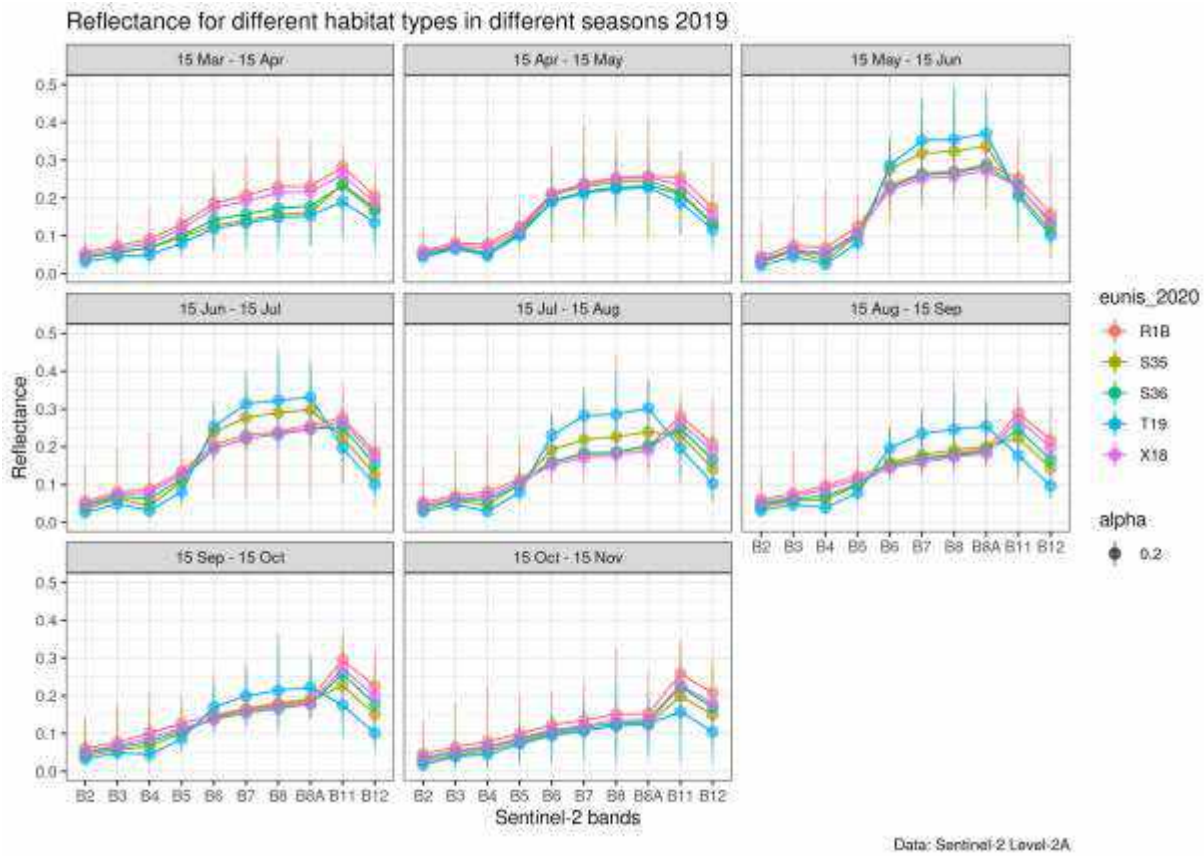


Рис. 8.2. Відбивальність типів біотопів R1B (справжні степи), S36 (низькі степові чагарники), S36 (мезофільні та ксеромезофільні чагарники), X18 (степи, що заростають лісом (чагарниками)) та T19 (термофільні листяні ліси помірної зони) впродовж вегетаційного сезону 2019 р., за даними космічного апарату Sentinel-2. Середні поканальні значення зі стандартними відхиленнями.

Всі типи, крім T19 та S35, демонструють сполучену динаміку відбивальності. Відбивальність для типу S35 впродовж сезону варіює від значень, близьких до властивих типам R1B, S36, X18 (весна, кінець літа - осінь), до значень, близьких до типу T19 (пік вегетаційного сезону). Основні відмінності простежуються у червоному (канал 4) та ближньому інфрачервоному діапазонах спектру (канали 6 - 8A).

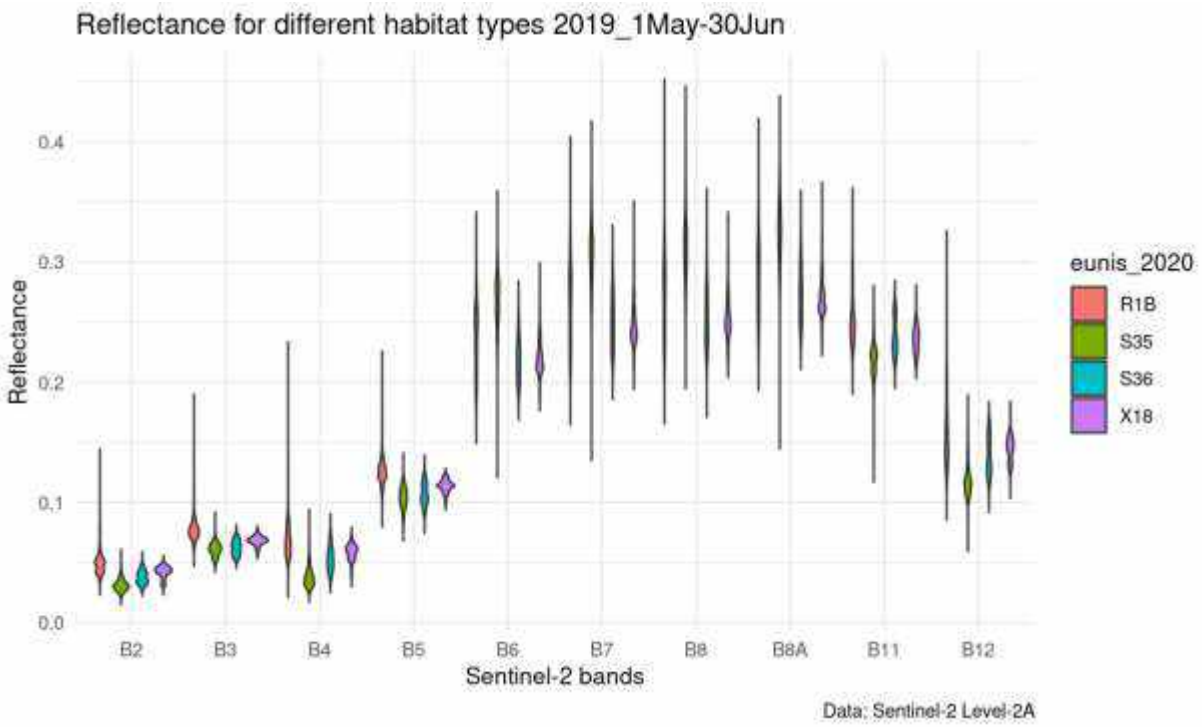


Рис. 8.3. Густина значень відбивальності у різних каналах зйомки апарату Sentinel-2 для типів біотопів R1B (справжні степи), S36 (низькі степові чагарники), S36 (мезофільні та ксеромезофільні чагарники, X18 (степи, що заростають лісом (чагарниками)), та T19 (термофільні листяні ліси помірної зони) у ранньолітній період 2019 р. Канали видимого спектра (2-5) мають вищу дискримінантну здатність, ніж довгохвильові канали (6-12).

Іншим прикладом сукцесійної динаміки є перехід від відкритих гранітних відслонень (скель) (U33 - Temperate, lowland to montane siliceous inland cliff) до більш сформованої петрофітної рослинності (R12 - Cryptogam- and annual-dominated vegetation on siliceous rock outcrops), та згодом - до степів (R1B - Continental dry grassland). Цей процес відбувається внаслідок піонерної колонізації відкритих скель криптогамними видами та судинними рослинами, із подальшим їх перетворенням, зокрема утворенням та накопиченням ґрунту.

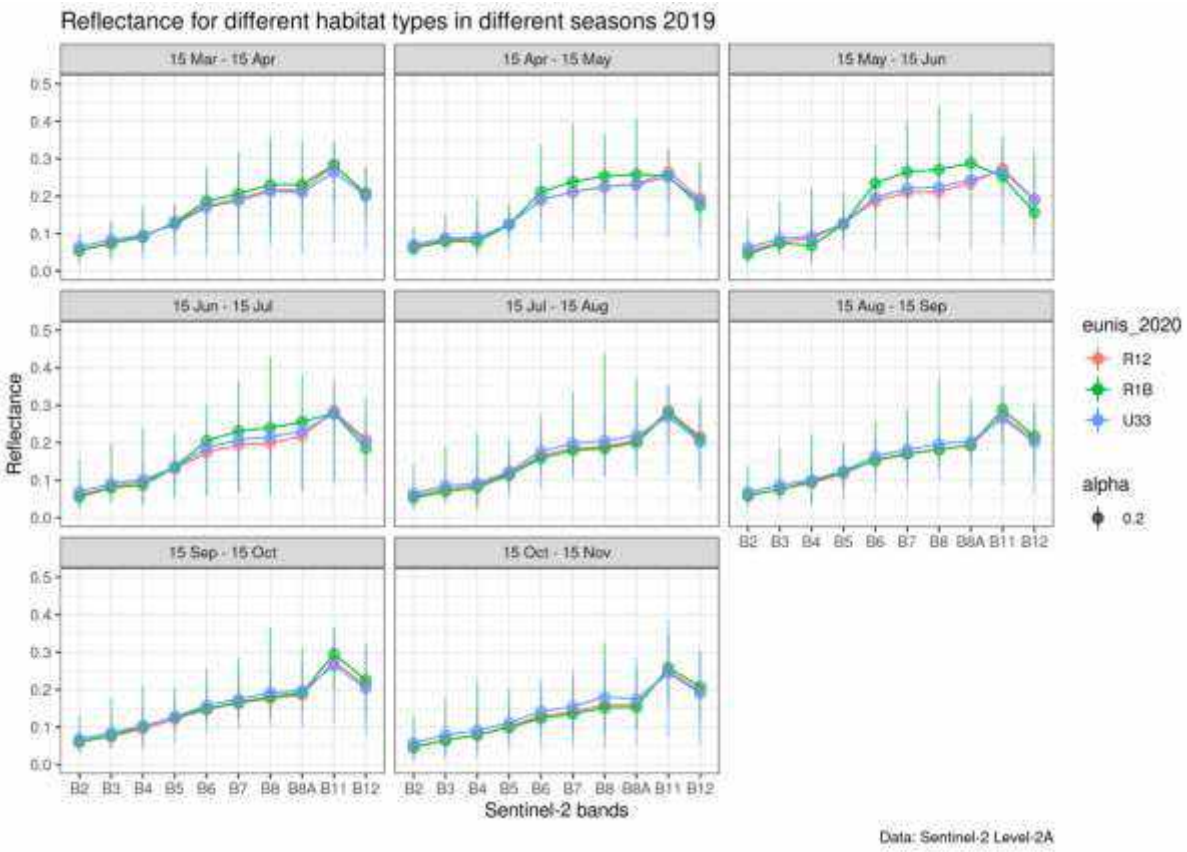


Рис. 8.4. Відбивальність типів біотопів U33 (гранітні відслонення) R12 (петрофітна рослинність) та R1B (справжні степи) впродовж вегетаційного сезону 2019 р., за даними космічного апарату Sentinel-2. Період максимальної відмінності степів від розрідженої рослинності припадає на початок літа (15 травня - 15 червня), коли значення відбивальності справжніх степів вищі у ближніх інфрачервоних каналах (6 - 8A) та нижчі у дальньому інфрачервоному (12). Середні поканальні значення зі стандартними відхиленнями.

Заплавна лучна рослинність пасовищ (R21 - Mesic permanent pasture of lowlands and mountains) топологічно межує із заболоченими ділянками прибережно-водної рослинності (Q51 - Tall-helophyte bed) і заплавними лісами (T11 - Temperate *Salix* and *Populus* riparian forest).

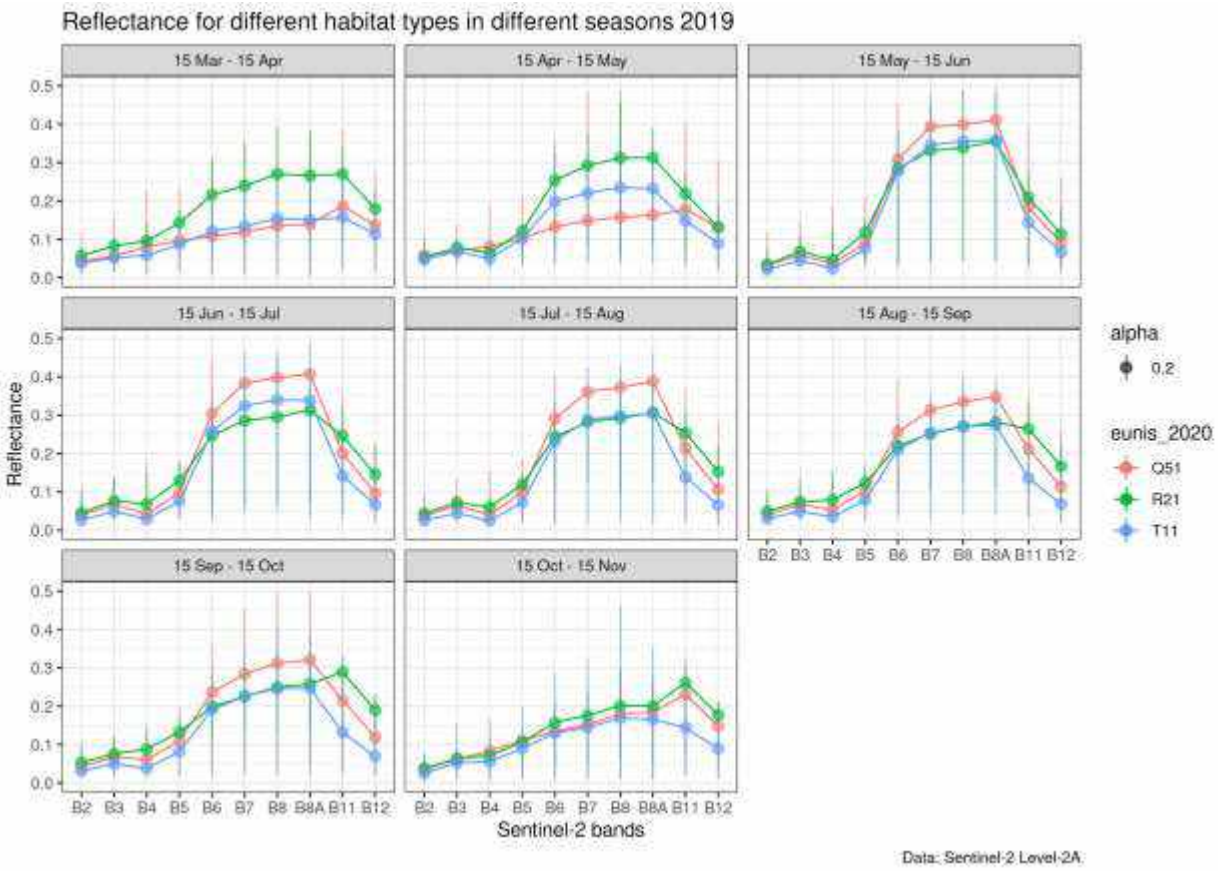


Рис. 8.5. Відбивальність типів біотопів R21 (заплавна лучна рослинність пасовищ), Q51 (заболочені ділянки прибережно-водної рослинності) та T11 (заплавні ліси) впродовж вегетаційного сезону 2019 р., за даними космічного апарату Sentinel-2. Прибережно-водна рослинність демонструє найвище варіювання відбивальності впродовж вегетаційного сезону у ближніх інфрачервоних каналах (6-8A). Середні поканальні значення зі стандартними відхиленнями.

Таким чином, побудова спектральних сигнатур типів біотопів уможливлює виявлення максимально дискримінантних сезонних періодів та каналів супутникової з’йомки для конкретних типів оселищ у конкретних умовах, що спрощує розрахунки моделей автоматизованого дешифрування типів оселищ, мінімізує похибки мультиколінеарності, заощаджує системні ресурси, необхідні для обчислення.

8.1.2 Спектральні характеристики трав'яних біотопів України. З використанням описаного підходу ми обчислили спектральні характеристики для 28 типів трав'яних біотопів України (Рис. 8.6). Статистичні виведення для кожного типу наведено у Додатку Ж.

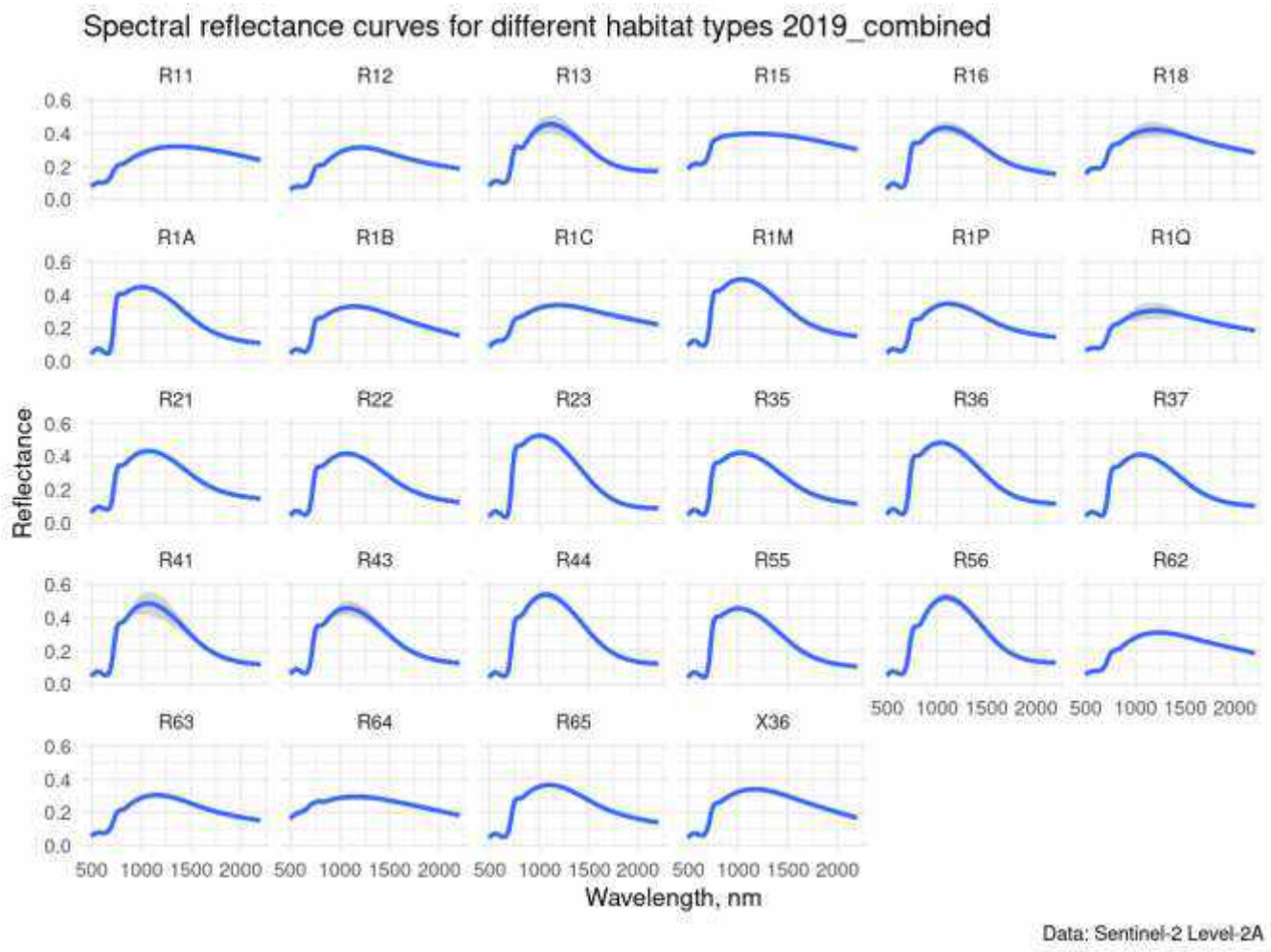


Рис. 8.6. Криві спектрального відбиття (спектральні сигнатури) 28 типів трав'яних біотопів України. GAM-апроксимація, довірчі інтервали

Більшості трав'яних біотопів притаманне різке зростання відбиття у ближньому інфрачервоному діапазоні (800-900 нм), за яким йде плавне зниження у середньому інфрачервоному до короткохвильового інфрачервоного (1500-2000 нм). Поза тим, поміж типами біотопів є різниця у плавності змін цієї кривої. Так,

для галофітної рослинності (типи R62, R63, R64, R65), крива є більш плавною, і різниця між відбиттям у видимому спектрі та ближньому інфрачервоному невелика, у порівнянні з типами, що відповідають мезофітним, свіжим та вологим лукам (типи R21, R22, R23, R35, R36, R37). Детальніше розглянути відбиття за каналами сенсора Sentinel-2 можна на Рис. 8.7, де наведено статистичні показники відбиття (середнє ± стандартне відхилення).

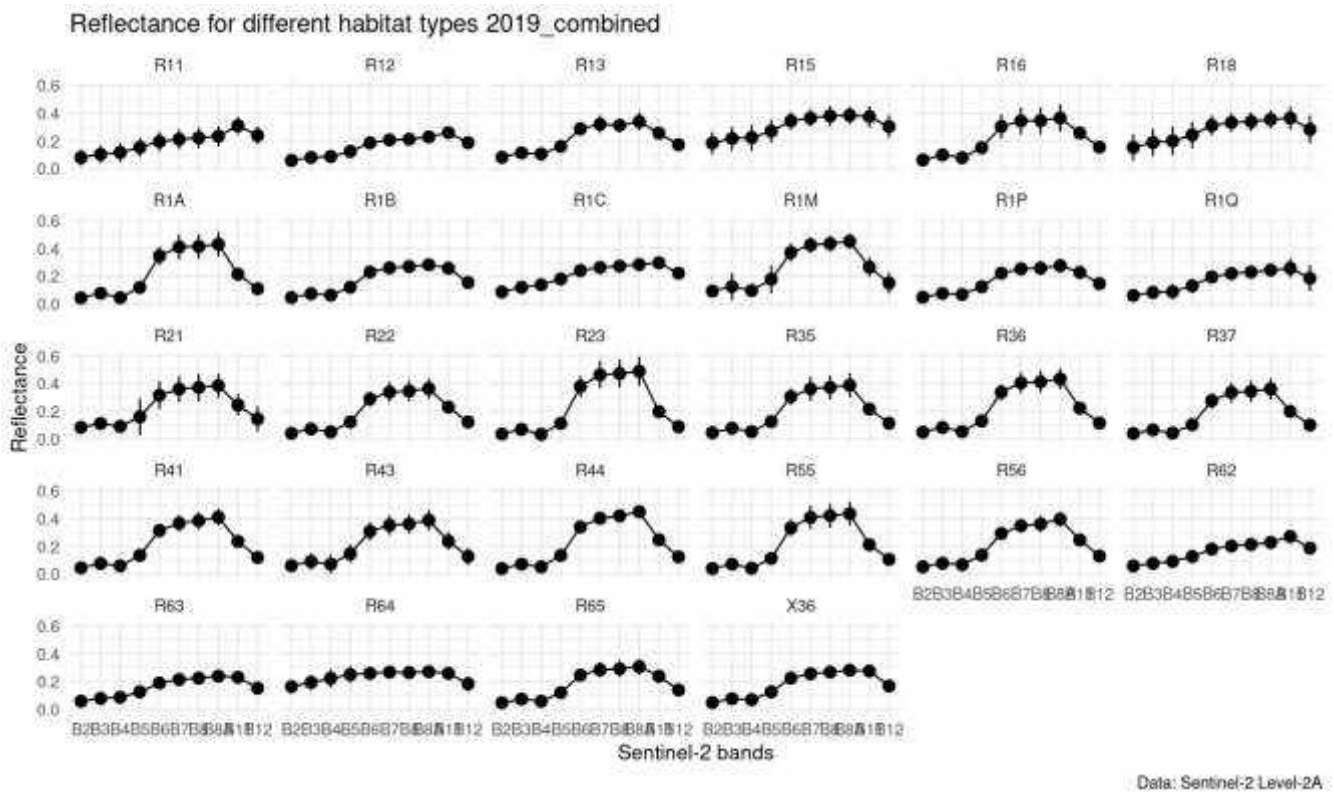


Рис. 8.7. Статистичні показники відбиття трав'яних біотопів України (середнє ± стандартне відхилення) за каналами сенсора Sentinel-2.

Серед галофітних біотопів, тип R65 має подібну до лучних біотопів (R22, R35) форму кривої спектрального відбиття. Це обумовлено топологічними особливостями та структурою фітоценозів, адже внутрішньоконтинентальні слабо засолені пасовища та сінокоси (R65) поширені у долинах річок і зниженнях лісостепової та степової зони та є більш подібними до лучної рослинності, ніж

інші галофітні біотопи. Найбільш згладженою кривою із рівномірним розподіленням значень відбиття між різними каналами відрізняється біотоп напівпустельних солончаків (R64) – розріджені угруповання однорічних сукулентних галофітів, які пов'язані зі зниженими ділянками з вологими засоленими ґрунтами, що періодично заливаються водою (Рис. 8.8).

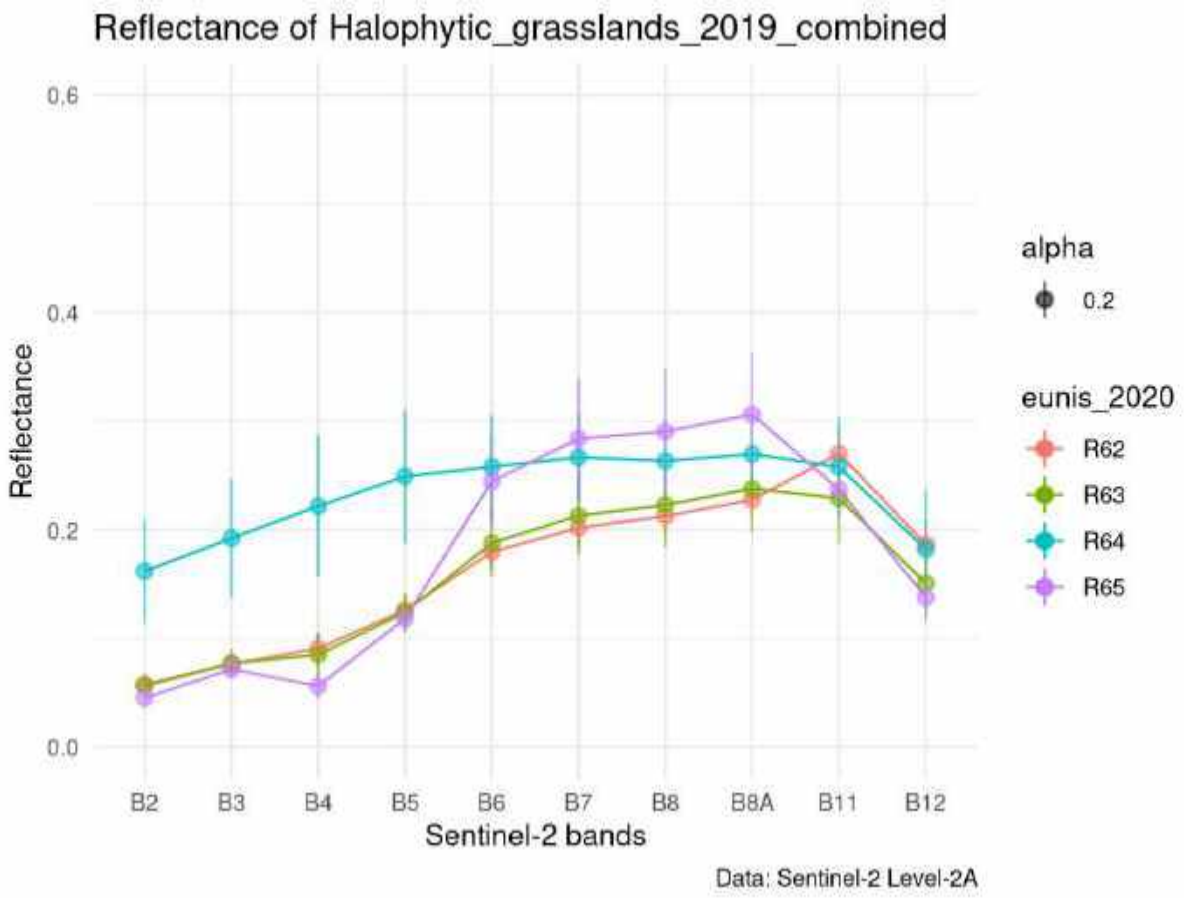


Рис. 8.8. Відбиття галофітних біотопів. Середні поканальні значення зі стандартними відхиленнями.

Серед петрофітних (кам’янистих) біотопів (Рис. 8.9), найменшими значеннями відбивання у всіх каналах має біотоп із домінуванням рослин-однорічників та криптогамних видів на силікатних породах (R12), для цього біотопу характерна розріджена рослинність і великі площі відкритих гранітних скель. Навпаки, біотопи із домінуванням багаторічників на кам’янистих відслоненнях (R16) характеризуються низькими значеннями відбиття у червоній

частині спектру (канал B4) і помітним зростанням значень відбиття у ближніх інфрачервоних каналах, що є подібним до інших біотопів із більш щільним проєктивним покривом рослинності. Угруповання на відслоненнях крейди (R15) і карбонатних відслоненнях (R18) мають схожі криві спектрального відбиття - із порівняно високими значеннями відбиття (у порівнянні з іншими трав'яними біотопами) як у червоній, так і в інфрачервоній частині спектру. Ці два біотопи характеризуються відкритими ділянками вапнякових та крейдяних відслонень, розрідженим трав'яним покривом із чагарничків і злаків.

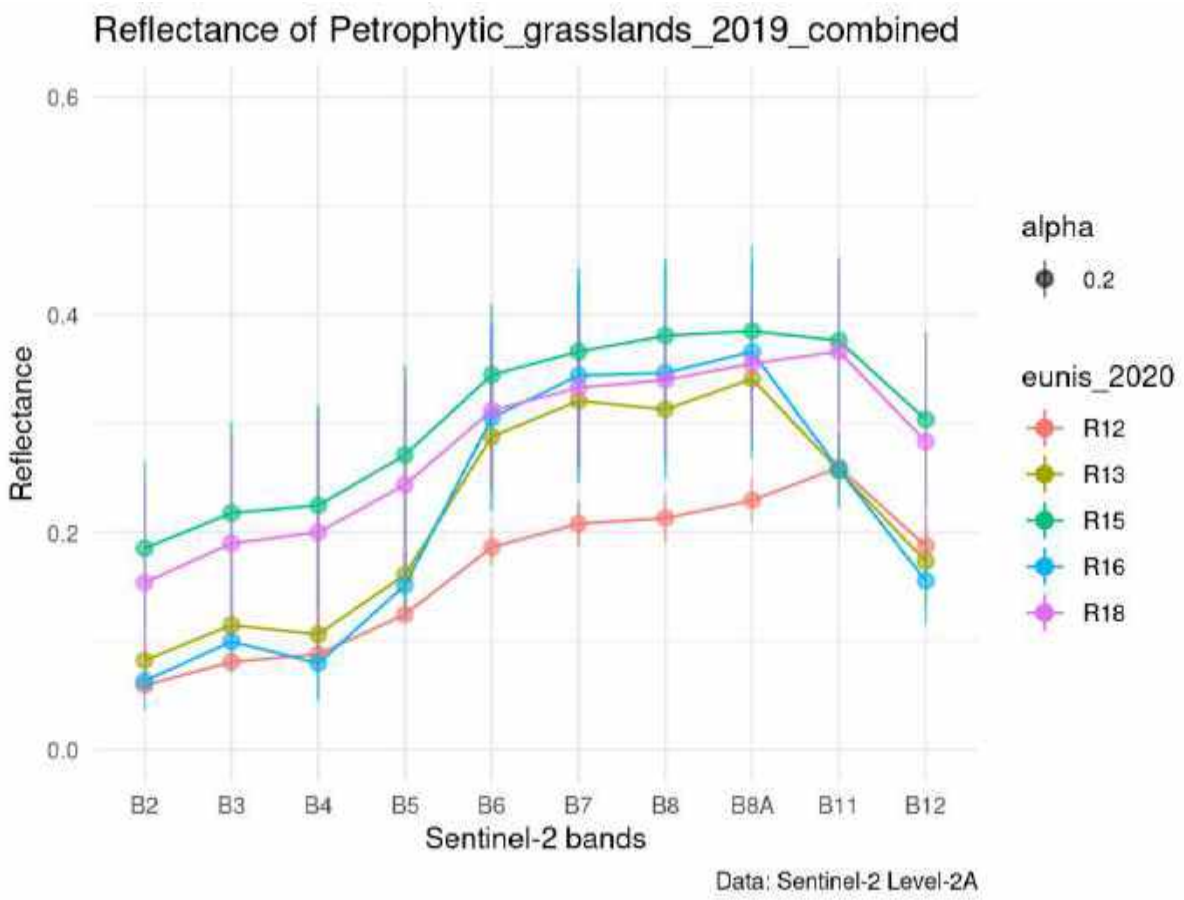


Рис. 8.9. Відбиття петрофітних (кам'янистих) біотопів. Середні поканальні значення зі стандартними відхиленнями.

Мезо-ксерофітні лучні степи (R1A) характеризуються значно більшими значеннями відбивання у ближніх інфрачервоних каналах (6-8A), ніж

континентальні сухі степи (R1B) і пустельні степи (R1C) (Рис. 8.10), що пов'язане із накопиченням більшої кількості зеленої біомаси у біотопах лучних степів.

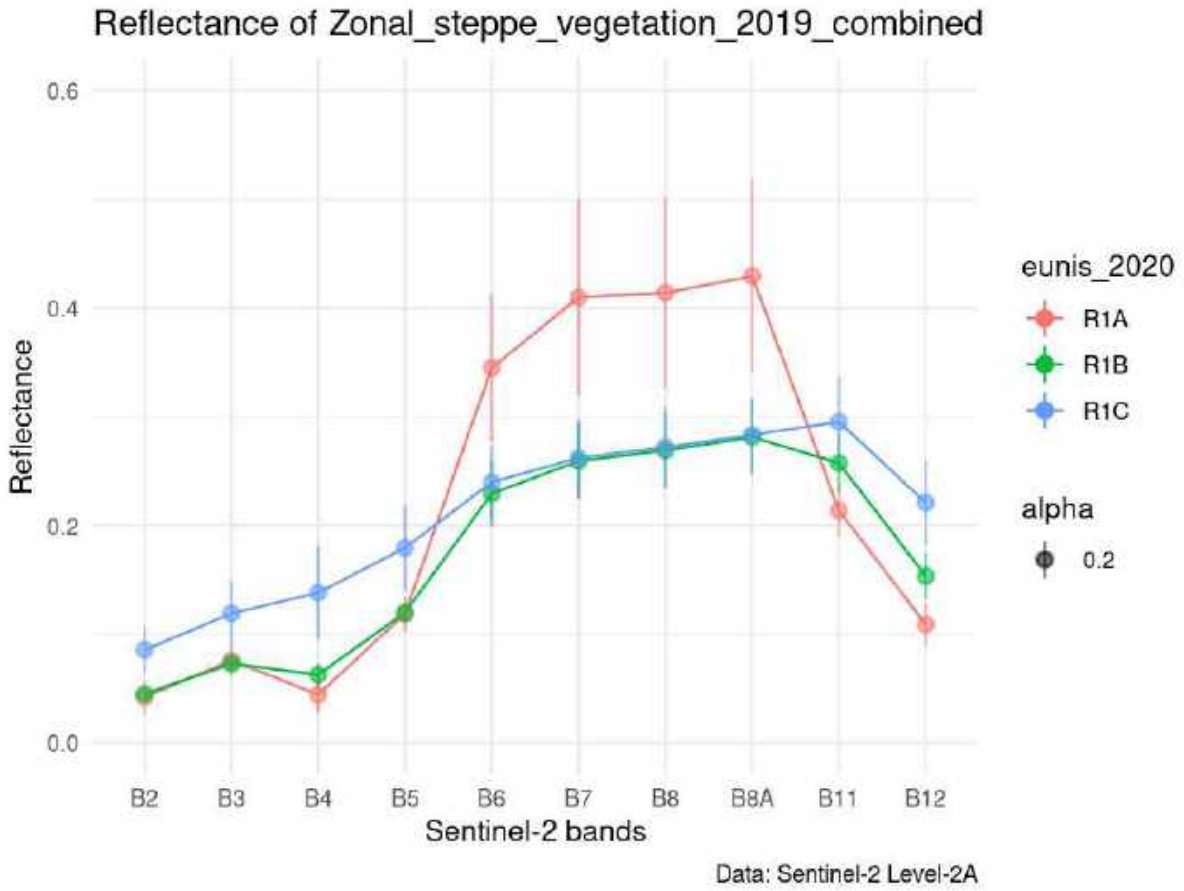


Рис. 8.10. Відбиття зональних степових типів трав'яних біотопів. Середні поканальні значення зі стандартними відхиленнями.

Пустельні степи (R1C) мають форму кривої спектрального відбиття, що схожа на відповідні криві для окремих петрофітних біотопів (R12, R15) і галофітного біотопу напівпустельних солончаків (R64). Як і зазначені біотопи (R12, R15, R64), пустельні степи R1C характеризуються розрідженим трав'яним покривом, при цьому залишається відкритим субстрат, у випадку пустельних степів - це лесові та каштанові ґрунти.

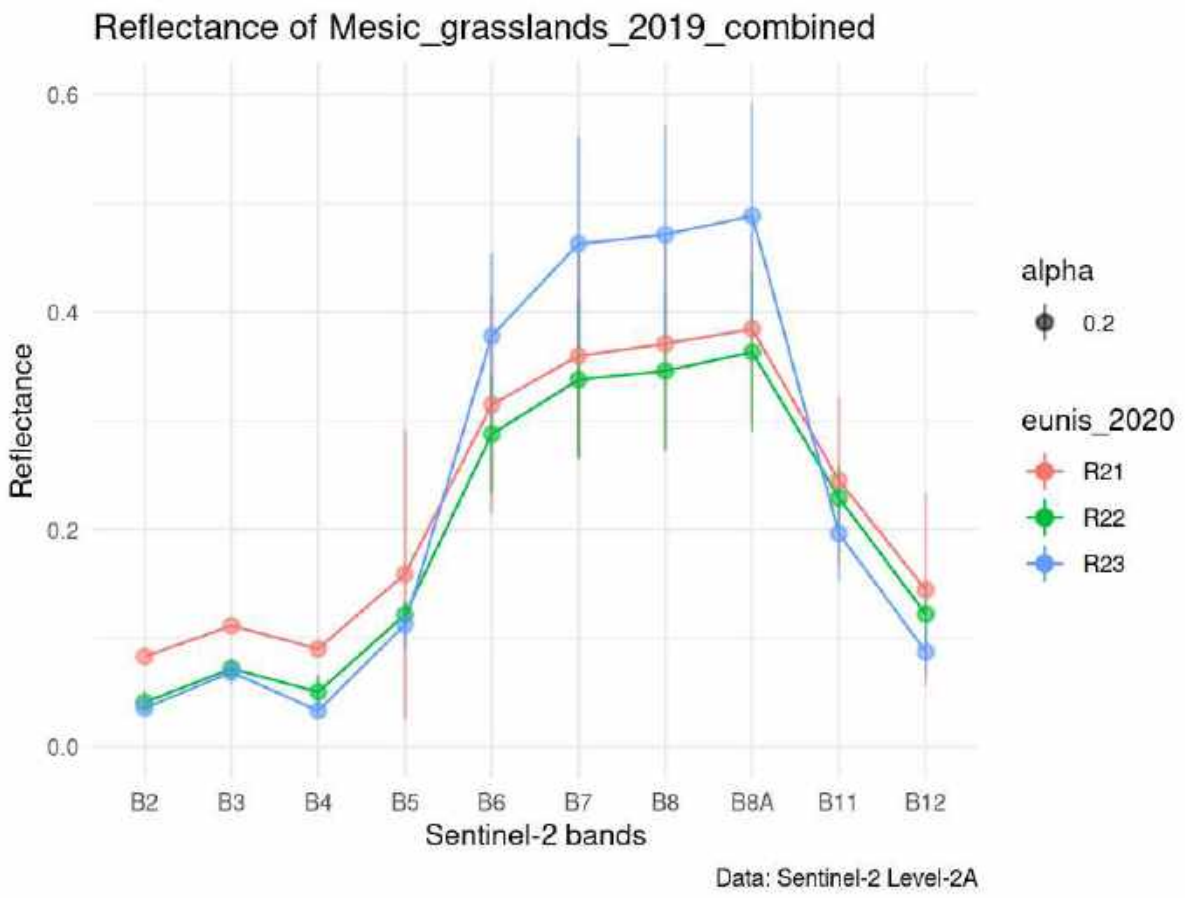


Рис. 8.11. Відбиття мезофітних луків. Середні поканальні значення зі стандартними відхиленнями.

Найбільшими значеннями відбиття у ближньому інфрачервоному спектрі (канали 6-8A) відрізняються гірські сінокісні луки (R23, Рис. 8.11). Найменше відбиття в червоному спектрі (канал 4) також мають кілька лучних типів біотопів (R22, R23, R35, R36, R37) і високотравні угруповання (R55), які накопичують значну кількість зеленої біомаси та, відповідно, ефективно поглинають випромінювання червоних хвиль під час фотосинтезу (Рис. 8.12).

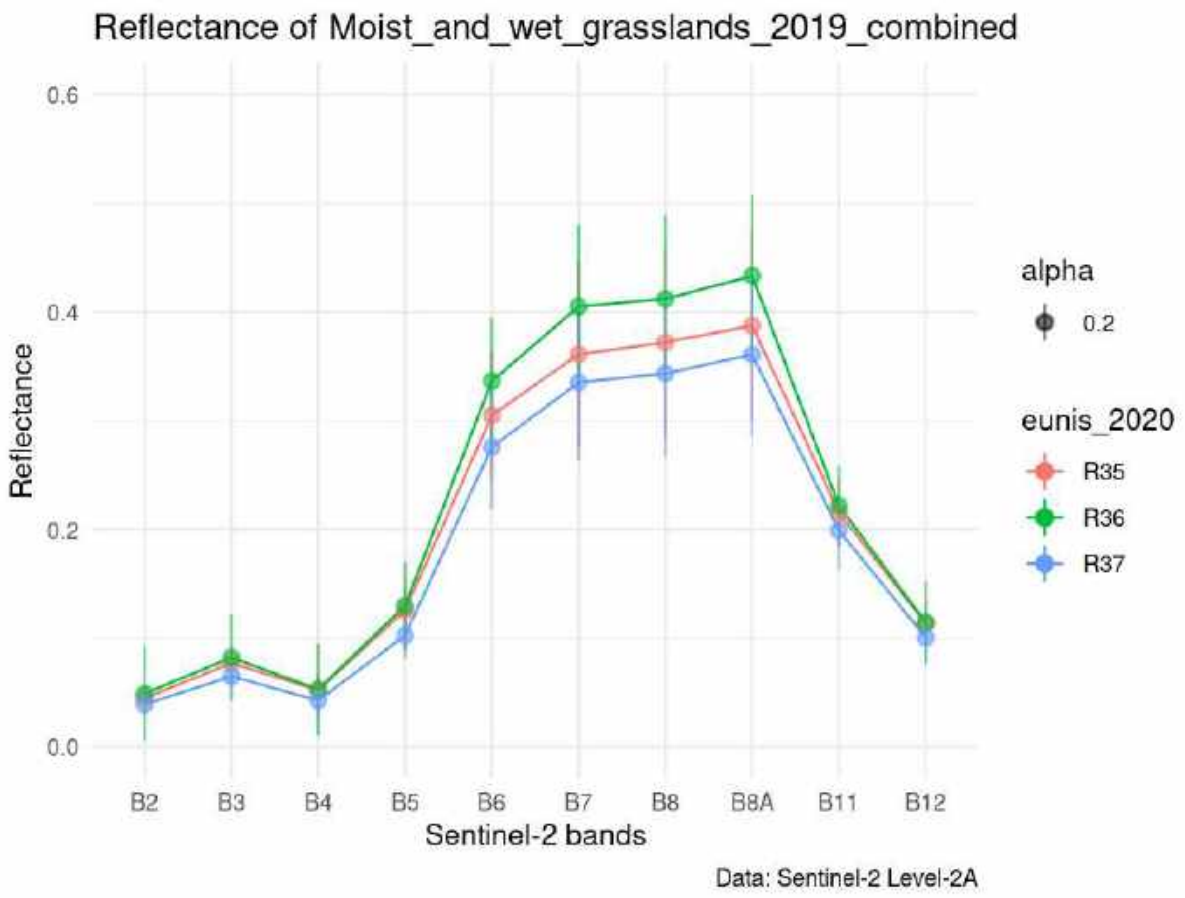


Рис. 8.12. Відбиття мезофітних луків. Середні поканальні значення зі стандартними відхиленнями.

Дешифрування біотопів методами дистанційного зондування Землі та машинного навчання. Автоматизоване дешифрування типів земної поверхні складним завданням, оскільки потребує надійних (точно визначених та геоприв’язаних даних про тип поверхні) та достатньо масштабних наземних даних (сотні-тисячі одиниць залено від площі класифікації), а також підбору коректних алгоритмів аналізу та, для великих площ, значних обчислювальних ресурсів. Для виконання дослідження в нашому розпорядженні були значні обсяги фітосоціологічної інформації у вигляді геоботанічних описів, однак велика кількість доступних даних потребувала ручної верифікації та уточнення координат місцезнаходжень.

Позаяк було встановлене значне перекриття спектральних характеристик для багатьох типів трав'яних біотопів України (детальніше у підрозділі 8.1 "Спектральні сигнатури трав'яних біотопів України"), коректне розрізнення цих типів поверхні виключно за комбінацією значень світимості у певних оптичних діапазонах або синтетичними показниками (вегетаційними індексами) не було можливим. Тому ми обрали методи машинного навчання у вигляді ансамблів дерев рішень Random Forests, що дають змогу виявляти тонкі відмінності у багатьох змінних з одночасним врахуванням взаємодії між цими змінними.

8.2.1 Дешифрування біотопів національного природного парку "Бузький Гард". Попередні результати дешифрування біотопів НППБГ на основі медіанного композиту Sentinel 2 L2A за пікову частину вегетаційного періоду в умовах досліджваної території (1 травня – 30 червня) показали незадовільні результати. При досить високих значеннях загальної точності та коефіцієнту Каппа (97% та 0,96 відповідно), відбулося значне переплутування класів (помилкова класифікація) для сільгоспугідь, – значні площі їх помилково класифіковувалися як різні типи трав'яних та лісових біотопів (Рис. 8.13А). Основною причиною таких помилок ми вважаємо надзвичайну фенологічну мінливість орних земель, що спричинена інтенсивним використанням (оранка, сівба, дозрівання, одномоментна десикація, збір та пістобробка ґрунту) та різноманіттям культур, що вирощуються у конкретний рік. Також орні землі відрізняються за режимом зволоження і впливом ґрунтових вод, здатністю верхнього шару ґрунту накопичувати і пропускати вологу. З метою покращення моделі розпізнавання, на основі побудови та аналізу спектральних сигнатур типів біотопів НППБГ (підрозділ 8.1), ми виділили часові проміжки, що відображають сезонне варіювання природних та штучних біотопів території. Найвищі показники точності класифікації мала модель з одночасним використанням медіанних композитів за п'ятьма проміжками: 15 березня — 15 квітня, 15 травня — 15 червня, 15 липня — 15 серпня, 15 вересня — 15 жовтня, 15 жовтня — 15

листопада (показники загальної точності та Каппа на рівні 99%). Візуальна коректність також була значно вищою (Рис. 8.13Б), зокрема однорідність розпізнання агроландшафтів.

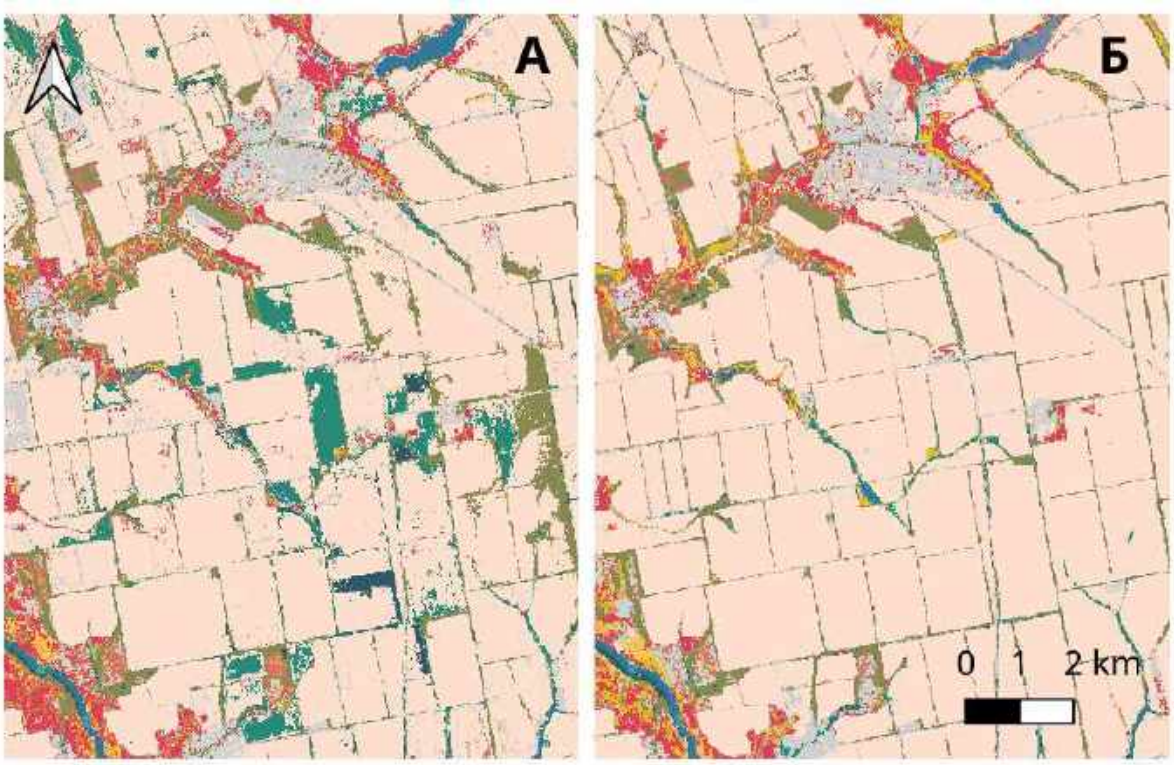


Рис. 8.13. Фрагмент результатів класифікації композитного зображення НПП “Бузький Гард”. А – за одним сезонним інтервалом; Б – за п’ятьма сезонними імтервалами.

Найбільш значущими предикторами (тими, виключення яких під час перехресної валідації призводить до найбільшого падіння якості класифікації) виявилися світимість у короткохвильовому інфрачервоному діапазоні (Рис. 8.14). Ці результати суголосні з результатами аналізу спектральних сигнатур, де для багатьох типів біотопів також було показано значущі відмінності у значеннях відбивальності у цих оптичних діапазонах. Причинами є значне варіювання у накопиченні зеленої біомаси різними типами природних біотопів та сезонна

динаміка цього процесу. Відповідно, фотосинтетична активність зеленої біомаси рослинності обумовлює інтенсивніше поглинання променів одних частин спектру та відбиття інших.

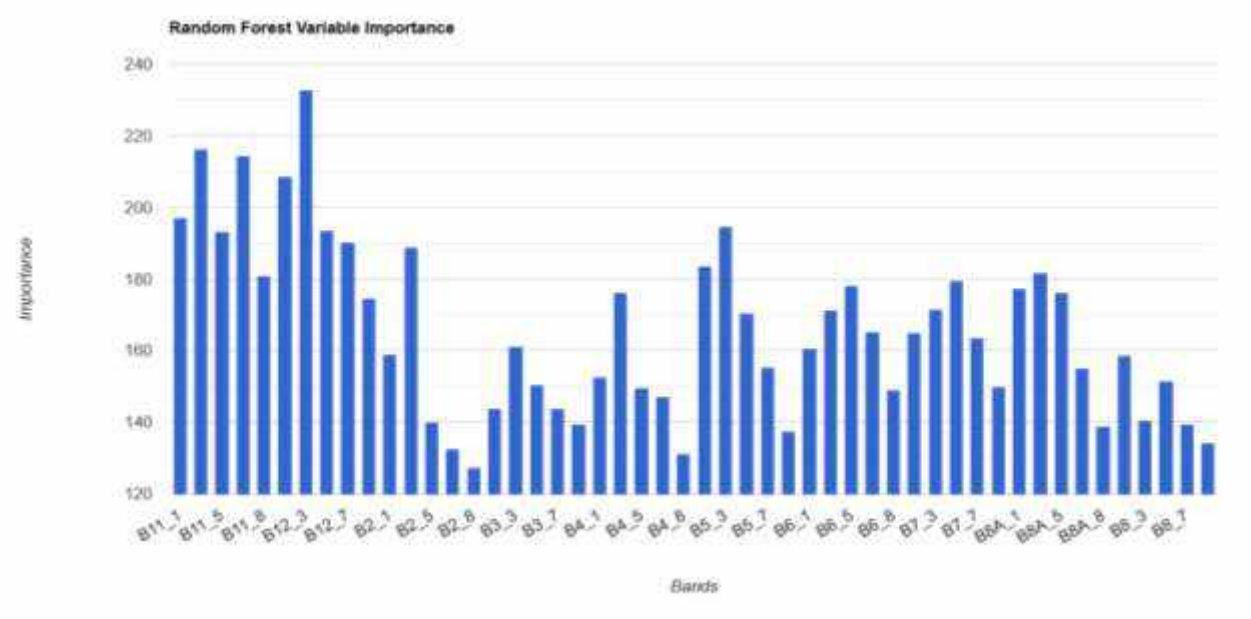


Рис. 8.14. Відносний внесок предикторів у модель класифікації пікселів НППБГ.

Рис. 8.15. Фрагмент класифікованого растрового зображення території НППБГ з дешифрованими типами біотопів.

Визначення площ трав’яних біотопів України. Загальна площа територій, що були інтерпретовані як приналежні до трав’яних біотопів за даними ESA Landcover 2020, склала 130620,1 км^2. Детальна візуальна розвідка даних у кількох тестових територіях показує, що ці дані перевищують сукупну площу природних

трав’яних біотопів України щонайменше на 20%, адже у цей клас потрапили усі території, вкриті трав’яною рослинністю, включно з рудеральними та антропогенними біотопами, порослими трав’яною рослинністю тимчасово необроблюваними сільгоспугіддями (перелогами) і в окремих випадках свіжопорушеними землями. Однак, на сьогоднішній день, це максимально наближений до реальності спосіб автоматизованого виділення типів земної поверхні, тож ми відштовхувалися від нього. Водночас, ми вважаємо отримані дані такими, що відображають відносні площі трав’яних біотопів, і не повинні трактуватися як абсолютні значення площ.

Результати класифікації цих територій за типами біотопів відображено на рис. 8.16. Домінуючими типами трав’яних біотопів із площею понад 5 тис. кв. км виявилися справжні (R1B) і лучні (R1A) степи, а також різні типи сінокісних та пасовищних луків (R21, R22, R36, R37). Варто зауважити, що до класів поверхні степових та лучних біотопів також з високим ступенем вірогідності потрапили трансформовані та рудералізовані ділянки, що завищує кількісні показники представленості цих біотопів на території України. Найменшими площами представлені окремі типи високогірних біотопів (R41, R44), петрофітні угруповання на вапнякових і гранітних відслоненнях (R12, R13, R16, R18), псамофітні біотопи Полісся (R1P, R1Q). Найбільшими площами з числа субстрат-обумовлених типів біотопів представлені паннонські та понтичні піщані степи, розповсюджені на алювіальних пісках у долинах річок, а також на внутрішніх ділянках приморських дюн.

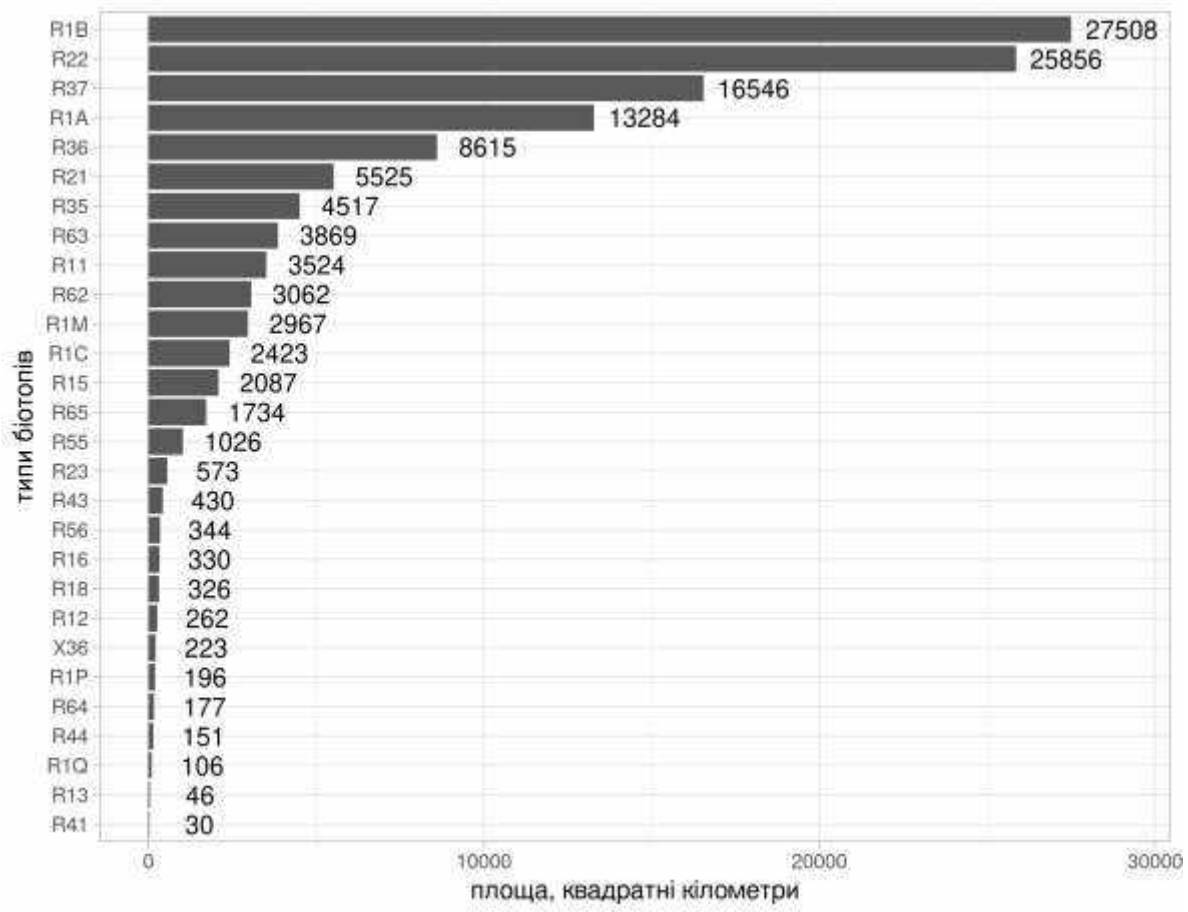


Рис. 8.16. Приблизні площі трав'яних біотопів України (км^2), обчислені на основі моделі машинного дешифрування оптичних супутникових даних апарату Sentinel 2.

Отримані перші результати дешифрування трав'яних біотопів відображають закономірності їх кількісного та територіального розподілу та є важливою основою для проведення подальших досліджень. Однак, обчислення точних площ та визначення поширення досліджених біотопів потребує деталізації проведеного дослідження, із залученням більшої кількості тренувальних даних, допрацювання методики дешифрування та залучення відповідних потужностей для проведення обчислень. Розроблені під час виконання проекту авторські методики можуть бути використані у подальшому

як для поглибленого вивчення трав'яних біотопів, так і для інших аспектів досліджень біотопічного та ландшафтного різноманіття України.

.3. Використання результатів дистанційного зондування Землі для вивчення динаміки площ т рав'яних біотопів (на прикладі Українських Карпат). Згідно спостережень, що тривають в Українських Карпатах (далі УК), за останні десятиріччя відбулося (і триває) скорочення площ, зайнятих трав'яними біотопами. Чільну роль, як припускають, в цьому процесі відіграють зменшення обсягів випасання худоби на гірських луках та полонинах внаслідок скорочення поголів'я, в результаті чого луки поступово заростають лісом [78–80].

Якщо до іншої проблеми, пов'язаної з втратою оселищ в УК – знеліснення – прикуто значну увагу громадськості як в Україні [81], так і у світовому масштабі , обсяги зміни площ, зайнятих гірськими луками, лишаються невивченими. Ми поставили собі за мету визначити масштаби втрат гірських луків за останні 30 років, використовуючи підходи до виявлення змін методами дистанційного зондування Землі.

Суть підходу зводиться до визначення попіксельних відмінностей між двома класифікованими зображеннями, що відповідають ситуаціям "раніше" та "станом на тепер". Такий підхід добре зарекомендував себе у детекції втрати лісів , але ми очікували певних методологічних перешкод у його застосуванні до трав'яних угруповань.

Так, відрізнити "ліс" (якщо розуміти його як щільне скупчення дорослих дерев) від "не-лісу" за допомогою сучасних методів дистанційного зондування доволі просто, адже такий тип поверхні істотно відрізняється від інших за спектральними характеристиками, не зазнає значних змін впродовж сезону вегетації, є досить однорідним та переважно вкриває значні площі. Однак, трав'яні біотопи на супутникових знімках можуть бути сплутані з багатьма іншими типами поверхні – перелогами, сільгоспугіддями, свіжими вирубками, рудеральними територіями та технотопами, в умовах УК також із заростями

чагарничків. У межах населених пунктів також можуть траплятися території, вкриті трав'яною рослинністю. Трав'яні біотопи зазнають сильніших змін впродовж сезону вегетації; для різних типів тривалість та терміни самого сезону в умовах гір істотно відрізняються. Це серйозно підвищує вимоги до якості наземних даних, які використовуються для навчання керованого класифікатора, а також підвищує чутливість моделі до періоду супутникової зйомки.

Часто трав'яні біотопи займають невеликі площі і є розпорошеними між іншими типами земного покриву. Це означає, що для адекватної детекції необхідні супутникові дані високого просторового розрізнення. Серед усіх наявних у відкритому доступі даних глобальної супутникової зйомки за період понад 30 років цим критеріям відповідають лише знімки космічної місії Landsat, які доступні від 1972 р. та мають розрізненість до 30 м на піксель.

Іншим обмеженням при роботі з УК є значна хмарність над цією територією впродовж вегетаційного сезону. Хмари, тіні від них та аерозоль істотно викривлюють оптичні значення пікселів, і загальною методичною рекомендацією є не включати в аналіз такі пікселі. Для даних місії Landsat це означає, що для будь-якого конкретного знімка втрачається від 4 до 30% даних (окремі знімки є хмарними на понад 70%). Враховуючи, що для порівняння необхідно мінімум два знімки за різні роки, похибка виходить далеко за межі допустимої.

Якість автоматизованого розпізнавання трав'яних біотопів УК за 1988-1991 рр. становила 97%, за 2018-2021 – 94%. За підсумками аналізу, сукупна площа трав'яних біотопів УК у 1988-1991 р. становила 20626 км^2, у 2018-2021 рр. – 16556 км^2. Т.ч., за 30 років було втрачено 3808 км^2 гірських луків, але водночас з'явилося 1171 км^2 нових на тих місцях, де 30 р. тому їх не було. Сукупне негативне сальдо можна оцінити в −2637 км^2.

Якщо аналізувати результати класифікації, то помітно, що найбільші втрати трав'яних угруповань відбулися у нижніх частинах гірського масиву, тоді

як у центральній частині, місцями кількість територій, що розпізналися як трав'яні біотопи, подекуди зросла (Рис. 8.17).

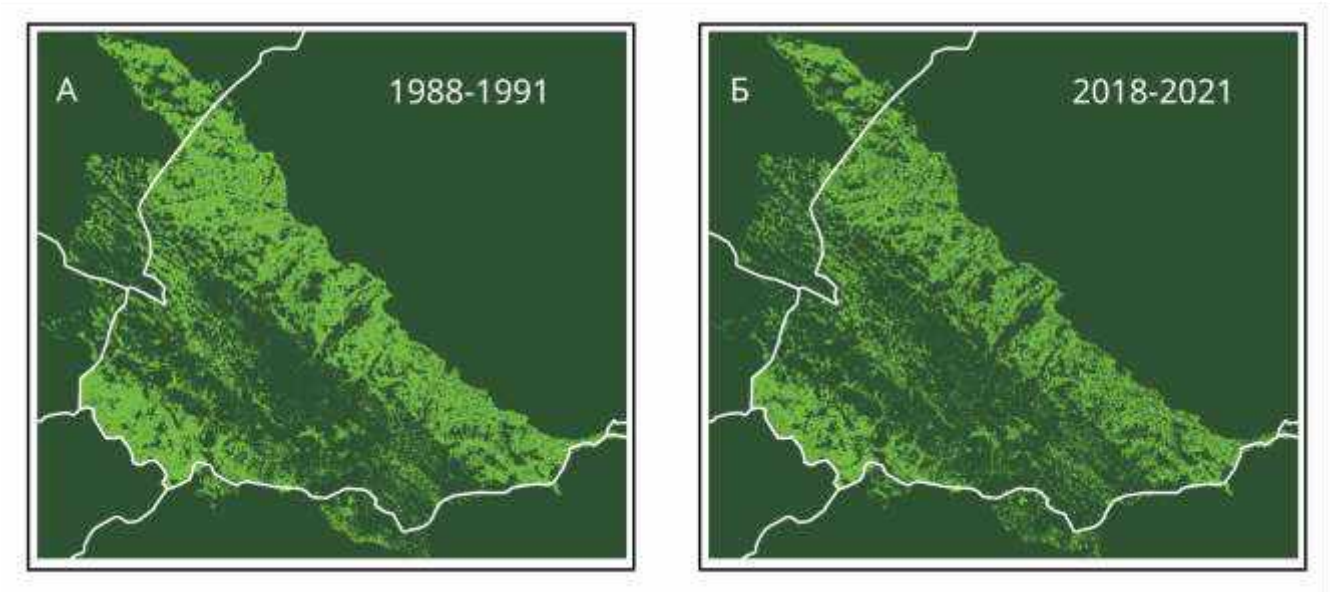


Рис. 8.17. Результати автоматичного розпізнавання трав'яних біотопів Українських Карпат. А – за медіанним композитом Landsat 5 за 1988-1991 рр.; Б – за медіанним композитом Landsat 8 за 2018-2021 рр.

Також можна простежити регіональні відмінності у змінах, пов'язаних з трав'яними біотопами УК. Так, у Чернівецькій, Івано-Франківській та частково Закарпатській областях простежується тенденція до зникнення трав'яних біотопів у нижчих та зовнішніх частинах макросхилів, тоді як у центральній частині зникнення та поява нових трав'яних біотопів переважно урівноважена. У Центральних Ґорґанах поява нових трав'яних біотопів навіть домінує (варто зазначити, що це переважно території природно-заповідного фонду та дрібні населені пункти між ними, що, можливо, позначається на збережені традиційного скотарства). У північній частині УК, переважно Бескидах у межах Львівської області, навпаки, зникнення трав'яних біотопів відчутно переважає над їх появою (Рис. 8.18).

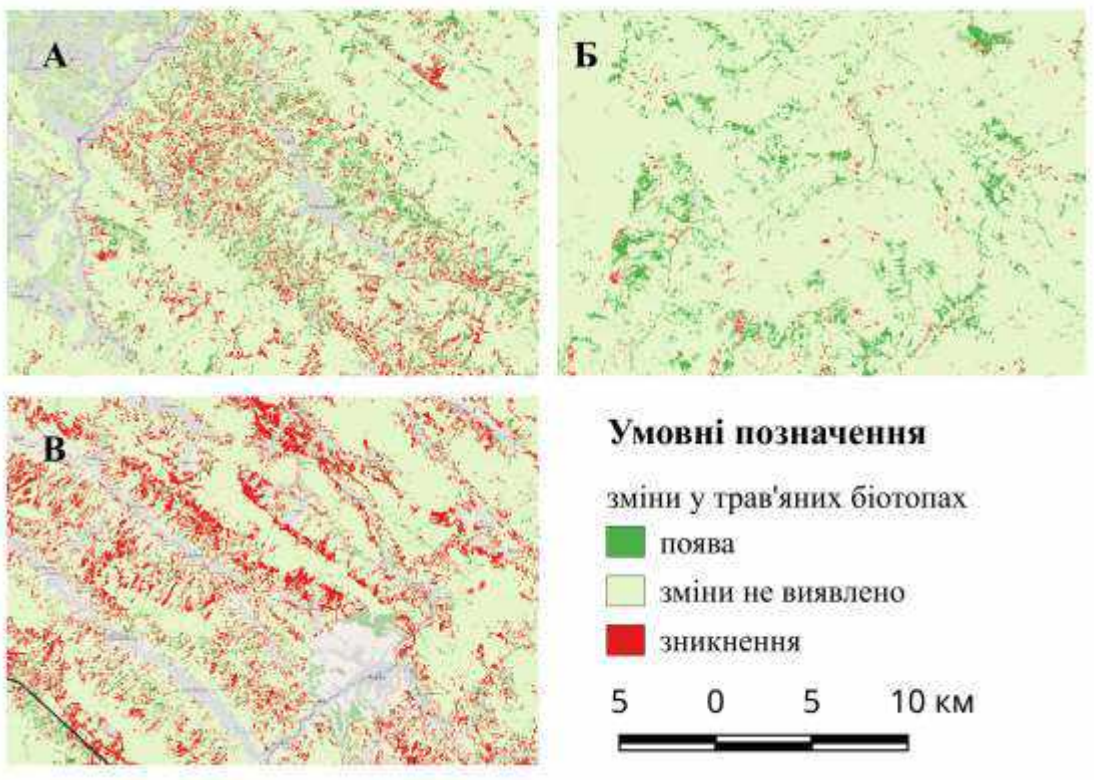


Рис. 8.18. Локальні відмінності у характері змін трав’яних біотопів. А – збалансована поява та зникнення трав’яних біотопів, окол. с. Сарата Чернівецької обл.; Б – переважання появи луків над їх зникненням, центральні Ґорґани; В – масове скорочення площ трав’яних угруповань, окол. с. Турка Львівської обл.

Очевидно, отримані дані не можуть претендувати на абсолютно точний підрахунок площ, однак відображають загальну тенденцію до зменшення площ, зайнятих трав’яними біотопами. Не виключено, що за 30 років на певних територіях могли відбутися не один, а декілька процесів – наприклад, втрати лісу внаслідок вирубки, утворення трав’яного біотопу (під пресом випасу), його поступова деградація внаслідок заростання, відновлення внаслідок розчистки від деревної та чагарникової парості тощо. Те, що луки в процесі заростання змінюються поступово, також вносить похибку у результати дешифрування, – простежити чітку часову межу між лукою та угрупованням, що вже не може нею

вважатися внаслідок заростання важко. Субальпійські чагарнички, що трапляються в суміші з луками та мають близькі до трав’яних угруповань спектральні та текстурні параметри, можуть бути додатковим джерелом похибок дешифрування.

9 РЕЗУЛЬТАТИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Впродовж звітного періоду виконавцями проведено три комплексних експедиції:

•24 травня – 2 червня 2021 р. у південні регіони України (Херсонська та Миколаївська області). Ця експедиція була об’єднана з неофіційним польовим воркшопом Eurasian Dry Grassland Group (https://edgg.org/) з участі іноземних експертів, оскільки практично усі виконавці є активними членами цієї організації. Під час експедиції було досліджено справжні, лучні степи, пустельні і галофітні степи.

•26 червня – 5 липня 2021 р. по Західному та Центральному Поділлю та Чивчинських горах (Вінницька, Хмельницька, Чернівецька, Івано-Франківська області). Під час експедиції було досліджено мезофітні рівнинні та гірські сінокісні луки, мезофітні пасовища, термофільні узлісся, трав’яні біотопи біотопи силікатних та карбонатних відслонень, лучні степи, псамофітні біотопи, альпійські луки на карбонатних породах.

•31 липня – 12 серпня 2021 р. по високогір’ю Карпат і Західному Поліссю (Івано-Франківська, Закарпатська, Волинська та Рівненська області). В ході експедиції було досліджено присніжникові біотопи, субальпійські луки на силікатах і карбонатах, пустищні і псамофітні біотопи.

•9 – 14 вересня 2021 по Херсонській і Миколаївській областям. Під час експедиції було досліджено засолені луки і солончаки в околицях Чорноморського біотсферного заповідника, Приінгульського регіонального ландшафтного парку та долини р. Інгул.

Крім того, було проведено п’ять короткотривалих (менше одного тижня) експедиційних виїздів по Київській, Тернопільській, Чернівецькій і Івано-Франківській областях.

Всього в ході експедиційних досліджень 2021 року було закладено 126 постійних моніторингових ділянок, що являють собою серії зі вкладених

облікових ділянок семи розмірів, що відрізняються на порядок, в межах облікової ділянки у 100 м^2. Таким чином, для кожної вкладеної ділянки площею від 1см^2 до 10 м^2 кількість облікових ділянок (серій) становила 252. На жаль, через об'єктивні причини нам не вдалося здійснити заплановану експедицію в Харківську область для закладання постійних моніторингових ділянок на крейдяних відслоненнях, тому до бази даних постійних моніторингових ділянок було включено ділянки, зкладені у 2017 році [84], також ми не змогли закласти моніторингові ділянки для типів R18 і R1F, поширених лише на території Кримського півострова, через анексію Російською Федерацією. Локалізація усіх постійних моніторингових ділянок проєкту показана на рис. 9.1, їх координати наведені у Додатку И.1.

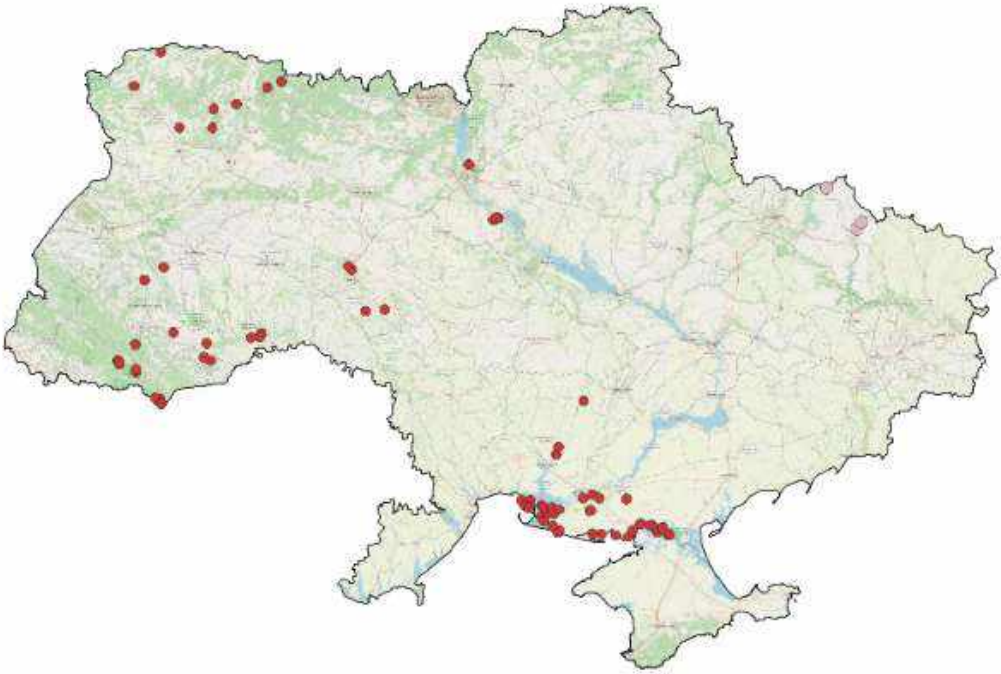


Рис. 9.1. Локалізація постійних моніторингових ділянок, закладених у ході реалізації проекту (червоні точким) і відібраних за результатами досліджень 2017 року для типу R15 (сірі точки). "Basemap: OpenStreetMap".

Враховуючи, що нашими дослідженнями відповідно до поставлених завдань слід було охопити практично всю територію України, а обрана методика

виконання описів була досить трудомісткою, проведення польових досліджень потребувало значних затрат часу, зусиль і ресурсів. Причому дослідження кожного з біотопів слід було проводити в оптимальний для його розвитку час, який в умовах України триває з середини травня (для петрофітних і степових біотопів до першої декади серпня (високогірні біотопи), тобто менше трьох місяців. Винятком є галофітні біотопи, для яких оптимальний розвиток припадає на кінець літа – початок осені. Враховуючи це, для більш ефективного виконання поставлених завдань нам слід було правильно розставити пріоритети щодо відбору територій та типів біотопів, які потребували першочергової уваги. Враховуючи це, ми надавали перевагу у своїх дослідженнях тим типам біотопів, які були слабо представлені в існуючих базах даних. Це зокрема, присніжникові біотопи, які в нашій базі даних повністю відсутні (R41), а також інші типи високогірних трав'яних біотопів (R43, R44, R56), що представлені незначною кількістю описів. Також незначною кількістю описів в існуючих базах даних представлені пустельні степи (R1C), які мали першочерговий пріоритет під час досліджень на півдні степової зони. Іншим критерієм для відбору описових ділянок була природоохоронна цінність біотопів, саме тому ми приділили особливу увагу лучним степам, насамперед центральноєвропейського типу (R1A), які в Україні поширені переважно у Західному Поділлі і розглядаються як основні «гарячі точки» біорізноманіття трав'яної рослинності на загальноєвропейському рівні, оскільки характеризуються надзвичайним видовим багатством.

Локалізація закладених постійних моніторингових ділянок для різних груп трав'яних біотопів на картах та їхній повний перелік представлені у Додатку И.

Частково у якості постійних моніторингових ділянок було використано ділянки біорізноманіття, закладені раніше і фіксовані на місцевості, зокрема в ході проєкту «Carpathian grasslands – a genuine celebration of cultural and biological diversity» (National Geographic Grant NGS-288R-18. 2018-2019), а також проєкту з

інвентаризації біорізноманіття Ржищівської ОТГ, який виконується за благодійні кошти Українською природоохоронною групою починаючи з 2020 року. Маркери, встановлені на цих ділянках, були знайдені, завдяки обладнанню, придбаному за кошти НФДУ у минулому році (Рис. 9.2).

Рис. 9.2. Виявлення металевого маркеру для облікової ділянки, закладеної у 2018 р. в урочищі «Сіножаті».

Окрім методики Biodiversity Plots нами було застосовано методику Dark Diversity (https://www.botany.ut.ee/macroecology/en/darkdivnet) для одного пілотного полігону в НПП «Кам'янська Січ».

Одночасно з виконанням описів виконувалася аерофотозйомка облікових ділянок з відстані 15 і 30 м (Рис. 9.3 та Додаток И.3), а також відеозйомка за допомогою квардрокоптерів, придбаних за кошти НФДУ. Отримані зображення будуть використані для моніторингу, картування, а також побудови цифрових моделей рельєфу.

Рис. 9.3. Облікова ділянка NFD-21-07 (R13), 29.06.2021.

Заповнені формуляри наразі відскановані (Рис. 9.4) і проводиться їх оцифровування за формою бази даних GrassPlot (https://edgg.org/databases/GrassPlot) і завантажені на Гугл-диск у папку, до якої мають доступ усі учасники проекту. Також було проведено аналізи ґрунтових проб, зібраних для кожної облікової ділянки. Вони разом з екологічними даними будуть використані у якості предикторів видового багатства у подальших аналізах (Додаток И.4).

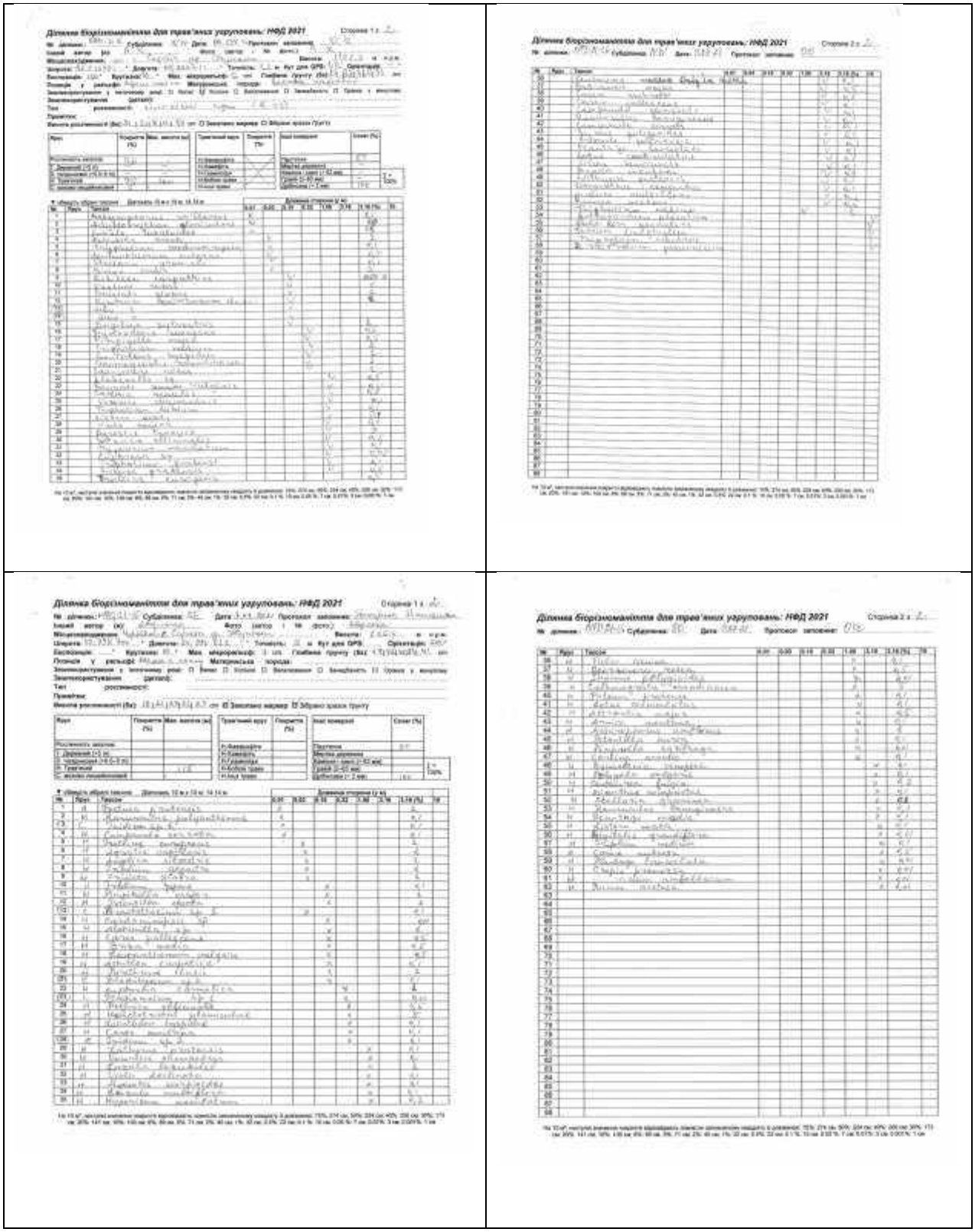


Рис. 9.4. Заповнений формуляр для облікової ділянки NFD 21-16.

В ході експедиції по південній частині України був виявлений новий для України вид рослин *Torilis pseudonodosa* Bianca. Рослина була виявлена 28 травня 2021 року на території Потіївської ділянки Чорноморського біосферного заповідника (Рис. 9.5, 9.6). *Torilis pseudonodosa* зростає неподалік від узбережжя Чорного моря в угрупованнях засолених приморських степів (тип R62). Враховуючи, що *Torilis pseudonodosa* виявлений в добре збережених природних угрупованнях на заповідній території, цілком ймовірно що він потрапив на цю територію за допомогою природних чинників поширення (наприклад завдяки птахам), а тому не може бути віднесений до синантропного елементу флори України. Таким чином, *Torilis pseudonodosa* в Україні є нещодавно занесеною природним шляхом несинатропною рослиною.

Рис.9.5. Біотоп засолених степів, в яких був виявлений *Torilis pseudonodosa*

Рис.9.6. Гербарний зразок *Torilis pseudonodosa* зібраний під час експедиції на території Потіївської ділянки Чорноморського біосферного заповідника.

Під час інвентаризації зібраного під час експедицій (травень-червень, липень-серпень) матеріалу в моніторингових ділянках було ідентифіковано:

1) чотири нові для України види лишайників: *Buellia ocellata* (Flot.) Körb. (на флішах, NFD-20-31), *Endocarpon loscosii* Müll. Arg. (на грунті, UAS-10, UAS-14), *Sagedia zonata* Ach. (на флішах, NFD 20-31), *Cladonia conista* (на грунті, NFD 21-04 (KHER 14938, 14942), UAS 35 (KHER 14945), UAS 121 (KHER 14951) (Рис. 9.7);

2) два нові для України види ліхенофільних грибів: *Cecidonia xenophana* (Körb.) Triebel & Rambold (на *Porpidia contraponenda*, на пісковиках, NFD 2021-28); *Endococcus protoblasteniae* Diederich (на *Protoblatenis incrustans*, на вапняках, NFD 2021-11) (Рис. 9.8);

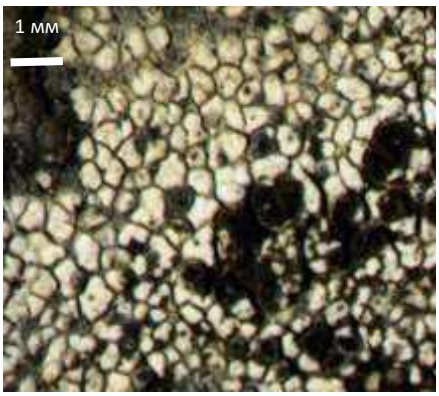
3) три нові для Івано-Франківської області лишайники: *Agonimia tristicula* (Nyl.) Zahlbr. (на мохах, NFD 2021-11); *Polyblastia plicata* A. Massal. (на вапняках, NFD 2021-11, друге місцезнаходження в Україні); *Scytinium intermedium* (Arnold) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin (на мохах, NFD 2021-11);

4) два нових для Закарпатської області лишайники: *Placynthiella oligotropha* (на грунті, NFD 2021-27); *Porpidia contraponenda* (Arnold) Knoph & Hertel (на пісковиках, NFD 2021-28, наводився лише з АР Крим);

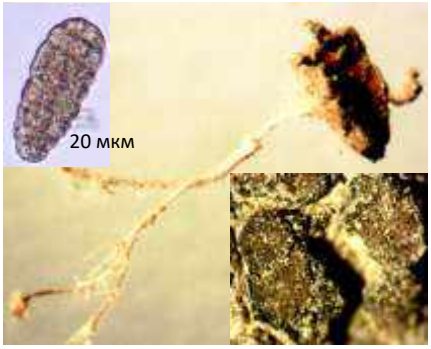
5) п’ять нових для Рівненської області лишайників: *Cladonia deformis, C. cornuta, C. floerkeaena, C. rei, Stereocaulon condensatum* Hoffm. (на грунті, усі NFD 2021-43, NFD 2021-44);

6) чотири нові для Херсонської області лишайники*: Cladonia hungarica* (Arnold) Vainio (= *C. symphicarpa*) (на грунті, SU 2103R, UAS 48, UAS 25, UAS 17); *Involucropyrenium breussii* A.B. Gromakova et S.Y. Kondr. (на грунті, UAS 14, друге місцезнаходження після типових локалітетів), *Cladonia monomorpha* (KHER 6215), *Cladonia cervicornis* (UAS 35, 40, 45);

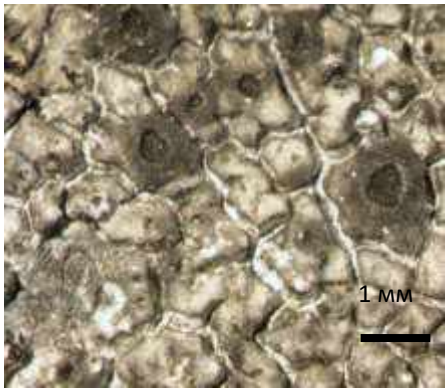
7) два нові для Миколаївської області лишайники: *Cladonia monomorpha* (KHER 13935; 14032), *Cladonia cariosa* (SB 20136; KHER 13987).



Buellia ocellata



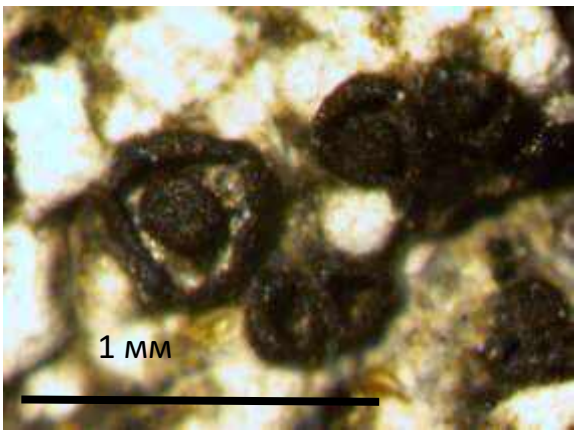
Endocarpon loscosii



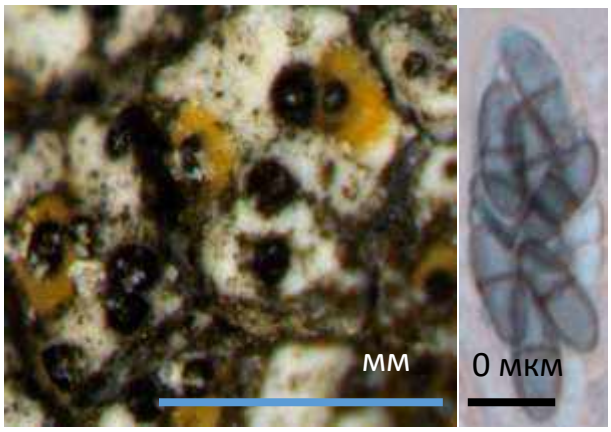
Sagedia zonata

Cladonia conista

Рис. 9.7. Нові для території України види лишайників



Cecidonia xenophana



Endococcus protoblasteniae

Рис. 9.8. Нові для території України види ліхенофільних грибів.

Найпоширенішим родом лишайників у трав'яних біотопах України є рід *Cladonia*. Він має листувату зеленувату лускату первинну слань, яка часто проліферує в різноманітної форми подеції: кущисті, кубкоподібні або шилоподібні. Проте, легко впізнаваний у природі рід, який добре індикує різні типи трав'яних, зокрема, піщаних біотопів, має певні труднощі в ідентифікації до видового рівня. Завдяки експедиційним виїздам, проведеним в рамках проєкту зібрати достатню колекцію лишайників цього роду, що дозволило суттєво доповнити дані щодо біотопічної приуроченості представників цього роду.

В цілому в досліджених трав'яних біотопах було визначено 28 видів лишайників, що належать до роду *Cladonia* (табл. 9.1). Лишайник *Cladonia conista* вперше виявлений для території України. Найбільша кількість лишайників була знайдена в псамофітних трав'яних на півночі України (11 видів). Тут домінуючим видами був *Cladonia mitis* з домішками *C. gracilis, C. fimbriata, C. floerkeana, C. macilenta, C. deformis, C. crispata, C. rei* тощо. У піщаних біотопах на півдні України (R 11) відмічено 10 видів цього роду, зокрема домінували *Cladonia furcata* та *C.foliacea*. Тут також траплялися *C. rangiformis, C. rei, C. subulata, C. fimbriata*. В біотопах альпійських та субальпійських лук було знайдено 7 представників роду, серед яких найчастіше траплявся *C. pleurota*, а також відмічалися *C. subsquamosa* та *C. macroceras*. До складу петрофітних карбонатних степів включалися *Cladonia furcata, C. rangiformis, C. symphycarpa* та *C. foliacea*. Для петрофітних степів на силікатних відслоненнях відмічалися *C. pyxidata, C. rei, C. cariosa, C. symphycarpa.*

Таблиця 9.1. Розподіл описів за участі представників роду *Cladonia* за трав'яними біотопами України

Таксон	Коди біотопів*												
	R11	R12	R13	R16	R1A	R1B	R1C	R1P	R1Q	R41	R43	R44	R62
Cladonia arbuscula subsp. *arbuscula*									1				
Cladonia cariosa		1											
Cladonia cervicornis	3												
Cladonia conista	1							1					
Cladonia crispata									2				
Cladonia chlorophaea		1							1	2			
Cladonia diversa		1											
Cladonia deformis									1				
Cladonia fimbriata	1	2							1				
Cladonia floerkiana									1				
Cladonia foliacea	5					1	1						1
Cladonia furcata	7	1			1	1	1	1					3
Cladonia gracilis									3				
Cladonia macilenta									1		1		
Cladonia magarica									1				
Cladonia macroceras										1	1		
Cladonia mitis	1								2				
Cladonia monomorpha		1	1	1									
Cladonia pleurota										1	3		
Cladonia pocillum												1	
Cladonia pyxidata		1		1							1		
Cladonia rangiformis	9				1		2						
Cladonia rei	2	2							1			1	
Cladonia subulata	1							1	1			1	
Cladonia subsquamosa											1		
Cladonia symphycarpa	1	1					1						
Cladonia uncialis									1		1		

Таксон	Коди біотопів*												
	R11	R12	R13	R16	R1A	R1B	R1C	R1P	R1Q	R41	R43	R44	R62
Cladonia verticillata											2		

Складено оригінальний ключ для визначення 46 представників роду *Cladonia*, включаючи і ймовірні знаходження інших видів в трав'яних біотопах (Додаток И.5).

Результати польових досліджень планується долучити до Національної фітосоціологічної бази даних UkrVeg (http://geobot.org.ua/about-ukrveg/), бази даних GrassPlot (https://edgg.org/index.php/databases/GrassPlot), глобальної мережі DarkDivNet (https://macroecology.ut.ee/en/darkdivnet/), EVA (http://euroveg.org/eva-database), завантажити у вигляді окремого набору даних на GBiF (https://www.gbif.org/), а фото біотопів долучити до проєкту The Global Vegetation Project (https://gveg.wyobiodiversity.org/).

10 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ

10.1 Інтернет-ресурс «Трав'яні біотопи України». В рамках виконання проєкту було створенно вебсайт, який станом на звітний період є цілком функціональним і доступний за URL-адресою: grasslands.in.ua (Рис. 10.1).

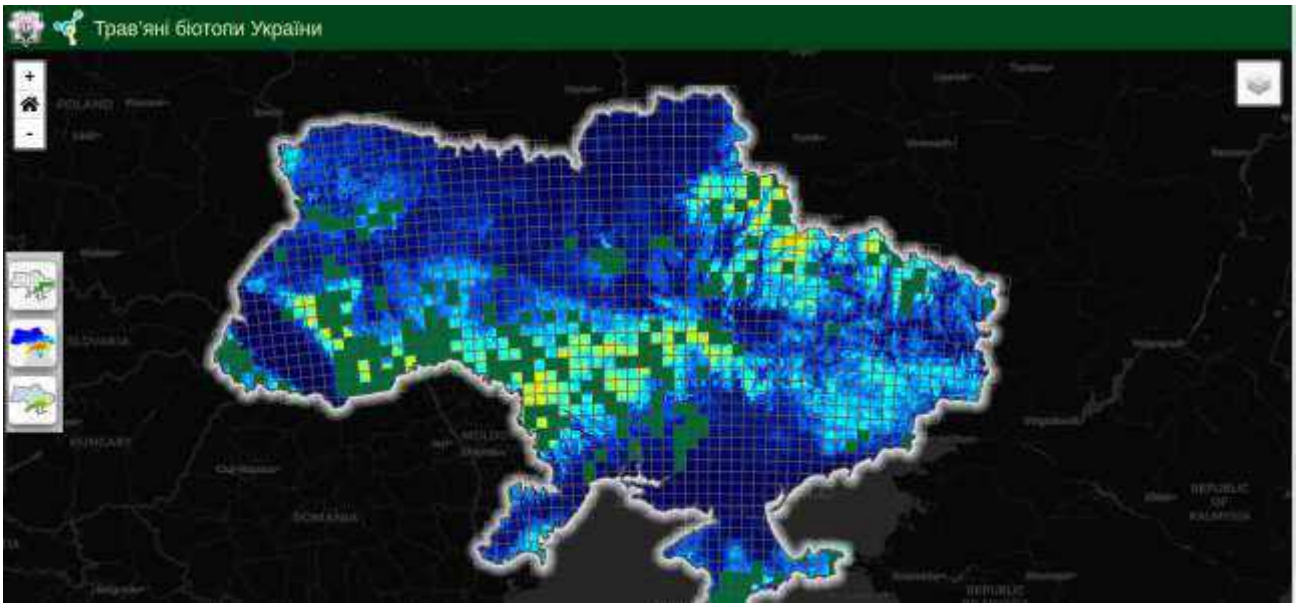


Рис. 10.1 Інтерфейс сайту «Трав'яні біотопи України».

На сайті розміщено три групи тематичних шарів:

- сіткові карти трав'яних біотопів;
- прогнозоване поширення трав'яних біотопів;
- автоматизоване дешифрування трав'яних біотопів;

Тематична група «сіткові карти трав'яних біотопів» містить внформацію про фактичне поширення 28 типів трав'яних біотопів на території України, генералізовані по сітці 20х20 км. Для кожного типу створено окремий шар, який можна за потреба вмикнути (Рис. 10.2)

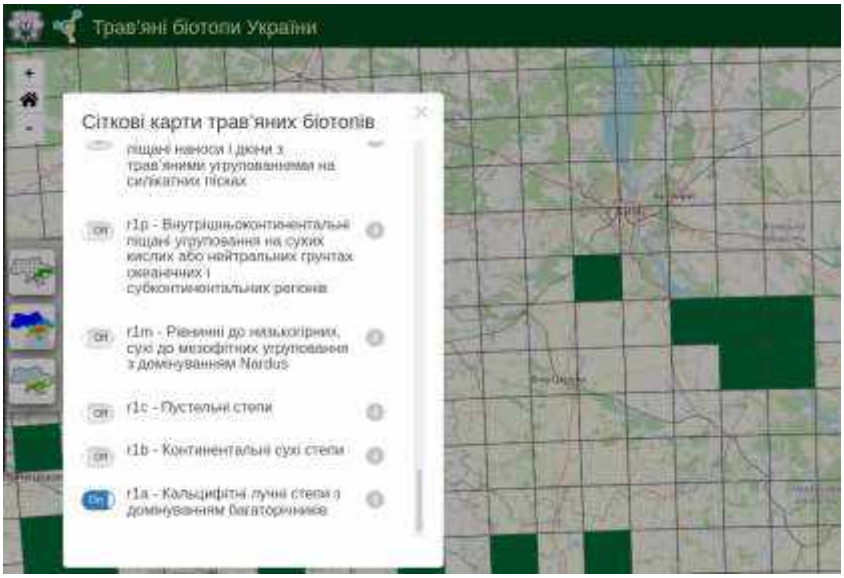


Рис. 10.2. Меню тематичної групи «Сіткові карти трав’яних біотопів».

Тематична група «Прогнозоване поширення трав’яних біотопів» включає результати моделювання розповсюдження біотопів на основі кліматичних даних WorldClim та рельєфу. Як і попередня, ця тематична група включає 28 шарів (Рис. 10.3).

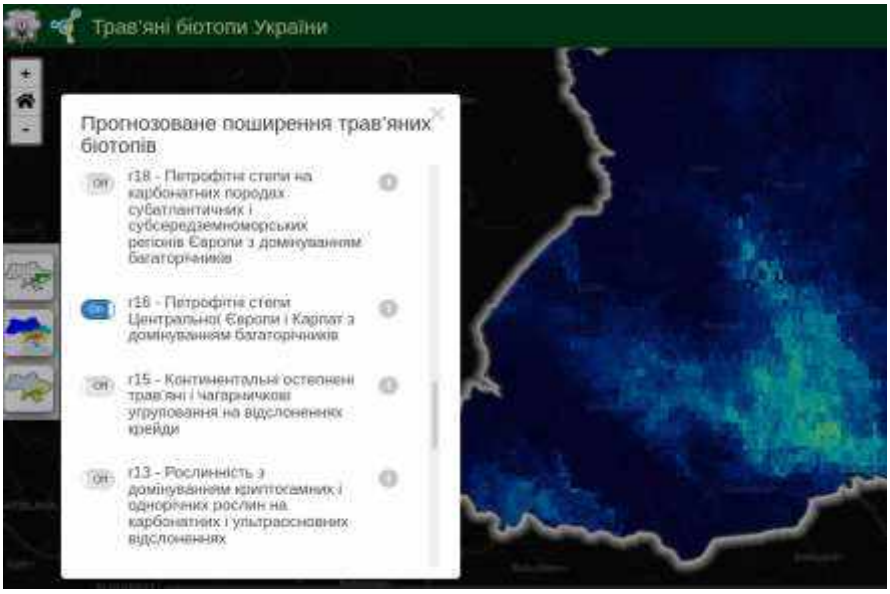


Рис. 10.3. Меню тематичної групи «Прогнозоване поширення трав’яних біотопів».

В меню обох цих груп тематичних шарів міститься інформація про кожен тип біотопу, зокрема код біотопу, його українська та інглійська назви, коротка характеристика і фотографії (Рис. 10.4)

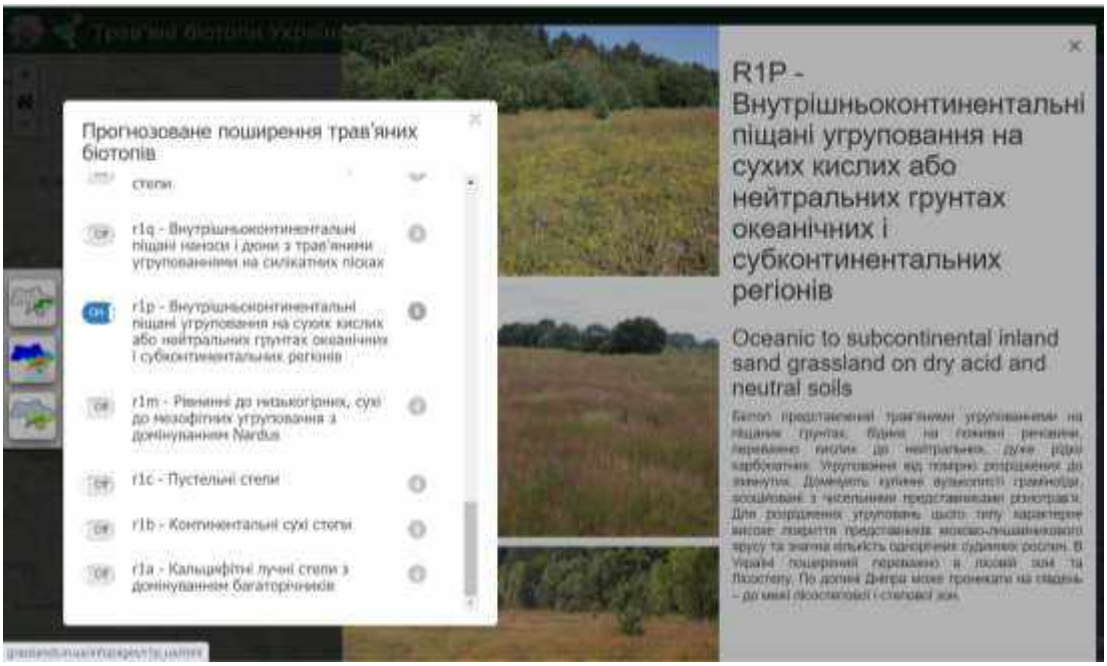


Рис. 10.4. Вкладка меню «інформація про шар».

Третя тематична група шарів містить результати автоматизованого дешифрування трав’яних біотопів. На даний час на ній розміщені результати пілотного дослідження в пониззі долини річки Південний Буг (Рис. 10.5) з детальною легендою (Рис. 10.6).

Планується, що по мірі отримання результатів з автоматизованого дешифрування трав’яних біотопів в різних регіонах України відповідно до розробленої і відпрацьованої в ході виконання проєкту методики (Розділ 9) інформація на сайті буде наповнюватися з можливістю наступного підключення до Публічної кадастрової карти України.

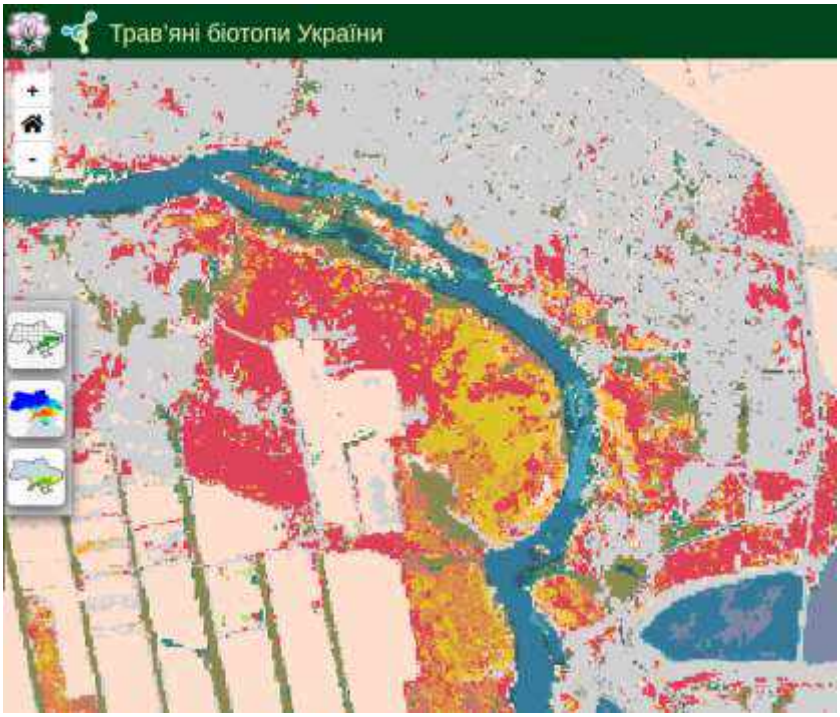


Рис. 10.5. Тематична група шарів «Автоматизоване дешифрування трав’яних біотопів»

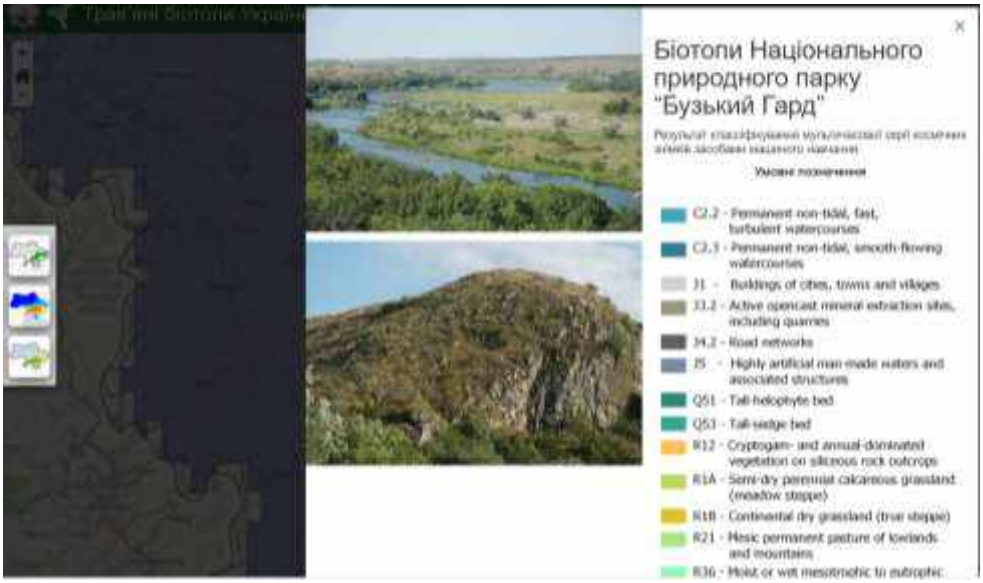


Рис. 10.6. Вкладка меню «інформація про шар» для результатів автоматизованого дешифрування біотопів у долині р. Південний Буг.

10.2 Український геоботанічний сайт. Оскільки в ході виконання проєкту концепція інтернет ресурсу дещо змінилася, інформацію щодо детальної характеристики біотопів України, у тому числі трав'яних, було вирішено розмістити на вже існуючому «Українському геоботанічному сайті», який підтримується завдяки волонтерській роботі, у тому числі виконавців проекту, та фінансується за рахунок благодійних коштів (Рис. 10.7).

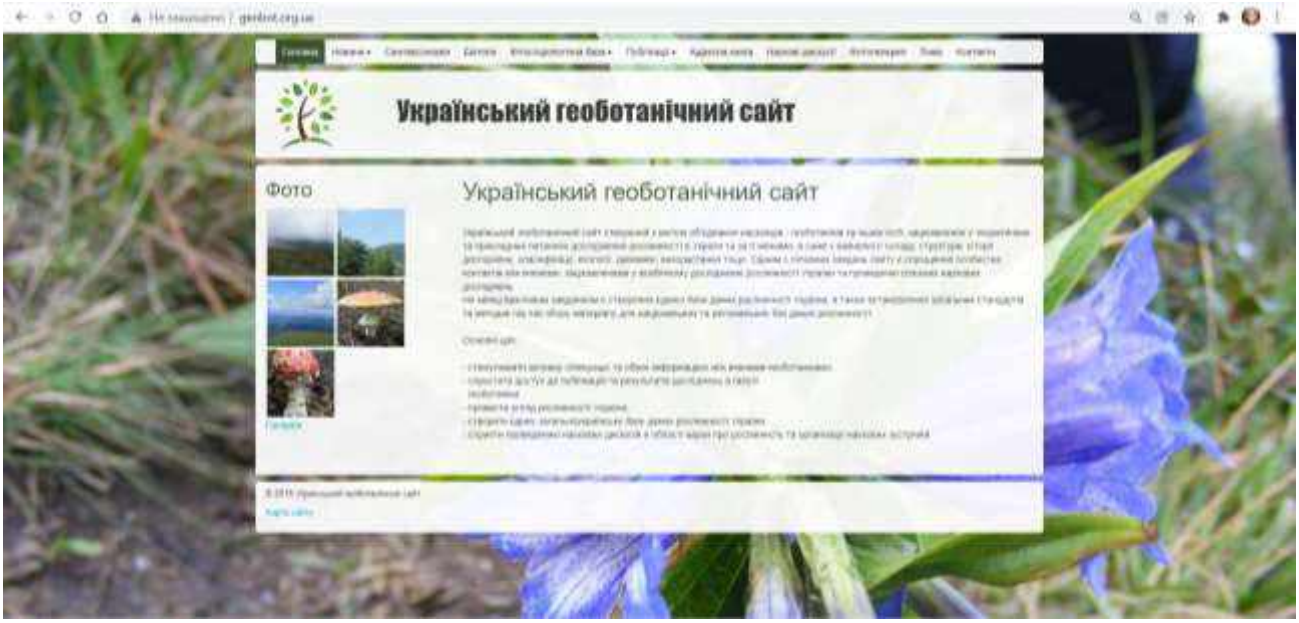


Рис. 10.7. Головна сторінка «Українського геоботанічного сайту».

В ході виконання проєкту на сайті було створено окреме меню «Біотопи» з детальною класифікацією біотопів України, що ґрунтується на Національному каталозі біотопів України [8] (Рис. 10.8).

Рис. 10.8. Вкладка меню «Біотопи України» з характеристикою типу «Лучні степи на рендзинах».

Разом із меню «Синтаксономія», яке було створено раніше і містить інформацію про синтаксони рослинності України відповідно до видання «Продромус рослинності України» [85], інформація про біотопічне різноманіття, додана на сайт дозволила відобразити повну інформацію про біорізноманіття України надорганізмового рівня відповідно до сучасного розитку вітчизняної наукои про рослинність.

10.3 Атлас-довідник «Трав'яні біотопи України». Підготовлено до друку рукопис Атласу трав'яних біотопів України (Рис.10.9). В ньому наведено інформацію про 30 типів трав'яних біотопів України, які були об'єктами дослідження у проєкті і репрезентують типи біотопів системи EUNIS третього рівня ієрархії.

Рис. 10. 9. Фрагменти верстки Атласу трав'яних біотопів України.

Особлива увага в Атласі була приділена загальним характеристикам кожного типу біотопу. В більшості випадків вони ґрунтуються на характеристиках типів біотопів, наведених у додатках до Європейського

червоного списку біотопів [43], доступних на сайті Європейської екологічної агенції (https://forum.eionet.europa.eu/european-red-list-habitats/library/terrestrial-habitats/e.-grasslands), які були критично проаналізовані авторами і адаптовані для України. В тих випадках, коли характеристики типів були відсутні на цьому ресурсі (зокрема для типів, що відсутні в ЄС – R64 Semi desert salt pan і R65 Continental subsaline alluvial pasture and meadow), були підготовлені оригінальні характеристики, що базуються на даних лише з України. Характерні види вищих судинних рослин були визначені для кожного типу біотопу за допомогою коефіцієнта вірності (*phi*-coefficient) у програмі Juice [86]. У якості характерних розглядали види, які мали значення коефіцієнту більші за 0,2. У переліку характерних видів назви судинних рослин розташовані у порядку зменшення значень коефіцієнту *phi*.

Характерні види мохоподібних і лишайників також визначали за значеннями коефіцієнту *phi*, але враховуючи той факт, що ці види не враховувалися у більшості описів, представлених в наявних фітосоціологічних базах даних, їхні переліки були уточнені відповідними експертами.

Також наведено переліки рідкісних видів, до яких віднесено види, занесені до діючого видання Червоної книги України [24], Резолюції 6 Бернської конвенції [25], Додатків II і IV Оселищної Директиви [26] та червоного списку МСОП, якщо вони за результатами комплексної оцінки були віднесені до категорій VU, EN, CR (https://www.iucnredlist.org/). У переліку рідкісних видів рослин для кожного типу біотопів ми наводимо лише ті види, які характеризуються найвищими значеннями коефіцієнту *phi*. Види, занесені до Червоної книги України, позначені *, види міжнародної охорони, які не занесені до Червоної книги України, позначені **, види, які одночасно занесені і до Червоної книги України, і до одного або кількох вищеперерахованих списків міжнародної охорони, позначені ***.

До категорії чужорідних нами віднесені види рослин, які розглядаються як адвентивні види у вітчизняних зведеннях [27] та перевірені за інтернет-ресурсом «The Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity» (http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/query.asp). У переліку чужорідних видів рослин для кожного типу біотопів ми наводимо лише ті види з цієї групи, які характеризуються найвищими значеннями коефіцієнту *phi* та / або найвищими значеннями константності в біотопах.

Для кожного типу біотопів наведено перелік найбільш характерних, насамперед стенотопних, приурочених виключно або переважно до нього видів тварин, а також тих, які максимально залежать від даного біотопу у своєму поширенні. Для окремих груп (переважно хребетних тварин) наводилися також види, які часто трапляються в даних біотопах, проте не є строго до них прив'язаними, оскільки в більшості випадків є еврибіонтними організмами і трапляються в значно більшій кількості природних біотопів. При відборі груп тварин ми орієнтувалися на ті з них, які помітні неозброєним оком, і які можна визначити без застосування складних методик і спеціального обладнання, однак ми цілком усвідомлюємо, що тваринний світ трав'яних біотопів значно багатший. Особливо це стосується різних груп безхребетних тварин, які в цьому атласі не представлені (різні групи комах, павукоподібні, багатоніжки тощо), вивчення біотопічної приуроченості яких має стати наступним кроком. Номенклатура видів тварин наведена за низкою інтернет ресурсів, зокрема Molluscabase (https://www.molluscabase.org/), Fauna Europaea (https://fauna-eu.org), Avibase (https://avibase.bsc-eoc.org/), Наукові назви земноводних та плазунів України, затверджені Комісією із зоологічної термінології Інституту зоології ім. І.І.Шмальгаузена НАН України (http://www.izan.kiev.ua/term_com/herpet.htm) або літературними джерелами чи окремими таксономічними обробками [87–89].

Для зручності орієнтування переліки характерних видів в тексті мають відповідні графічні позначення:

- Характерні види вищих судинних рослин

- Характерні види мохоподібних

- Характерні види лишайників

- Рідкісні види рослин

- Чужорідні види рослин

- молюски

- Комахи

- земноводні

- плазуни

- птахи

- ссавці

Особливе місце в Атласі належить фотографіям біотопів, рослин і тварин. Переважна їх більшість надана авторами атласу з власних фотоархівів, які були суттєво поповнені під час виконання проєкту в ході польових досліджень. Також були використані авторські фото різних груп організмів, представлені на інтернет-ресурсах – Фейсбук група «Флора України» (https://www.facebook.com/groups/floraofukraine), iNaturalist (https://www.inaturalist.org/), Національна мережа інформації з біорізноманіття Ukrainian Biodiversity Information Network (https://ukrbin.com/), а також деякі фото

комах з інтернет-ресурсу Lepiforum eV: Визначення метеликів та їх преімагінальних стадій (https://lepiforum.org/). Усі фото використані за згодою їхніх авторів.

Карти, використані в Атласі, являють собою комбіновану оцінку поширення біотопів: 1) фактичне поширення (крапки чорного кольору) – на основі конкретних описів, представлених у фітосоціологічнихбазах даних; 2) прогнозоване поширення (крапки сірого кольору) – за результатами моделювання. Для оформлення тематичних карт згенеровано сіткову карту території України в системі координат UTM з розміром комірки 20 × 20 км. Точкові шари із GPS-координатами та растрові шари з прогнозованим поширенням для кожного типу трав'яних біотопів конвертовано у поширення біотопів в межах комірок сіткової карти. Для прогнозів поширення субстрат-обумовлених типів біотопів проведено верифікацію за грунтовими та геологічними умовами (Національний атлас України, http://wdc.org.ua/atlas/), зокрема це стосується трав'яних угруповань на алювіальних пісках, кам'янистих відслоненнях вапняку, крейди, гранітів та гнейсів. Також нами використано вільні джерела векторної та растрової інформації – полігональні шари геопросторових даних меж адміністративно-територіальних одиниць України (© Міністерство розвитку громад та територій України www.minregion.gov.ua), межі гідрологічних об'єктів показані із використанням даних проекту OpenStreetMap (www.openstreetmap.org), рельєф території України візуалізовано на основі даних SRTM.

Фітоіндикаційні діаграми створені на основі фітоіндикаційної оцінки біотопів, здійсненої в програмі Juice з використанням екологічних шкал Я.П. Дідуха [41] для 12 екологічних факторів: гідрорежим (Hd), змінність зволоження (fH), кислотність ґрунту (Rc), загальний сольовий режим ґрунту (Sl), вміст карбонатів у ґрунті (Ca), вміст сполук азоту в ґрунті (Nt), аерація ґрунту (Ae), терморежим (Tm), омброрежим (Om), кріорежим (Cr), континентальність

(Kn), освітлення (Lc). На діаграмах відображені екологічні амплітуди і екологічні оптимуми для кожного з цих факторів. Кольорова заливка бальних значень фактору відображає екологічну амплітуду біотопу. Бальне значення, на яке припадає середнє арифметичне для кожного фактору, визначали як оптимум і позначили темнішим кольором заливки. Якщо оптимум припадав на цілі, або близькі до них значення (в діапазоні N.98 – N.02), то оптимум позначали для двох сусідніх бальних значень.

Оцінку ступеню впливу загроз, созологічної значимості та ризиків втрат здійснили за авторською методикою Я.П. Дідуха [42]. Оцінка біотопів щодо відповідності критеріям IUCN виконана за методикою Червоного списку біотопів Європи [43].

Ми планували видання Атласу з метою полегшення ідентифікації типів біотопів в природі, оскільки він містить понад 1300 фотографій рослин, тварин та біотопів. Але, коли видання було повністю скомпоноване, ми усвідомили, що основна його мета – показати різноманіття трав’яних біотопів, відмінність між собою різних типів, їх видове багатство, а також довести, що кожна степова або лучна ділянка – це не просто «трава», а цілий світ, в якому живе дуже багато мешканців, більшість з яких не завжди можна побачити неозброєним оком або визначити без спеціальної професійної підготовки.

Інформаційні буклети «Найпоширеніші трав’яні біотопи». З метою популяризації знань про різноманітність трав’яних біотопів України нами підготовлено до друку три інформаційних буклети: «Найпоширеніші трав’яні біотопи Карпатського регіону», «Найпоширеніші трав’яні біотопи лісової та лісостепової зон України», Найпоширеніші трав’яні біотопи степової зони України та Криму (Рис. 10.10).

Рис. 10.10. Обкладинки інформаційних буклетів.

В інформаційних буклетах наведено інформацію про найпоширеніші трав'яні біотопи трьох регіонів України – західного регіону, який включає Українські Карпати і Закарпатську низовину, північного і центрального, який включає зони мішаних та широколистяних лісів і Лісостеп, а також південного регіону, до якого належить степова зона і Кримський півострів. Виділено трав'яні біотопи, які є характерними для кожного регіону, наведено їх коротку характеристику, представлено загальне фото та фото характерних і рідкісних видів, а також карту поширення біотопу на території України. Планується, що ці буклети будуть поширені на безоплатній основі у вищих та середніх навчальних закладах, установах природно-заповідного фонду, наукових установах, обласних та районних бібліотеках, еколого-просвітницьких центрах тощо, а також серед чиновників різних рівнів.

11 СТРАТЕГІЯ ОХОРОНИ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ТРАВ'ЯНИХ БІОТОПІВ УКРАЇНИ

Проведений нами аналіз показав, що стан трав'яних біотопів в Україні та масштаби і темпи їхніх втрат свідчить про необхідність невідкладних заходів, спрямованих на їх стабілізацію, збереження та відновлення. Наразі в Україні немає жодних нормативних документів, які б регулювали охорону саме трав'яних екосистем, а існуюча нормативно-правова база не в змозі повною мірою забезпечити їх збереження. Початково ми планували розробити окрему стратегію збереження трав'яних біотопів України, однак після консультацій з органами виконавчої влади, зокрема представниками Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України було прийнято рішення внести відповідні пропозиції, які стосуються збереження трав'яних біотопів до загальної стратегії охорони біорізноманіття України до 2030 року, проєкт якої наразі розробляється робочою групою при Міністерстві (https://mepr.gov.ua/news/36820.html, https://mepr.gov.ua/news/37045.html) .

Підготовлені нами пропозиції мають наступний вигляд:

НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ УКРАЇНИ ДО 2030 РОКУ

До розділу 3. Стан біорізноманіття та його охорони і відновлення в Україні

Попри те, що переважна більшість трав'яних біотопів України охороняються на загальноєвропейському рівні, оскільки включені до Резолюції 4 Бернської конвенції, їх втрати відбуваються катастрофічними темпами. Враховуючи, що трав'яні біотопи є джерелом багатьох екосистемних послуг, у тому числі регуляторних, скорочення їхніх площ призводить до таких

негативних явищ, як значна емісія у атмосферу парникових газів[1], ерозія ґрунтів, замулення річок, повені та посухи, скорочення ресурсного потенціалу і відповідно значні економічні збитки. Оскільки степові екосистеми відіграють важливу роль у зв'язуванні вуглецю з атмосфери, їх знищення сприяє поглибленню кліматичної кризи.

Найбільш вразливими трав'яними екосистемами є степи, які є зональним типом рослинності в Україні і потенційно мають займати близько 40 % території країни. Основні їх площі були розорані ще у 19-20 ст. Степи до нашого часу збереглися переважно на схилах річкових долин, ярів та балок, які були незручними для оранки. Однак, в останні роки у зв'язку з земельною реформою відбувається масове розорювання останніх залишків степової рослинності, навіть на крутих схилах, що не лише знищує їх біорізноманіття, але і сприяє посиленню ґрунтової ерозії. Ґрунт зі схилів змивається в річки, а разом з ним – хімічні добрива і отрутохімікати, що призводить до замулення річок, евтрофікації і забруднення поверхневих вод. Окрім переведення на ріллю (або самовільного захоплення ділянок для вирощування сільськогосподарської продукції), степові біотопи руйнують також з метою лісорозведення, у тому числі в рамках загальнодержавних програм, часто для цього використовують інтродуковані види дерев всупереч п.3 ст 85 Лісового кодексу України, не лише знищуючи природне різноманіття степових біотопів, а ще й сприяючи біологічному забрудненню територій і посиленню ерозії ґрунтів. Крім того, великий відсоток розораності аридних біотопів, якими є степи, призводить до глибокого просихання грунту. Поступово, внаслідок багаторічного розорювання, до атмосфери вивільняються не лише сполуки вуглецю а й ґрунтові запаси води, що значно посилює опустелювання.

[1] Згідно даних національного кадастру викидів парникових газів, саме емісія від розорювання грунтів додає найбільший приріст викидів в Україні у останні роки

Впродовж минулого століття значна частина заболочених річкових заплав була осушена. Нині, у зв'язку з кліматичними змінами, а також зарегулюванням річкового стоку, який в Україні перевищує всі допустимі норми, відбуваються суттєві зміни гідрорежиму в заплавах, весняні повені стають нерегулярними. Як наслідок заплавні луки, використання яких в якості сіножатей і пасовищ через кризу в молочному тваринництві скорочується або припиняється, в останні роки також масово перетворюються на ріллю. Ці процеси набули значних масштабів в більшості областях України. Натомість, у Карпатському та поліському регіонах відбувається скорочення площ, зайнятих трав'яними біотопами, через занепад їх традиційного сінокісного та пасовищного використання, внаслідок чого луки заміщуються деревно-чагарниковою рослинністю. За результатами наукових досліджень із використанням методів дистанційного зондування встановлено, що за останні 30 років у Карпатському регіоні, який є відомою «гарячою точкою біорізноманіття» в європейському масштабі, втрачено понад 4 тис. км^2 площ трав'яних біотопів, що становить чверть від їхньої загальної площі. Враховуючи показники ендемізму і концентрацію рідкісних видів на території альпійських лук (полонин) в Українських Карпатах, таке зменшення частки лучних біотопів є катастрофічним для біорізноманіття.

Глобальні кліматичні зміни призводять до зміни висотної поясності, зокрема до підвищення верхньої межі лісу, що має наслідком скорочення площ альпійських та субальпійських лук, а припинення традиційного їх використання у якості пасовищ призводить до заміщення їх чагарничковими біотопами. Іншу загрозу високогірним трав'яним біотопам становить масовий нерегульований туризм (в т.ч. з використанням високопрохідного автотранспорту), у тому числі на природно-заповідних територіях.

Для піщаних та скельних трав'яних біотопів загрозами можуть виступати створення кар'єрів для видобутку корисних копалин – піску, граніту, вапняку, крейди тощо.

У зв’язку з розвитком зеленої енергетики в Україні нині масово будуються вітрові, сонячні електростанції, малі ГЕС. Часто для їх будівництва обираються природні території, зайняті природною степовою та лучною рослинністю, що також призводить для скорочення площ останніх.

Окрім прямих загроз існують і опосередковані, зокрема перевипас в окремих регіонах, надмірна рекреація, зміни гідрорежиму внаслідок будівництва, видобутку торфу, вплив атмосферного азоту тощо. Такі впливи призводять до змін структури трав’яних угруповань, роблячи їх більш вразливими, зокрема до впливу чужорідних видів рослин і тварин, які завдяки високій конкурентній здатності витісняють аборигенні види, насамперед рідкісні, з угруповань, призводять до їх збіднення і трансформації.

Створення територій природно-заповідного фонду для охорони трав’яних біотопів не може вирішити усі перераховані проблеми, насамперед тому, що особливості функціонування більшості трав’яних біотопів потребують антропогенного втручання, пов’язаного із постійним вилученням надлишкової біомаси для попередження їх заростання деревно-чагарниковою рослинністю, за відсутності такого впливу втрати трав’яних біотопів відбуваються і у складі природно-заповідних територій ще швидше, ніж на територіях екстенсивного сільськогосподарського використання. А охорона їх у складі об’єктів, що не мають адміністрації (заказників, заповідних урочищ) в сучасних умовах взагалі не здатна забезпечити їх належну охорону. Масштаби розораних степових і лучних заказників – зайвий тому доказ. Для прикладу, на цей час розорано або передано у приватну власність з цільовим призначенням “для товарного сільськогосподарського виробництва” практично всю площу степів, що входять в природно-заповідний фонд Дніпропетровщини (мінімум 55 заказників).

Однак, основною проблемою збереження трав’яних біотопів, на відміну від лісів, є негативне ставлення до них певної частини суспільства, сприйняття їх як чогось малоцінного, неугідь, закинутих земель, що потребують

господарського освоєння, розорання, заліснення тощо, нерозуміння цінності їх як осередків біорізноманіття, їх важливої ґрунтотвірної, водорегулюючої, кліматорегулюючої ролі, джерела різноманітних природних ресурсів та екосистемних послуг.

До розділу *5.3* Збереження рослинних угруповань та біотопів

***Підрозділ*5.3.2.1 Трав'яні біотопи, заходи по збереженню та відновленню**

Стратегічні цілі:

- Скорочення та припинення втрат площ та біорізноманіття трав'яних біотопів
- Вдосконалення нормативної бази щодо окремого юридичного статусу, охорони та збереження трав'яних біотопів
- Підвищення рівня екологічної свідомості землекористувачів та посадовців різних рангів щодо цінності трав'яних біотопів та їхньої ролі у підтриманні стану довкілля.

Напрямки та заходи:

Інвентаризація

- проведення повної інвентаризації всіх типів трав'яних біотопів України, насамперед, занесених до Резолюції 4 Бернської конвенції, шляхом їх картування відповідно до методичних підходів ЄС;
- створення тематичних шарів в ГІС для кожного типу біотопів загальноєвропейського значення з підключенням до Кадастрової карти
- документування локалітетів рідкісних видів рослин і тварин (занесених до Червоної книги України, Резолюції 6 Бернської конвенції) в межах трав'яних біотопів України

Управління

- розробка планів управління для усіх типів трав’яних біотопів, їх інтеграція у плани управління для територій Смарагдової мережі та проекти організації територій та об’єктів ПЗФ;
- економічне стимулювання підтримання традиційних методів землекористування трав’яними екосистемами, насамперед, у Карпатському і Поліському регіонах;
- дотримання оптимальних та екологічно обґрунтованих методів випасу і сінокосіння для різних типів трав’яних біотопів (пасовищне навантаження, породи тварин, кількість та терміни укосів, використання технічних засобів) відповідно до існуючих рекомендацій;
- для типів біотопів загальноєвропейського значення, що приурочені до бідних на поживні речовини ґрунтів, заборона використання агротехнічних заходів щодо підвищення продуктивності (внесення добрив, підсів насіння високопродуктивних злаків тощо)
- використання науково-обґрунтованого контрольованого випалювання у виняткових випадках для збереження унікальних видів рослин при неможливості організації інших заходів управління;
- для типів біотопів, що потребують регулярних порушень для тривалого існування, наприклад псамофітних, найкращим заходом охорони є використання важкої військової техніки, наприклад на військових полігонах;
- при організації туристичних маршрутів, зон стаціонарної рекреації, зокрема у гірських та приморських регіонах, їх слід влаштовувати на віддаленні від вразливих типів біотопів (сніжники, альпійські луки, приморські кліфи, відслонення гранітів та вапняків з рідкісними та ендемічними рослинами)
- механічне видалення деревно-чагарникової рослинності на початкових стадіях її проникнення до трав’яних біотопів
- при ознаках проникнення у трав’яні біотопи чужорідних видів рослин здійснення заходів по боротьбі з ними, по можливості механічним способом;

- створення національної програми щодо відновлення деградованих та порушених трав'яних біотопів з використанням сучасних методів та методик;
- створення національної програми з відтворення диких видів степової фауни задля відродження повночленності трав'яних біотопів.
- створення програми викупу територій для відновлення шляхом консервації

Моніторинг

- проведення моніторингу за станом та площами трав'яних біотопів, насамперед, в межах територій та об'єктів природно-заповідного фонду та на територіях Смарагдової мережі з використанням постійних моніторингових ділянок і періодичного картування відповідно до методичних підходів ЄС; при виявленні скорочення площ, зайнятих типом біотопів загальноєвропейського значення, вжиття відповідних, екологічно обґрунтованих методів управління;
- проведення моніторингу за станом популяцій рідкісних і зникаючих видів рослин і тварин, насамперед, в межах територій та об'єктів природно-заповідного фонду та на територіях Смарагдової мережі з використанням постійних моніторингових ділянок і періодичного картування їхніх локалітетів відповідно до методичних підходів ЄС; при виявленні скорочення чисельності та площ популяцій зазначених видів, вжиття відповідних, екологічно обґрунтованих методів управління;
- проведення моніторингу за поширенням інвазійних чужорідних видів; при виявленні ознак інвазії – вжиття відповідних заходів щодо її усунення;
- проведення моніторингу порушень (розорювання, забудова), що призводять до знищення трав'яних біотопів, у тому числі з використанням методів дистанційного зондування; створення системи швидкого реагування на такі порушення з можливістю притягнення порушників до відповідальності.

Вдосконалення нормативно-правової бази

- введення в законодавство переважного права держави на викуп деградованих орних земель задля їх консервації, відтворення на них трав'яних біотопів та переведення їх у природно-заповідний фонд.
- впровадження в законодавство чітких економічних стимулів консервації орних деградованих земель і перетворення їх на трав'яні біотопи для приватних землевласників.
- ревізія земельного законодавств для переведення трав'яних біотопів в окрему категорію земель (на зразок земель лісогосподарського призначення для лісів) або віднесення їх до земель іншого природоохоронного призначення
- мораторій до 2030 року на зміну типу угідь з пасовищ та сіножатей на ріллю в рамках категорії земель сільськогосподарського призначення
- законодавче регулювання функціонування трав'яних біотопів на територіях Смарагдової мережі, забезпечення розробки для них планів управління та моніторингу;

Просвіта

- Організація та проведення інформаційних кампаній, спрямованих на підвищення рівня обізнаності щодо цінності і ролі трав'яних біотопів.

Очікувані результати

Передбачається, що в ході реалізації Стратегії буде повністю зупинено втрати площ трав'яних біотопів

Очікується, що до 2030 року усі типи трав'яних біотопів загальноєвропейського значення будуть включені до територій Смарагдової мережі, для яких буде розроблено відповідні плани управління

Передбачається, що завдяки стимулюванню традиційного використання трав'яних біотопів їхні втрати будуть скорочені щонайменше на 30%

Передбачається, що реалізація положень Стратегії дозволить призупинити втрати трав'яних біотопів на природно-заповідних територіях через неконтрольований туризм на 70% завдяки перерозподілу туристичних потоків.

Очікується, що буде призупинено втрати трав’яних біотопів внаслідок інвазій чужорідних видів завдяки прийняттю законодавчих документів по боротьбі з чужорідними видами і розробці відповідних загальнодержавних програм

Очікується, що будуть призупинені втрати рідкісних видів рослин і тварин на територіях ПЗФ, у тому числі Смарагдової мережі відповідно на 50% і 30% завдяки імплементації планів управління і програм моніторингу.

Пропозиції передані до Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України.

ВИСНОВКИ

1. За результатами обробки 23746 геоботанічних описів, а також залучення додаткових літературних та архівних фітосоціологічних даних за допомогою експертної системи EUNIS-ESy було ідентифіковано 30 типів трав'яних біотопів нової версії системи EUNIS, присутніх на території України.
2. Аналіз комбінованих карт реального і потенційного поширення біотопів дозволив виділити типи біотопів, які мають широке (R1A, R1B, R21, R22, R35, R36) і вузьке регіональне (R1C, R1F, R23, R41, R43, R44, R56, X36) поширення. Для деяких типів потенційне поширення виявилося значно більшим, ніж фактичне, що є свідченням низької репрезентативності описів в аналізованих фітосоціологічних базах даних.
3. Порівняльний аналіз трав'яних біотопів України за показниками видового багатства та індексів різноманітності і вирівненості угруповань засвідчив лідируючі позиції середземноморських степів з домінуванням однорічників, термофільних узлісь і сінокісних лук в усіх проведених аналізах, що пояснюється наявністю вільних еконіш для перших, екотонним ефектом для других і перевагами сінокісного режиму управління для третіх. Також аналіз продемонстрував низькі показники для галофітних біотопів, що зумовлено екстремальністю умов їхнього формування.
4. Для степових біотопів, мезофітних та мокрих і вологих лук за допомогою індекса Шеннона було визначено «гарячі» та «холодні» точки біорізноманіття. Для степових біотопів «гарячими точками» виявилися басейн Дністра і долини річок степової зони, насамперед, басейни Південного Бугу та Інгулу, а також біосферний заповідник Асканія-Нова. Для мезофітних луків «гарячою точкою» виявився Карпатський регіон із

невеликим анклавом на Буковині, а для мокрих і вологих луків – басейни Західного Бугу і Десни.

5. Найвищою біотопічною амплітудою з чужорідних видів рослин у трав'яних біотопах України відзначаються *Erigeron canadensis, Erigeron annuus, Ambrosia artemisiifolia, Grindelia squarrosa* і *Medicago sativa.* Найбільша участь чужорідних видів відмічена в описах внутрішньоконтинентальних слабо засолених алювіальних пасовищ і сінокісних лук, значно поступаються їм пустельні степи та середземноморські степи з переважанням однорічників, які посідають відповідно друге і третє місця за цим показником. А в описах присніжникових біотопів і альпійських лук на карбонатах описів за участі чужорідних видів не виявлено.
6. Найвищий рівень трансформованості за значеннями модифікованого коефіцієнту деструкції ценозу зафіксований для середземноморських степів з домінуванням однорічників, найнижчий – для присніжникових біотопів. Значна участь описів високого рівня трансформованості спостерігається для петрофітних біотопів з домінуванням однорічників та сукулентів на силікатних породах, пустельних степів, мезофітних пасовищ, вологих та мокрих пасовищ і подів.
7. Прогноз інвазійної спроможності модельних видів показав, що високий ступінь загрози для трав'яних біотопів становлять *Ambrosia artemisiifolia, Erigeron annuus, Erigeron canadensis, Grindelia squarrosa, Onobrychis viciifolia, Trifolium hybridum.* Особливої уваги потребує *Grindelia squarrosa,* що характеризується високим відсотком співпадання показників екологічних ніш з широко поширеними на території України біотопами R12, R13, R1B, R1C, R21, R22, R35, R36, R62, R63, що сприяє її швидкому поширенню у центральні та північні райони країни.

8. Встановлено, що раритетна фракція флори трав’яних біотопів України включає 255 видів рослин, занесених до діючого видання Червоної книги України (241 вид), Резолюції 6 Бернської конвенції (28 видів) та Додатків II і IV Оселищної Директиви (16 видів) і Червоного списку IUCN (категорії VU, EN, CR). Найбільша участь описів з видами раритетної фракції зафіксована для альпійських луків на карбонатних субстратах і крейдяних відслонень, де практично всі наявні описи містять види раритетної фракції. Найменша ж кількість описів з рідкісними видами зафіксована для галофітних біотопів, зокрема напівпустельних солончаків і засолених степів.
9. За результатами созологічної оцінки трав’яних біотопів за критеріями МСОП, а також оцінки впливу загроз, созологічної значимості і ризиків втрат за методикою Я.П. Дідуха з подальшої обробки було виключено два типи біотопів – орлякові зарості (R54) і трав'яна рослинність лісових вирубок (R57), як такі, що не потребують охорони. Решта оцінених трав’яних біотопів потребує охорони на національному і загальноєвропейському рівнях.
10. Результати моделювання можливих втрат раритетних видів рослин показали, що при підвищенні середньорічної температури повітря 1, 2 та 3 ºС буде втрачено відповідно 7, 65 та 80% раритетних видів трав’яних біотопів. Аналогічні результати для типів біотопів показали, що при підвищенні середньорічної температури на +1 °С ймовірно спостерігатиметься скорочення площ половини проаналізованих біотопів, підвищення на +2 °С може стати причиною втрати 23,3 %, а на на +3 °С може призвести до незворотніх змін та втрат 77 % досліджених біотопів.
11. Встановлено, що побудова спектральних сигнатур типів біотопів уможливлює виявлення максимально дискримінантних сезонних періодів та каналів супутникової з’йомки для конкретних типів біотопів у

конкретних умовах, що спрощує розрахунки моделей автоматизованого дешифрування типів, мінімізує похибки мультиколінеарності, заощаджує системні ресурси, необхідні для обчислення. З використанням цього підходу було обчислено спектральні характеристики для 28 типів трав'яних біотопів України.

12. Загальна площа територій, що були інтерпретовані як приналежні до трав'яних біотопів за даними ESA Landcover 2020, склала 130620,1 км^2. Ці дані перевищують сукупну площу природних трав'яних біотопів України орієнтовно на 20% за рахунок деяких антропогенних біотопів. Однак, на сьогоднішній день, це максимально наближений до реальності спосіб автоматизованого виділення типів земної поверхні. Водночас, ми вважаємо отримані дані такими, що відображають відносні площі трав'яних біотопів, і не повинні тракуватися як абсолютні значення площ.
13. За підсумками аналізу динаміки площ трав'яних біотопів в Українських Карпатах їх сукупна площа у 1988-1991 р. становила 20626 км^2, а у 2018-2021 рр. – 16556 км^2. Тобто за 30 років було втрачено 3808 км^2 гірських луків, але водночас з'явилося 1171 км^2 нових на тих місцях, де 30 р. тому їх не було. Сукупне негативне сальдо можна оцінити в 2637 км^2.
14. В ході польових досліджень було закладено постійні моніторингові ділянки для 28 типів трав'яних біотопів України. Для кожного з досліджених типів біотопів було обрано еталонні описи. Під час польових досліджень було виявлено новий для території України вид вищих судинних рослин – *Torilis pseudonodosa*, чотири нові для України види лишайників (*Buellia ocellata*, *Endocarpon loscosii*, *Sagedia zonata*, *Cladonia conista*) і два нові для України види ліхенофільних грибів (*Cecidonia xenophana* та *Endococcus protoblasteniae*).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. *Grasslands of the World: Diversity, Management and Conservation* / V. R. Squires , J. Dengler, L.Hua, H.Feng (Eds.). Boca Raton-London-New York: CRC Press, 2018. 412 p.
2. Roleček, J., Dřevojan, P., Hájková, P., & Hájek, M. Report of new maxima of fine-scale vascular plant species richness recorded in East-Central European semi-dry grasslands. *Tuexenia.* 2019, №39. P. 423–431.
3. Török P., Janišová M., Kuzemko A. et al. Grasslands, their Threats and Management in Eastern Europe. *Grasslands of the World: Diversity, Management and Conservation* / V. R. Squires, J. Dengler, L. Hua, H. Feng (Eds.). Boca Raton-London-New York: CRC Press, 2018. P. 64-88.
4. Онищенко В. А. *Оселища України за класифікацією EUNIS*. Київ: Фітосоціоцентр, 2016. 56 с.
5. *Тлумачний посібник оселищ Резолюції 4 Бернської конвенції, що знаходяться під загрозою і потребують спеціальних заходів охорони* Перша версія адаптованого неофіційного перекладу з англійської (третього проекту офіційної версії 2015 року) / А. А. Куземко та ін. Київ, 2017. 124 с.
6. *Залучення громадськості та науковців до проектування мережі Емеральд (Смарагдової мережі) в Україні*. / за ред. А. А. Куземко. Київ, 2017. 304 с.
7. Куземко А. А. Види та біотопи з додатків Оселищної Директиви в Україні. *Мережа NATURA 2000 як інноваційна система охорони рідкісних видів та оселищ в Україні. Серія «Conservation Biology in Ukraine» (1)*: матеріали науково-практичного семінару, м. Київ, 15 лютого 2017 р. Київ, 2017. С. 64 – 70.
8. *Національний каталог біотопів України* / за ред. А. А. Куземко, Я. П. Дідуха, В. А. Онищенка, Я. Шеффера. Київ: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. 442 с.
9. *Біотопи лісової та лісостепової зони України* / за ред. Я. П. Дідуха. Київ: ТОВ «Макрос», 2011. 288 с.

10. *Біотопи Гірського Криму* / за ред. Я. П. Дідуха, Київ: Інтерсервіс, 2016. 292 с.

11. *Біотопи степової зони України* / Ред. академік НАН України Я.П. Дідух. – Київ – Чернівці: ДрукАРТ, 2020, 392с.

12. Chytrý M., Tichý L., Hennekens S.M. et al. EUNIS Habitat Classification: Expert system, characteristic species combinations and distribution maps of European habitats. *Applied Vegetation Science*. 2020. №23 (4). P. 648-675.

13. Kuzemko A. Ukrainian grasslands database. *Biodiversity & Ecology*, 2012, №4. P.430 – 430.

14. Куземко А.А., Вашеняк Ю.А., Буджак В.В. та ін. База даних трав'яної рослинності України (Ukrainian Grassland Database): сучасний стан та перспективи розвитку. *Класифікація рослинності та біотопів України: матеріали четвертої науковотеоретичної конференції* (Київ, 25–26 березня 2020 р.) / За ред. акад. НАН України Я.П. Дідуха. Київ, 2020, С.89–100.

15. Vynokurov D., Didukh Y., Krasova O., et al. Eastern European Steppe Database. *Vegetation Classification and Survey*. 2020. № 1: P. 149–150.

16. Буджак В.В., Чорней І.І., Токарюк А.І. та ін. База даних "Vegetation of Bukovyna+". *Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: матеріали П'ятої міжнар. наук.-прак. конф*. (19 квітня 2018 р., м. Чернівці) / наук. ред. І.І. Чорней, І.В. Скільський, А.В. Юзик. Чернівці: Друк Арт, 2018.С. 86–90.

17. Dziuba T.P., Dubyna D.V. Database of halophytic and littoral vegetation of Ukraine. *Phytocoenologia*. 2021. № 4. P. 329 –338.

18. Hennekens S. M., & Schaminée J. H. J. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*. 2001, №12. P. 589 – 591.

19. Tichý L. JUICE, software for vegetation classification. Journal of Vegetation Science. 2002, №13. P. 451–453.

20. Черепанов С. К. *Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР).* Санкт-Петербург: Мир и семья-95, 1995. 992 с.

21. Boiko M.F. The Second checklist of Bryobionta of Ukraine. *Chornomors'k. bot. z.*, 2014, 10 (4). P. 426–487.

22. Kondratyuk S.Y., Popova L.P., Khodosovtsev O.Y., Lőkös L., Fedorenko N.M., Kapets N.V. The fourth checklist of Ukrainian lichen-forming and lichenicolous fungi with analysis of current additions. *Acta Botanica Hungarica*. 2021. 63(1–2). P. 97–163.

23. Малиновський К.А., Крічфалушій В.В. Рослдинність України Високогірна рослинність. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 230 с.

24. *Червона книга України. Рослинний світ* / за ред. Я.П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

25. *Revised Annex I of Resolution 6 (1998) of the Bern Convention listing the species requiring specific habitat conservation measures* (year of revision 2011) – https://eunis.eea.europa.eu/references/2443/species

26. *Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora* – OJ L 206, 22.7.1992. – http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:EN:PDF

27. Протопопова В.В. *Синантропная флора Украины и пути ее развития* / отв. ред. Д. Н. Доброчаева; АН УССР, Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного. Киев: Наукова думка, 1991. 204 с.

28. Kornaś J.A. Geographical-historical classification of synanthropic plants. *Mater. Zakl. Fitosoc. Stos*. UW. 1968. №25. P. 33–41.

29. Richardson D.M., Pysek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. *Diversity and Distributions*. 2000. №6. P. 93–107.

30. Куземко А.А. Ступінь антропогенної трансформації справжньолучних фітоценозів лісової та лісостепової зон рівнинної частини України. *Збірник наукових праць Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України. Автохтонні та інродуковані рослини України*. 2006. Вип.2. С.29-34.

31. Shannon C. E. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*. 1948, №27. P. 379 – 423 and P. 623 – 656.

32. Spellerberg I. F., Peter J. F. A tribute to Claude Shannon (1916–2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the 'Shannon–Wiener's Index. *Global ecology and biogeography*. 2003, №12 (3). P.177 – 179.

33. Simpson, E. H. Measurement of diversity. *Nature*. 1949, №163 (4148). P. 688.

34. Tucker C. M.; Cadotte M. W.; Carvalho S. B.; Davies T. J.; Ferrier S.; Fritz S. A.; Grenyer R.; Helmus M. R.; Jin L. S. A guide to phylogenetic metrics for conservation, community ecology and macroecology: A guide to phylogenetic metrics for ecology". *Biological Reviews.* 2017, № 92 (2). P. 698–715.

35. Pielou E. C. Ecological Diversity. New York: Wiley, 1975. 165 p.

36. Pielou E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*. 1966, №13. P. 131 – 144.

37. Smith B. & Wilson J. B. A consumer's guide to evenness indices. *Oikos*. 2011, №76. P. 70 – 82.

38. R Core Team R: *A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.* Vienna, Austria. 2021. URL https://www.R-project.org/.

39. Carlson C.J. embarcadero: Species distribution modelling with Bayesian additive regression trees in r. *Methods in Ecology and Evolution.* 2020. №11. P. 850–858.

40. Fick S.E., Hijmans R.J. World Clim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 2017. №37. P. 4302–4315.

41. Didukh Y. P. *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv: Phytosociocentre, 2011. 176 p.

42. Дідух Я. П., Куземко А. А., Вакаренко Л. П. Оцінка значимості та кадастр рідкісних біотопів України для збереження біорізноманіття та моніторингу довкілля. *Класифікація рослинності та біотопів України*: матеріали третьої науково-теоретичної конференції, м. Київ, 19–21 квітня 2018 р. Київ, 2018. С.6 – 36.

43. Janssen J.A.M., Rodwell J.S., García Criado M., et al. *European Red List of Habitats – Part 2. Terrestrial and freshwater habitats.* Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016. 44 p.

44. European Space Agency. 2021. "Copernicus Sentinel Data 2021."

45. Breiman L. "Random Forests." *Machine Learning.* 2001. 45 (1): 5–32.

46. Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*. 2017. №202. P.18–27.

47. QGIS Development Team. *QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.* 2020. http://qgis.osgeo.org

48. Liaw A., Wiener M. "Classification and Regression by RandomForest." *R News*. 2002. №2. P. 18–22.

49. Zanaga, D., Van De Kerchove, R., De Keersmaecker, W., et al. *ESA WorldCover 10 m 2020 v100* [Data set]. 2021. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.5571936.

50. Schaminée J. H. J., Chytrý M., Hennekens S. M., et al. *Updated crosswalks, formal query routines and indicator species of the revised EUNIS Habitat Classification with the European Vegetation Classification for vegetated man-made habitats and aligning of crosswalks between European Red List habitats and Annex I habitats with crosswalks between EUNIS habitats and Annex I habitats.* Report to the European Environment Agency. Wageningen: Wageningen Environmental Research, 2020. 47 p.

51. Schaminée J. H. J., Chytrý M., Hájek M., et al. (2019) *Updated crosswalks of the revised EUNIS Habitat Classification with the European Vegetation Classification and the European Red List Habitats for EUNIS coastal habitats and mires*. Report to the European Environment Agency. Wageningen: Wageningen Environmental Research, 2019. 541 p.

52. Schaminée J. H. J., Chytrý M., Hennekens S. M., et al. *Updated crosswalk of the revised EUNIS Habitat Classification with the European Vegetation Classification and*

Indicator Species for the EUNIS Grassland, Shrubland and Forest Types. Report to the European Environment Agency. Wageningen: Wageningen Environmental Research, 2018. 1047 p.

53. Shyriaieva, D., & Prylutskyi, O. Exploratory analysis of the spectral reflectance curves of habitat types: A case study on Southern Bug River valley, Ukraine. *63rd IAVS Annual Symposium: Book of Abstracts*, 2021. P.153.

54. Novikov A. Developing the GIS-based maps of the geomorphological and phytogeographical division of the Ukrainian Carpathians for routine use in biogeography. *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography*, 2021. №36: a009.

55. Dengler J., Boch S., Filibeck G. et al. Assessing plant diversity and composition in grasslands across spatial scales: the standardised EDGG sampling methodology. *Bulletin of the Eurasian Dry Grassland Group*. 2016. №32. P. 13−30.

56. Dengler J. Pitfalls in small-scale species-area sampling and analysis. *Folia Geobotanica*. 2008. №43. P. 269–287.

57. Williamson M. Species-area relationships at small scales in continuum vegetation. *Journal of Ecology*. 2003. № 91. P. 904–907.

58. Hill M. O. TWINSPAN — a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by the classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York. 1979. 90 pp.

59. Kvålseth T. O. Evenness indices once again: critical analysis of properties. *Springer Plus*. 2015, №4 (1). P. 232.

60. Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.

61. Reid, W.V. Biodiversity hotspots. *Trends in Ecology & Evolution*. 1998. №13. P. 275–280.

62. Biurrun I., Pielech R., Dembicz I., et al. Benchmarking plant diversity of Palaearctic grasslands and other open habitats. *Journal of Vegetation Science*, 2021, 32(4): e13050.

63. Euro+Med (2006–2020) *Euro+Med PlantBase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity*. Available at: http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/

64. DAISIE *Handbook of Alien Species in Europe*. Dordrecht: Springer, 2009, 421 p.

65. van Kleunen, M., Pyšek, P., Dawson, W., Essl, F., Kreft, H., Pergl, J. *et al*. The Global Naturalized Alien Flora (GloNAF) database. *Ecology*. 2019, №100, e02542.

66. Axmanová I., Kalusová V., Danihelka J. et al. Neophyte invasions in European grasslands. *Journal of Vegetation Science*. 2021. №32, e12994.

67. *IUCN Red List Categories and Criteria*: Version 3.1. Species Survival Commission, World Conservation Union (IUCN). Gland, Switzerland and Cambridge, 2001. 30 p.

68. Keith, D.A., Rodriguez, J.P., Rodriguez-Clark, et al. Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. *PLoS ONE*. 2013б № 8(5): e62111.

69. Буджак В.В. Дідух Я.П. Синфітоіндикаційна оцінка оселищ рослин Червоної книги України та ризиків їх втрат під впливом кліматогенних змін // Укр. ботан. журн. 2020, № 6. С. 434–453.

70. Didukh Y. Climate Change Assessment Based on Synphytoindication Method. In: Lackner M., Sajjadi B., Chen WY. (eds) *Handbook of Climate Change Mitigation and Adaptation*. Springer, New York, 2021. P.1-56.

71. Дідух Я.П. Эколого-ценотические особенности поведения некоторых реликтовых и редких видов в свете теории оттеснения реликтов. В кн.: *Етюди фітоекології*. Київ: Арістей, 2008. С.104–126.

72. Ali, I., Cawkwell, F., Dwyer, E., Barrett, B., & Green, S. Satellite remote sensing of grasslands: From observation to management. *Journal of Plant Ecology*. 2016. №9(6). P. 649–671.

73. Xue J., Su B. Significant Remote Sensing Vegetation Indices: A Review of Developments and Applications. *Journal of Sensors*. 2017. Article ID 1353691. P. 1–17.

74. Abdi, A. M. Land cover and land use classification performance of machine learning algorithms in a boreal landscape using Sentinel-2 data. *GIScience & Remote Sensing*. 2020. *57*(1), 1–20.

75. Sun C., Fagherazzi S., Liu Y. Classification mapping of salt marsh vegetation by flexible monthly NDVI time-series using Landsat imagery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2018. №*213*. P. 61–80.

76. Thapa S., Garcia Millan V. E., Eklundh, L. Assessing Forest Phenology: A Multi-Scale Comparison of Near-Surface (UAV, Spectral Reflectance Sensor, PhenoCam) and Satellite (MODIS, Sentinel-2) Remote Sensing. *Remote Sensing*. 2021. №13(8). P. 1597.

77. Kowalski K., Okujeni A., Brell M., Hostert P. Quantifying drought effects in Central European grasslands through regression-based unmixing of intra-annual Sentinel-2 time series. *Remote Sensing of Environment*, 2022. 268, 112781.

78. Griffiths P., Müller D., Kuemmerle T., Hostert P. Agricultural land change in the Carpathian ecoregion after the breakdown of socialism and expansion of the European Union. Environmental Research Letters. 2013. №8(4), 045024.

79. Munteanu C., Kuemmerle T., Boltiziar M. et al. Forest and agricultural land change in the Carpathian region—A meta-analysis of long-term patterns and drivers of change. Land Use Policy. 2014. №38. P. 685–697.

80. Warchalska-Troll A., Troll M. Summer livestock farming at the crossroads in the Ukrainian Carpathians. Mountain Research and Development. 2014. 34(4). P. 344–355.

81. Михайлишин, Я. Карпатська різанина. Texty.Org.Ua. 2016. https://texty.org.ua/d/deforestation/

82. Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., et al. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. Science. 2013. 342(6160). P. 850–853.

83. Kuemmerle T., Chaskovskyy O., Knorn, J., et al. Forest cover change and illegal logging in the Ukrainian Carpathians in the transition period from 1988 to 2007. Remote Sensing of Environment. 2009. 113(6). P. 1194–1207.

84. Kuzemko A., Bezrodnova O., Savchenko G., et al. Syntaxonomy and scale-dependent species diversity of plant communities on chalk outcrops in the Kharkiv region (Ukraine). *Palaearctic Grasslands*. 2018. № 37. P. 14–25.

85. *Продромус рослинності України* / Д.В. Дубина, Т.П. Дзюба, С.М. Ємельянова та ін. Київ: Наукова думка, 2019. 784 с.

86. Chytrý M., Tichý L., Holt J. & Botta-Dukát Z. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*. 2002, №13. P. 79–90.

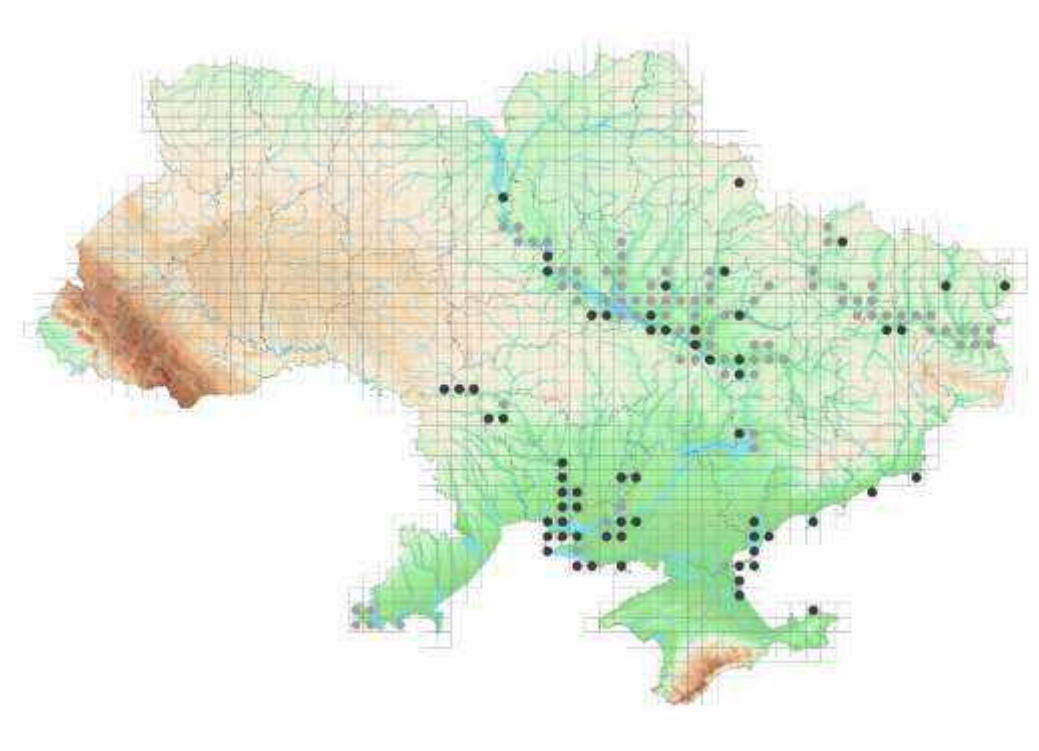
87. Балашов И.А. *Фауна Украины. Том 29. Моллюски. Вып. 5. Стебельчатоглазые (Stylommatophora).* Киев: Наукова думка, 2016. 592 с.

88. Merz B. & Korneyev V.A. *Tephritidae*. In: Pape, T. & Beuk, P., coord. Diptera. *Fauna Europaea version* 2013. https://fauna-eu.org

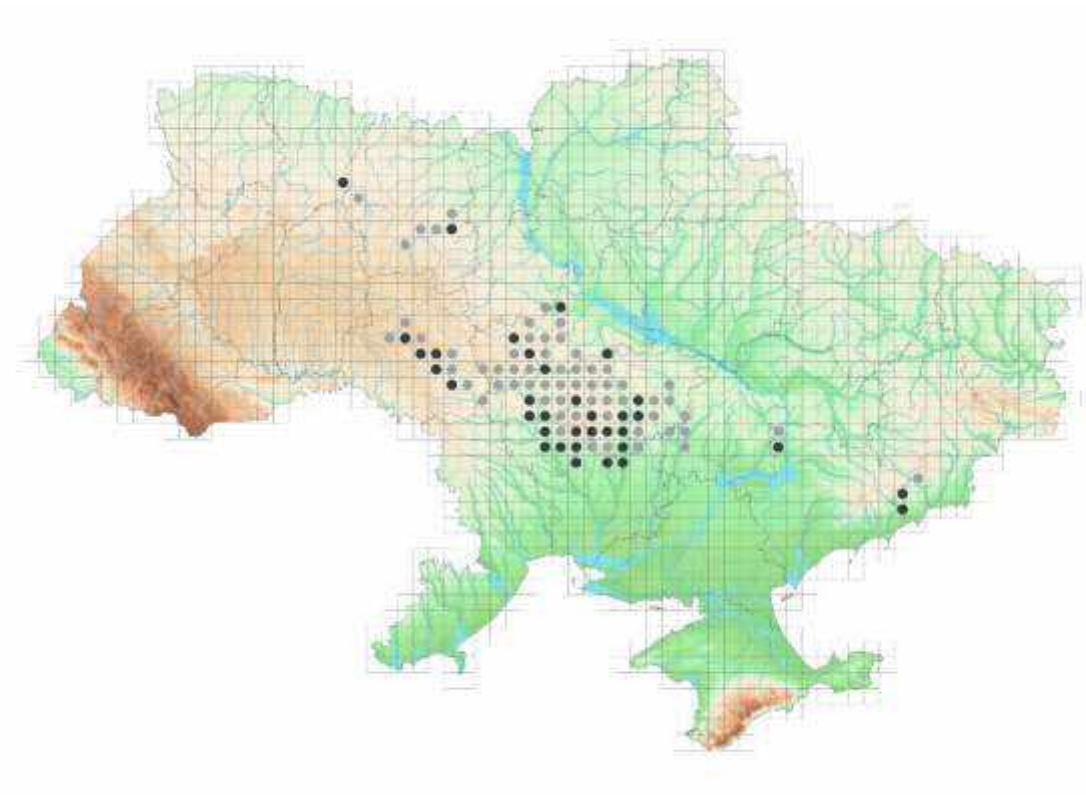
89. Wilson D. E. & Reeder D.M. (eds). Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed), Johns Hopkins University Press, 2005. 142 p.

ДОДАТОК А

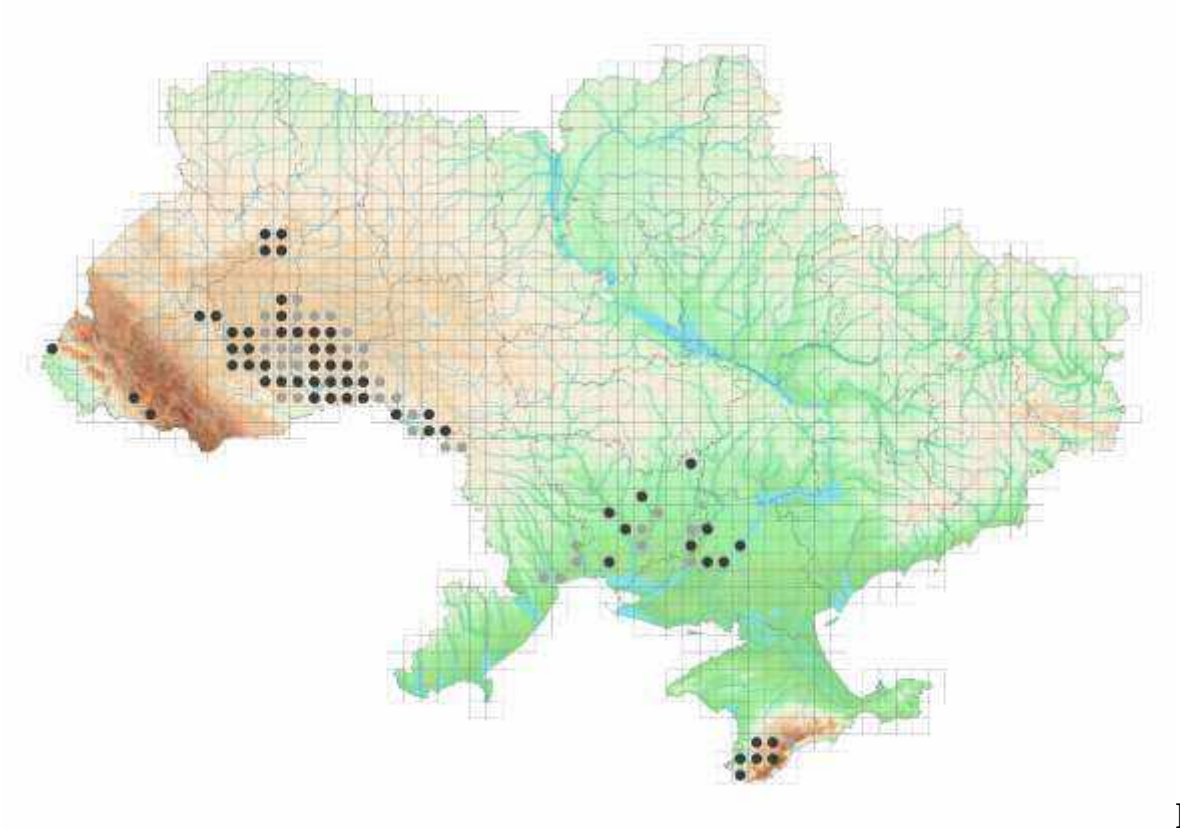
Комбіновані карти поширення типів трав'яних біотопів в Україні



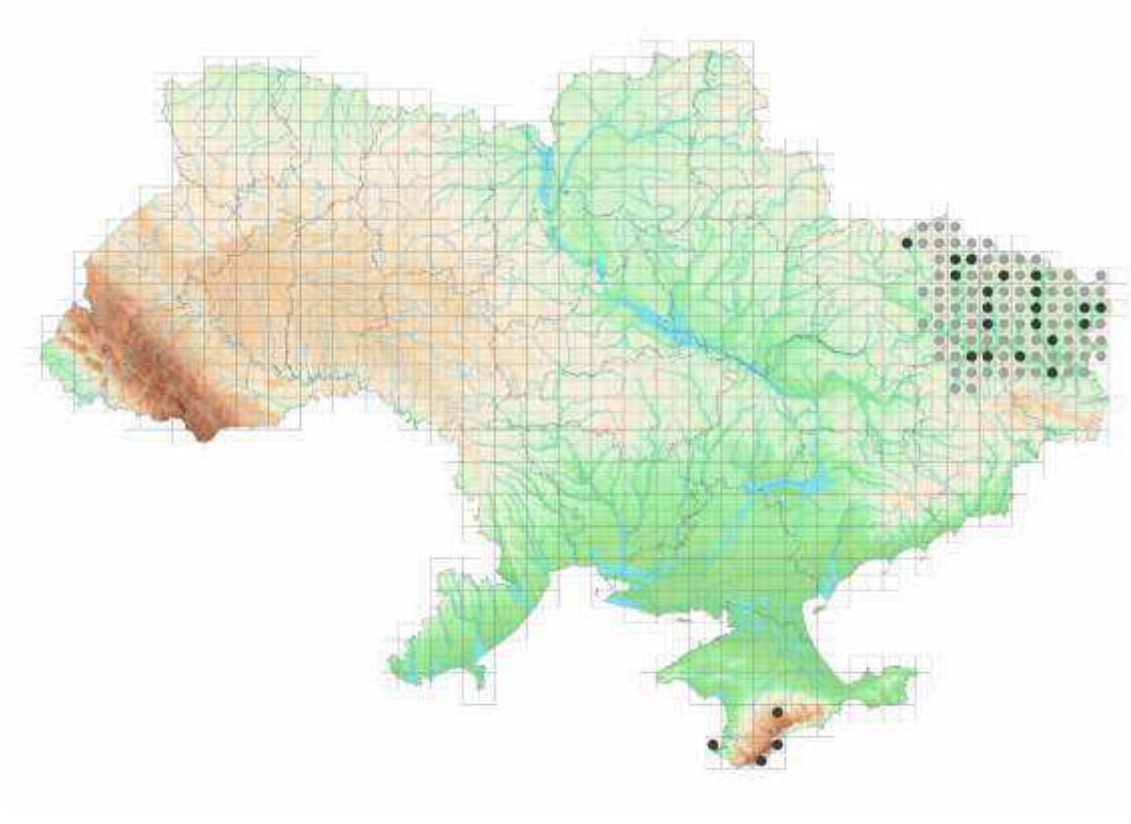
R11



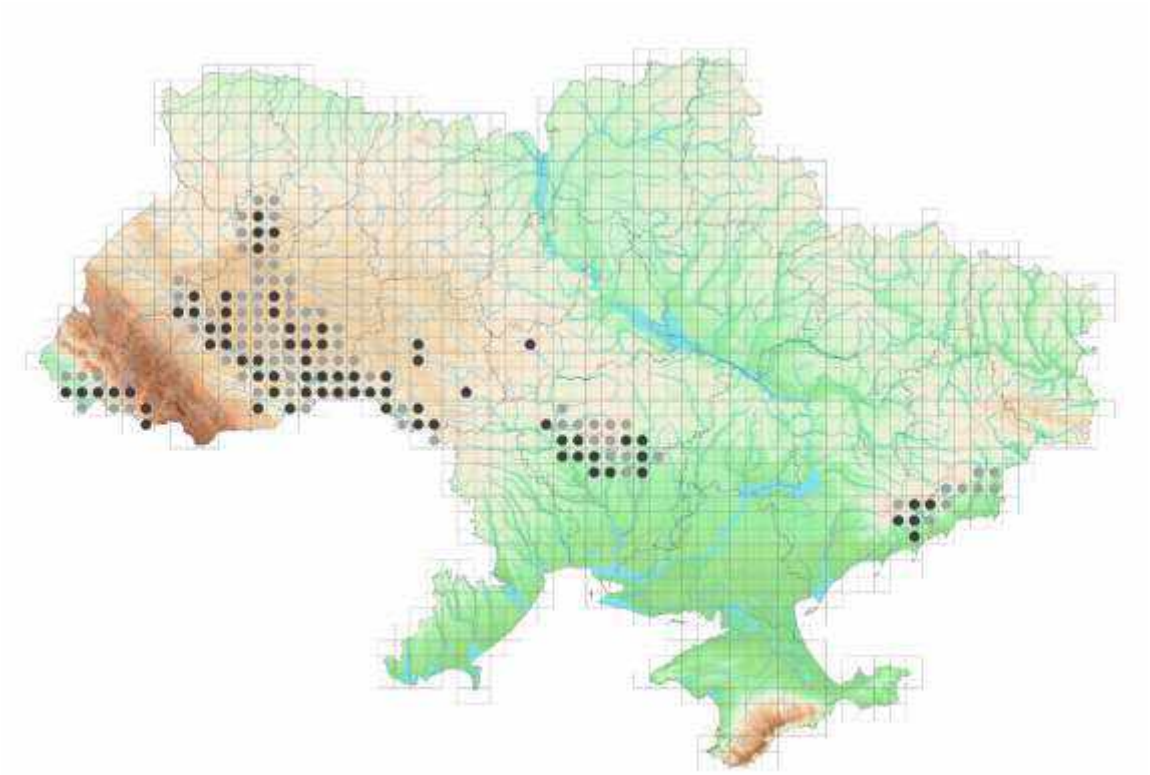
R12



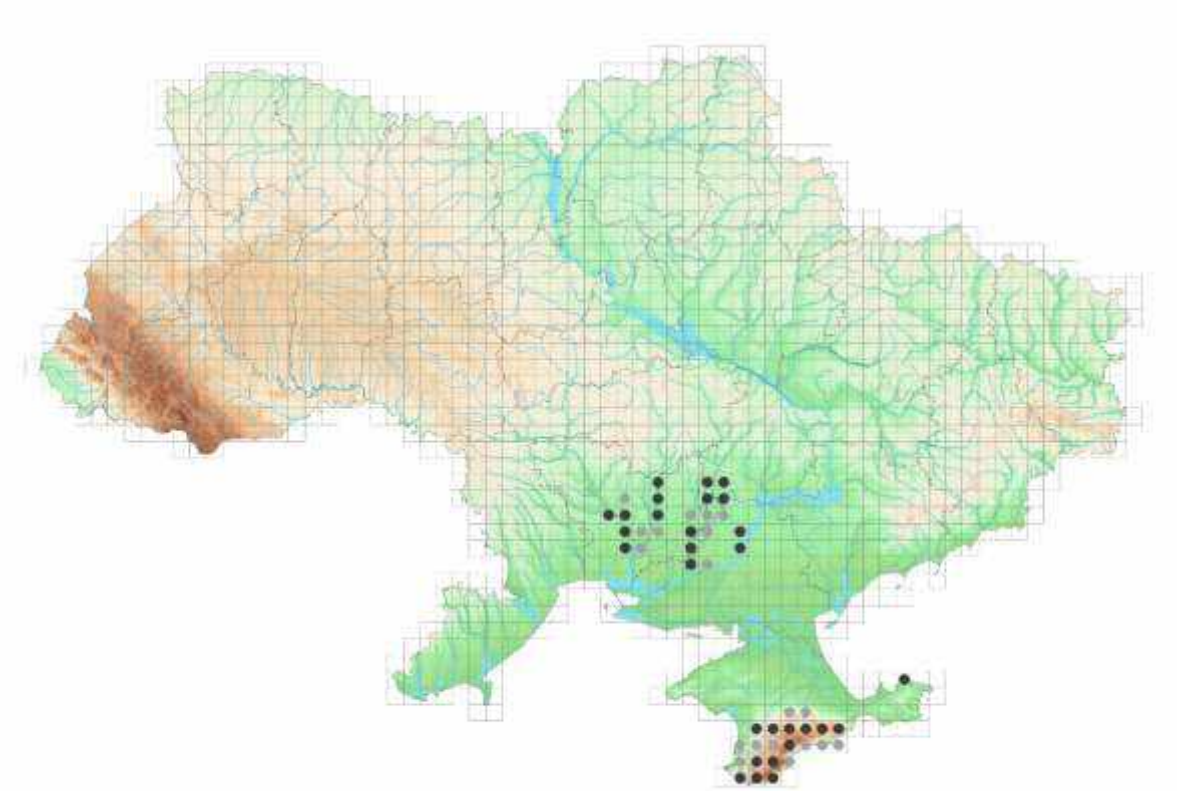
R13



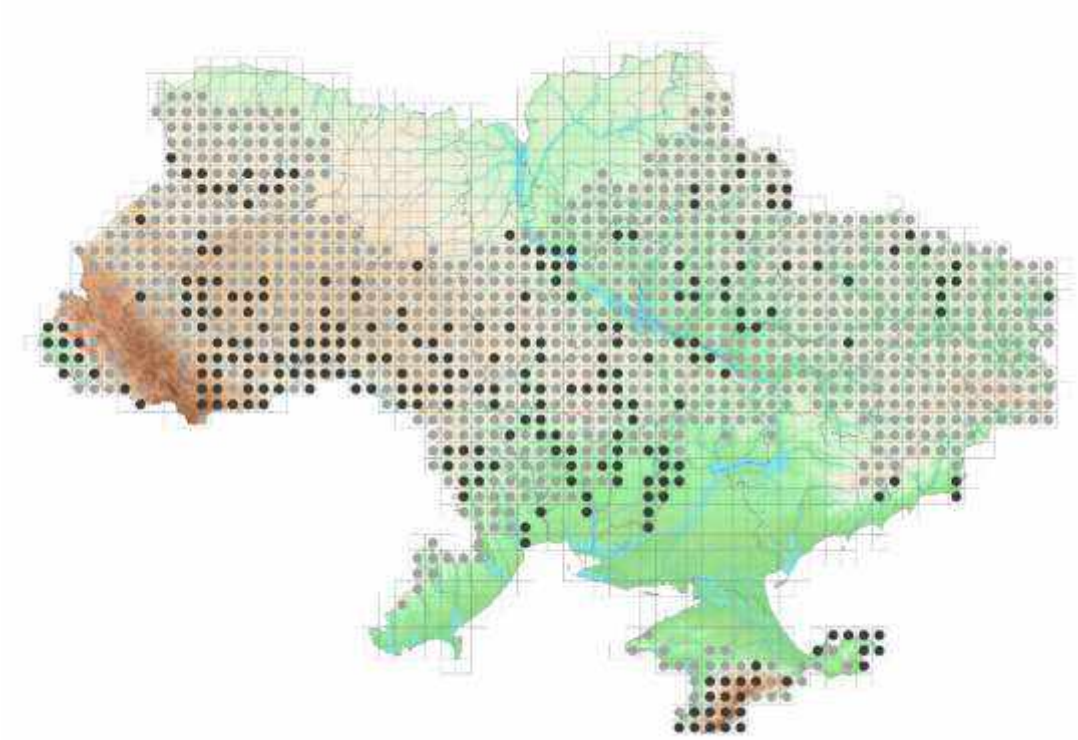
R15



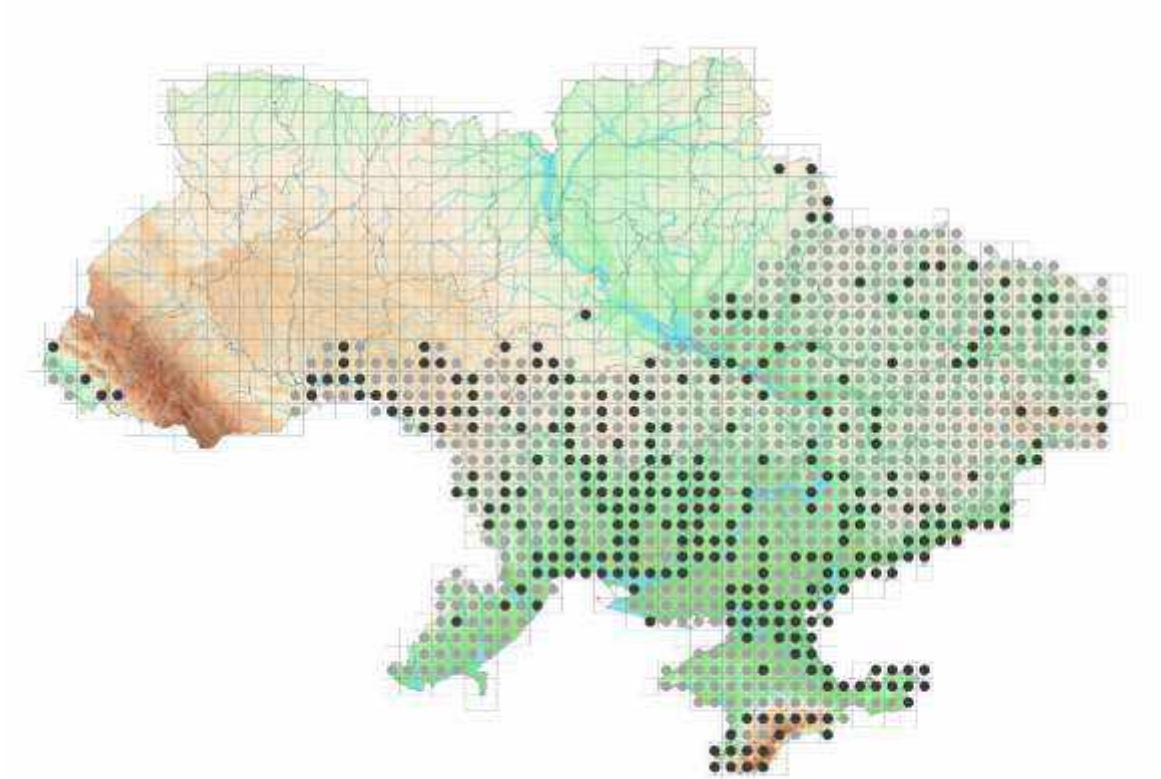
R16



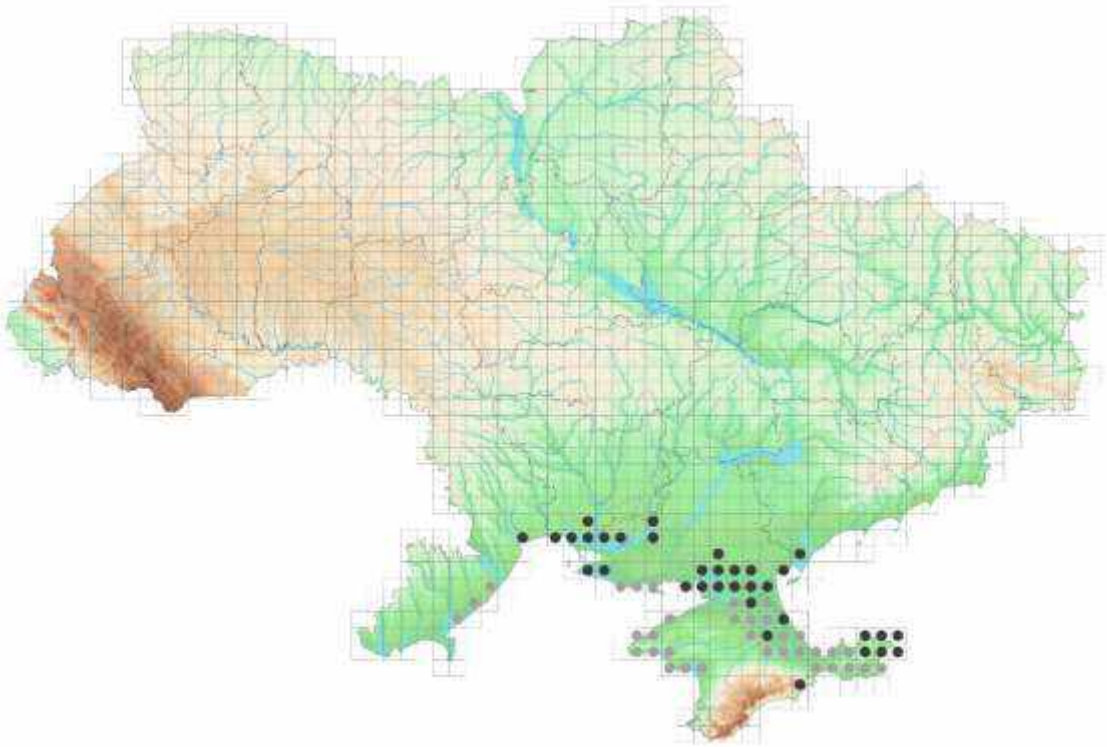
R18



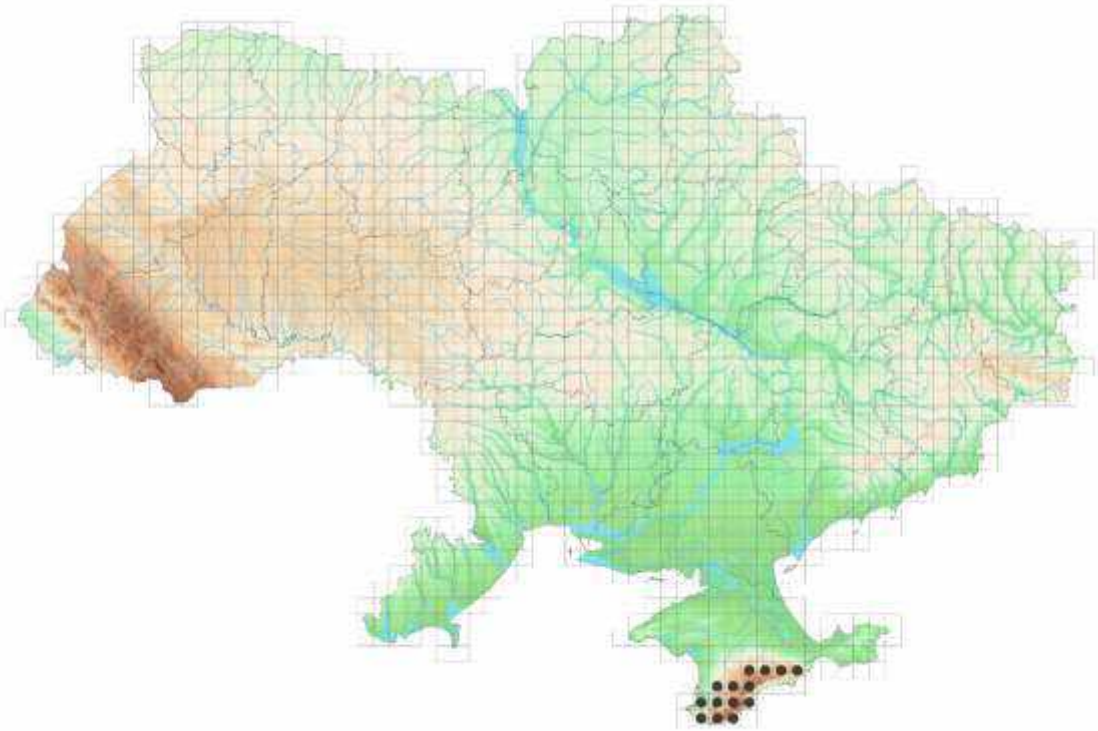
R1A



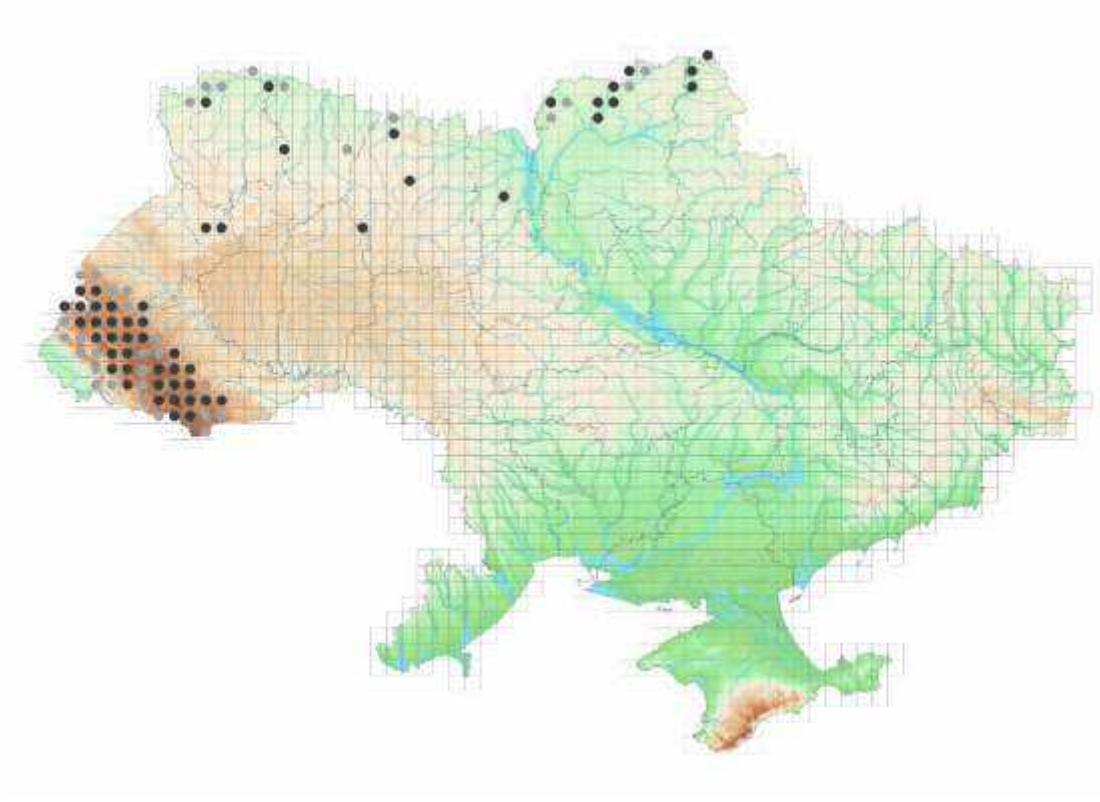
R1B



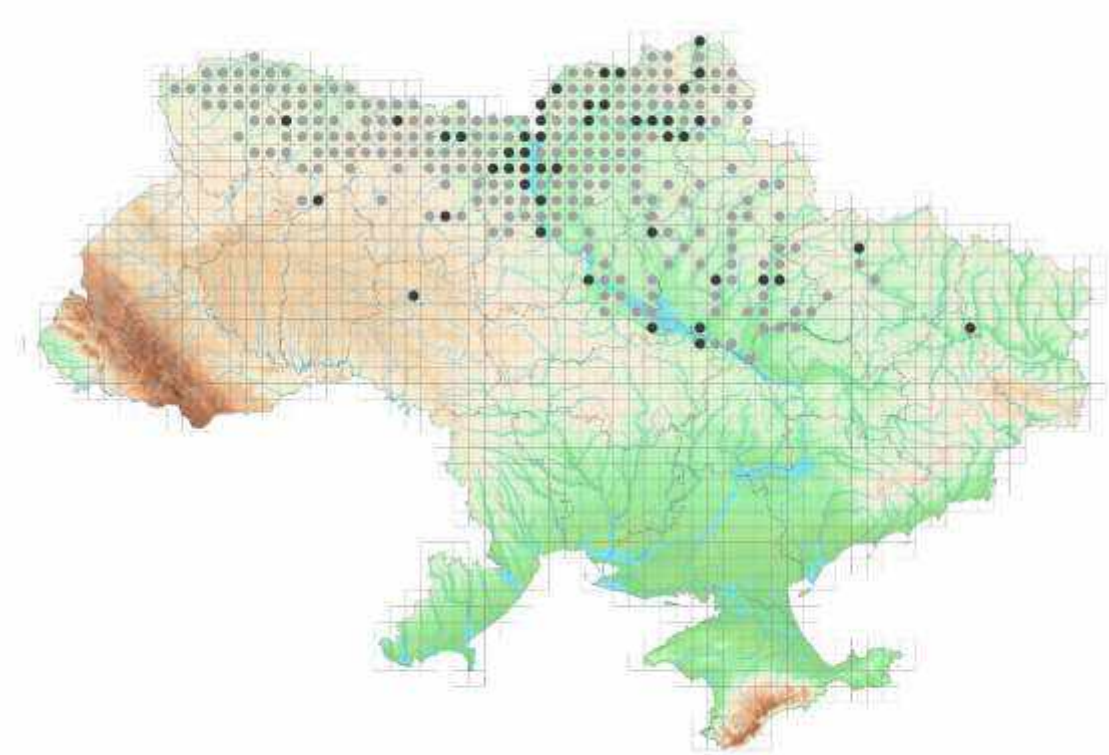
R1C



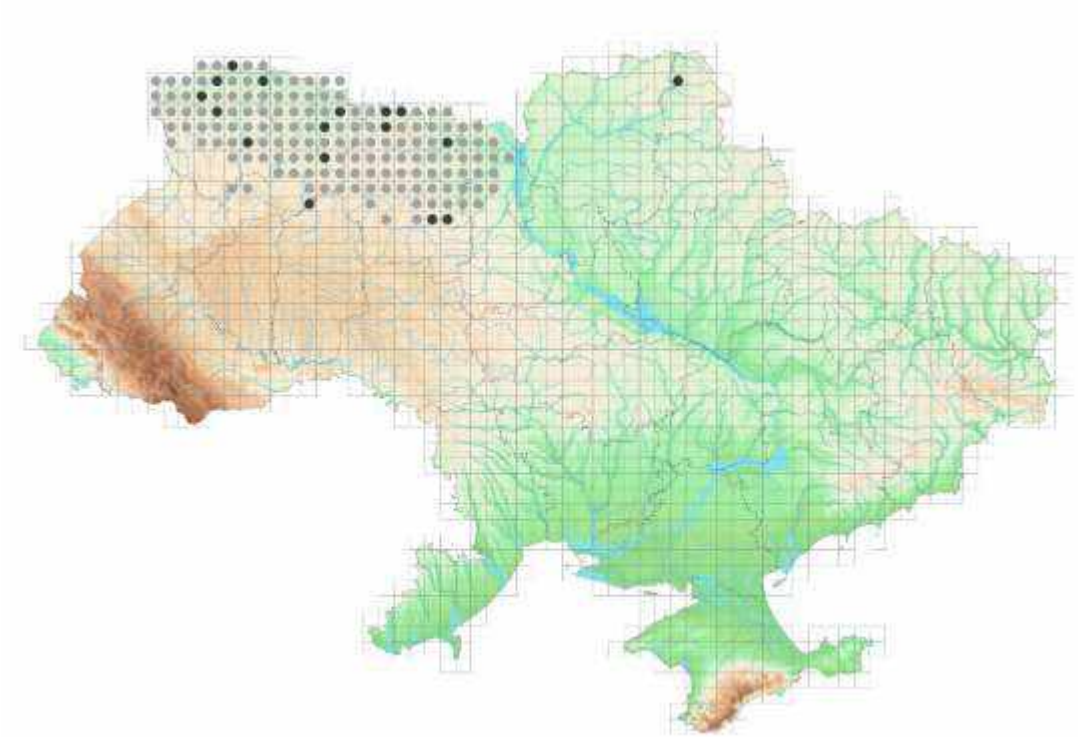
R1F



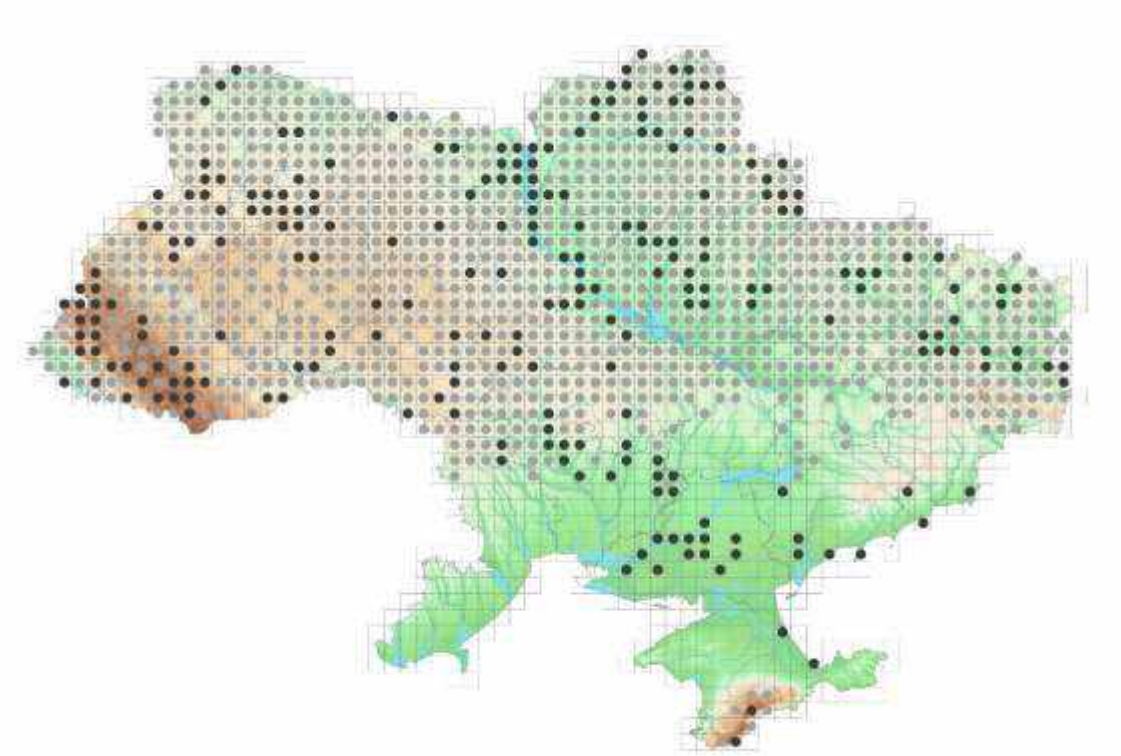
R1M



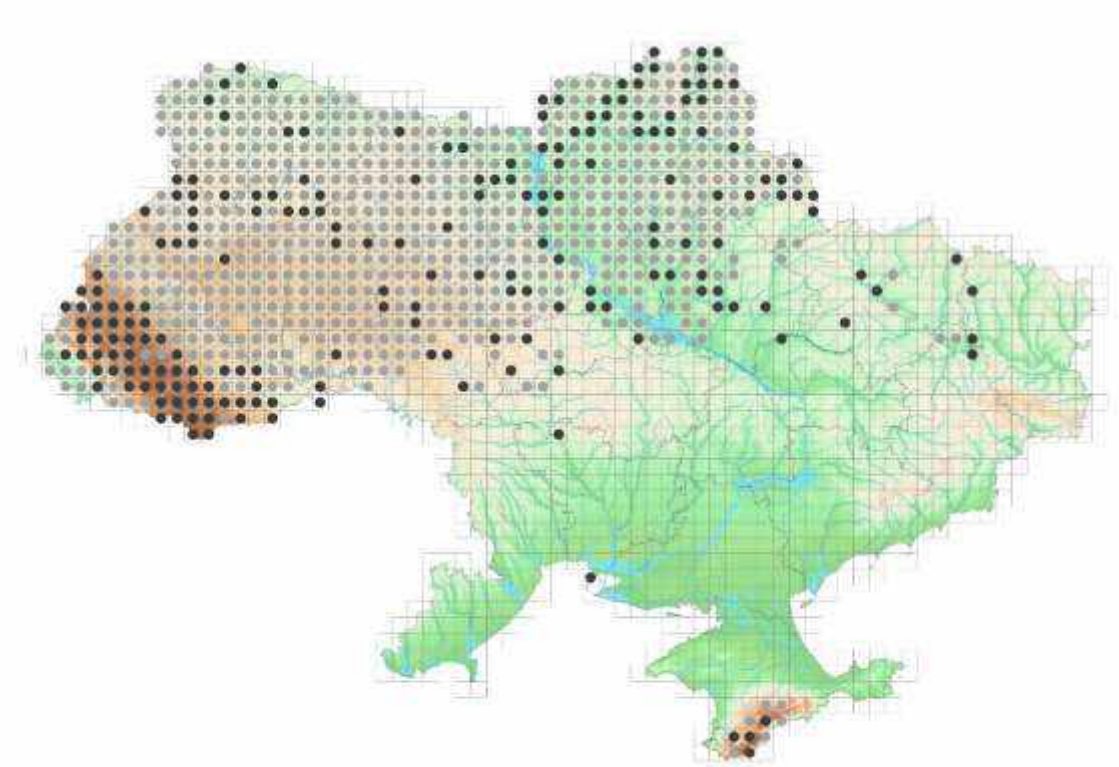
R1P



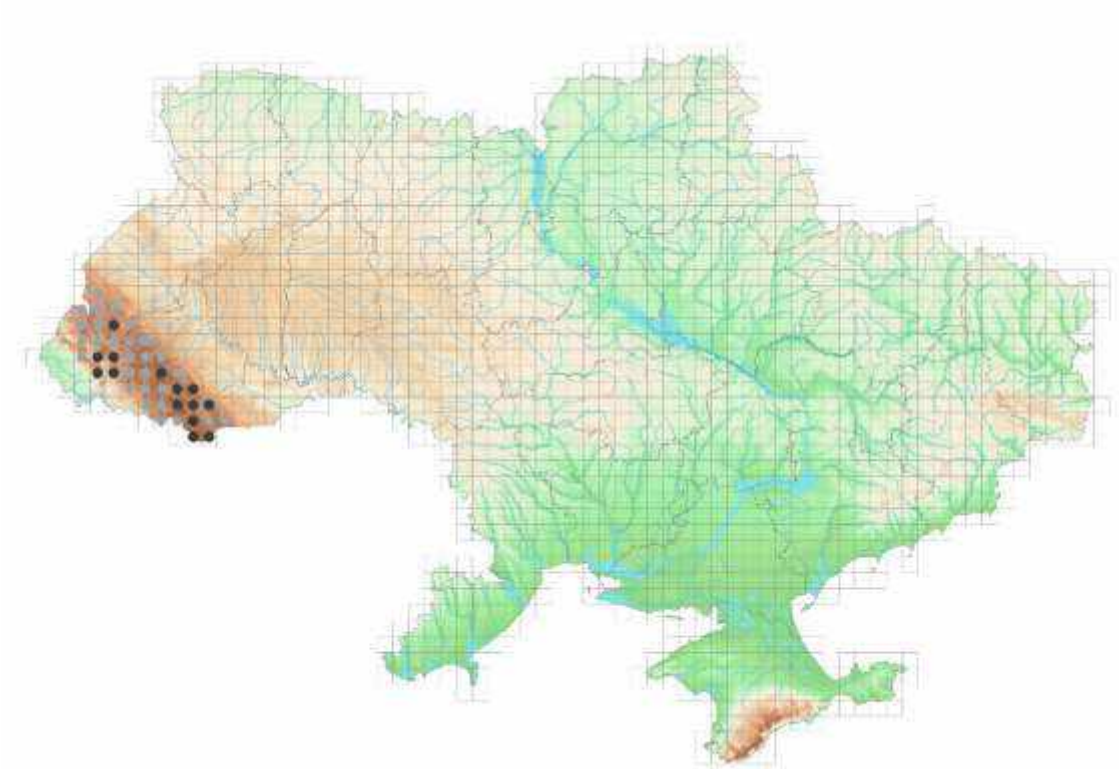
R1Q



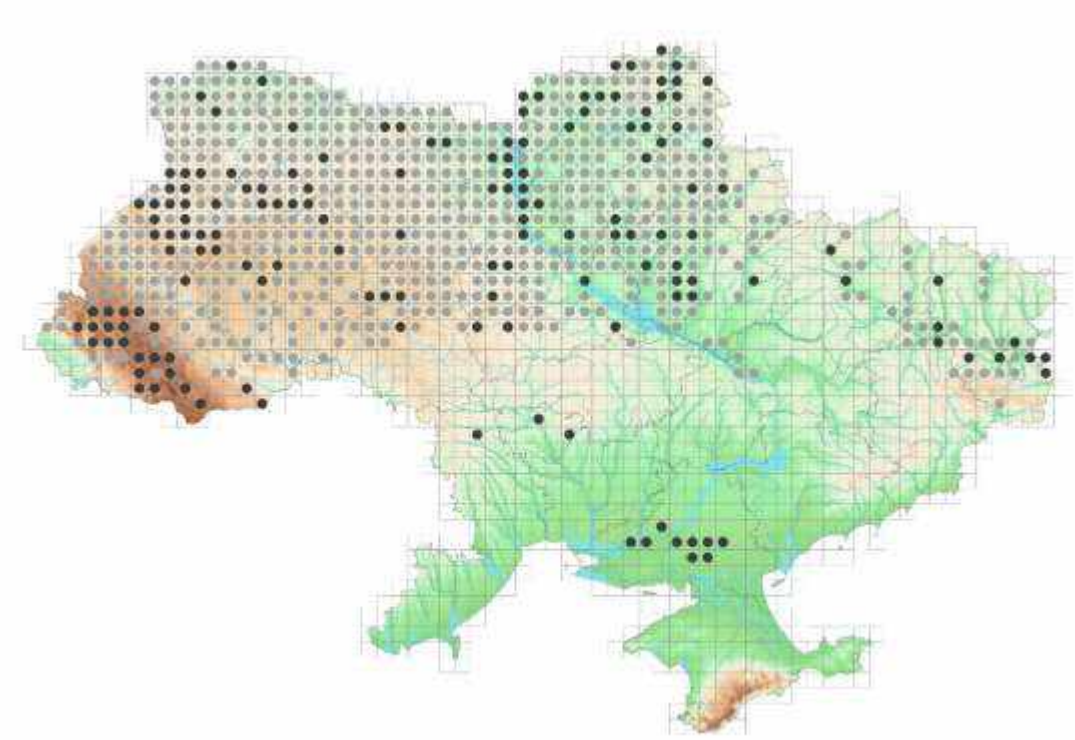
R21



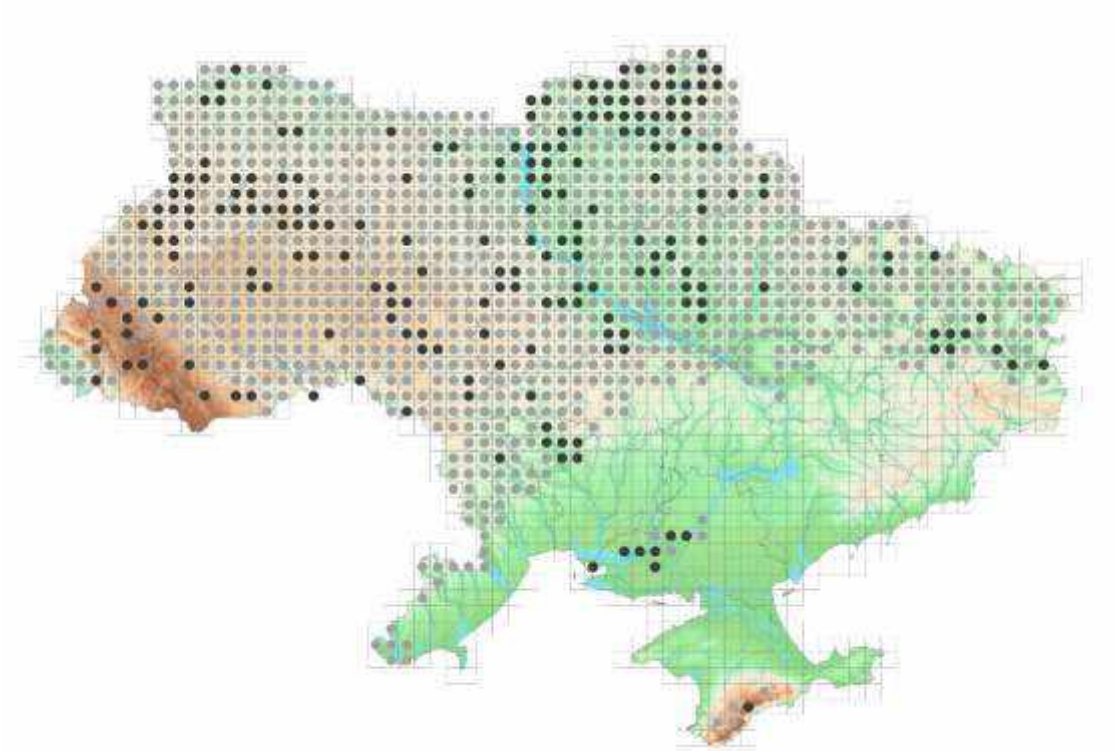
R22



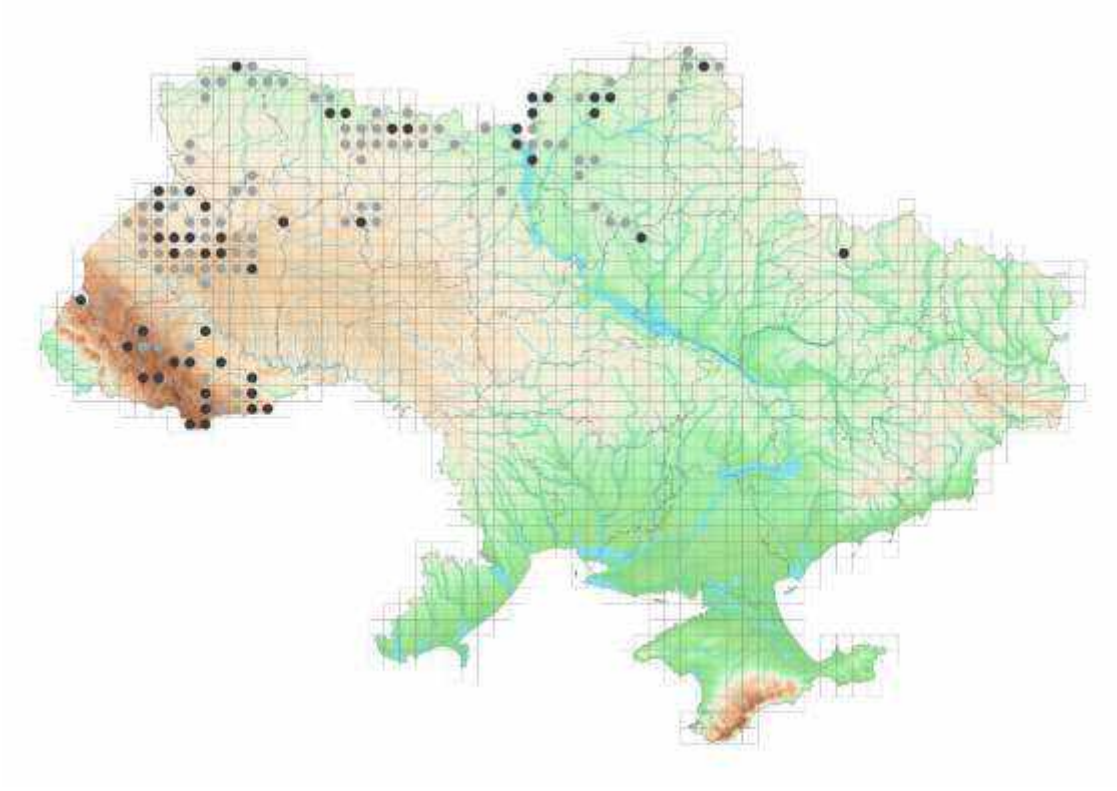
R23



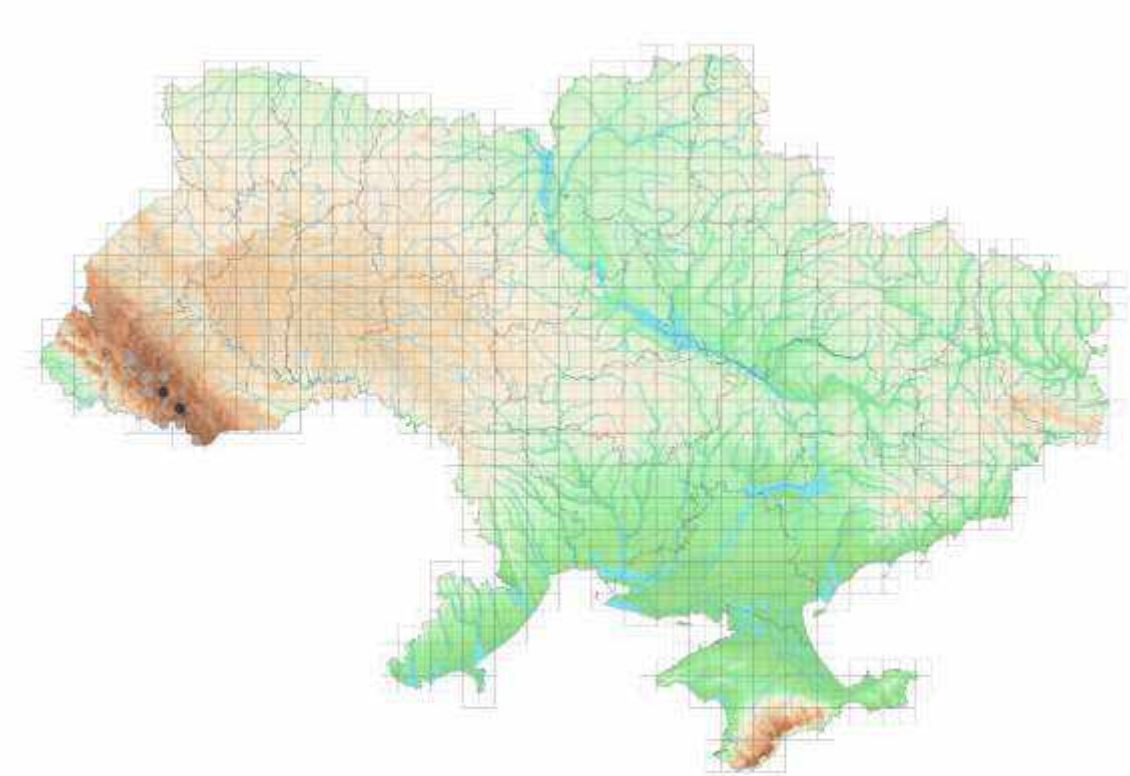
R35



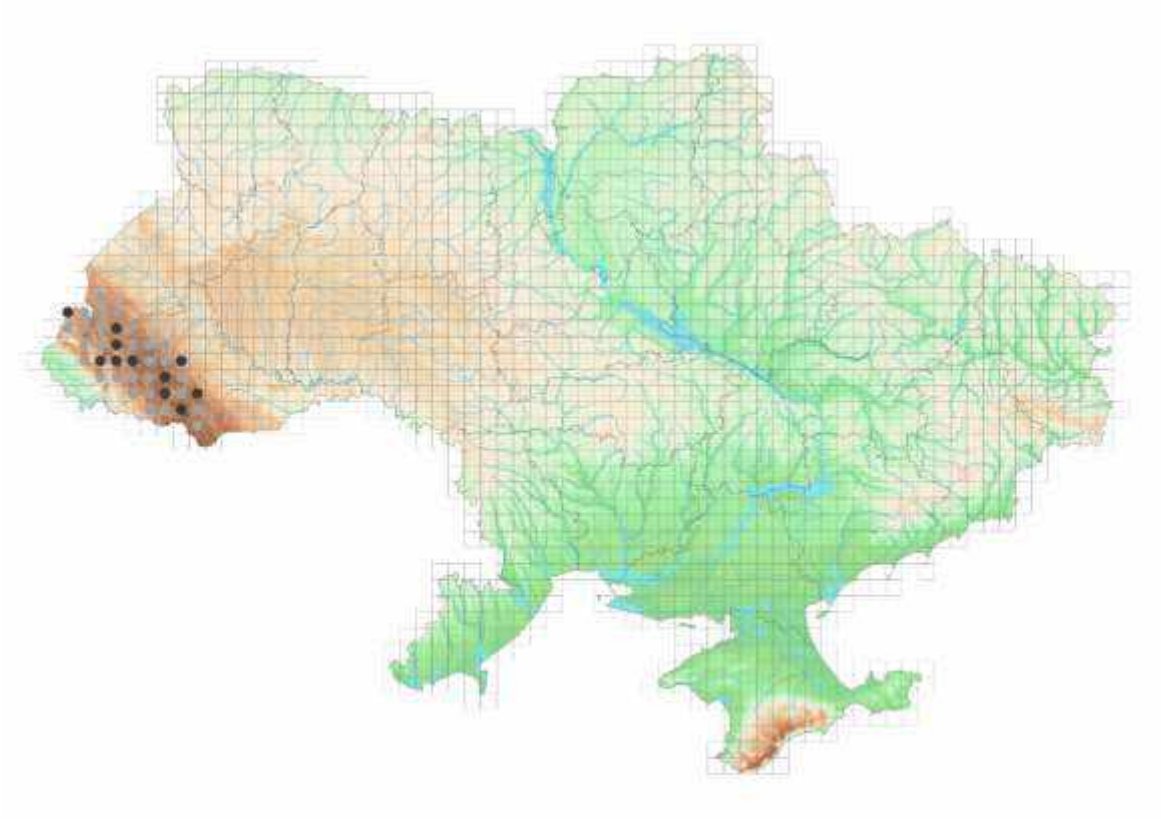
R36



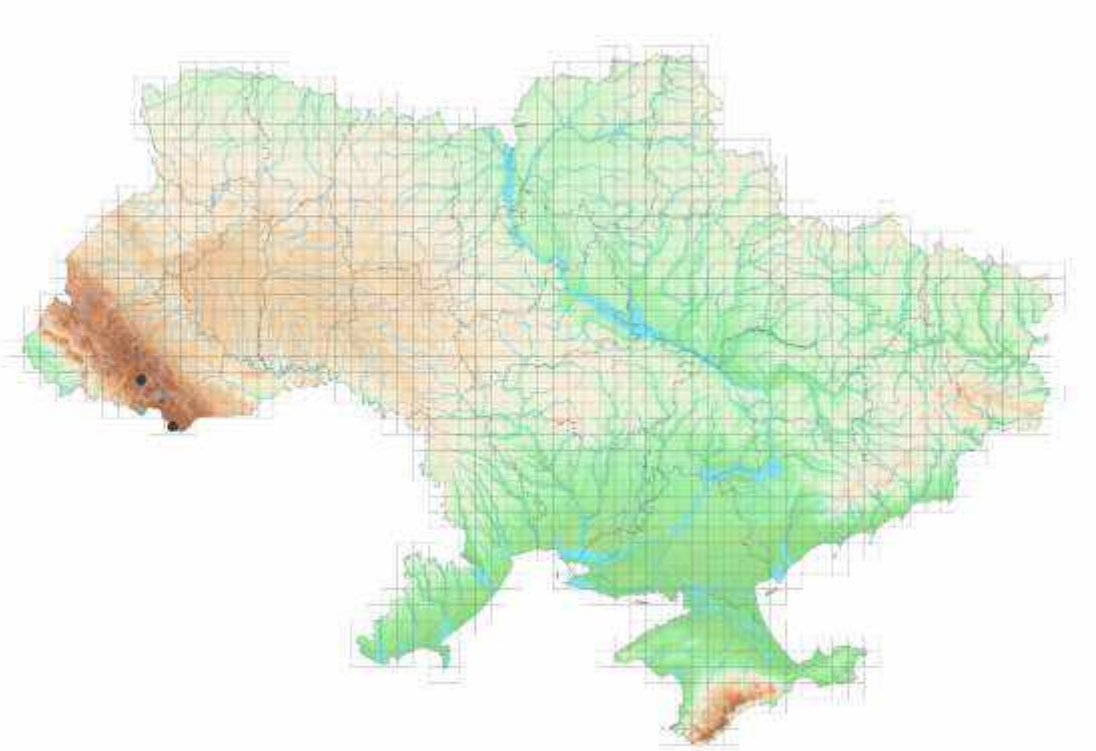
R37



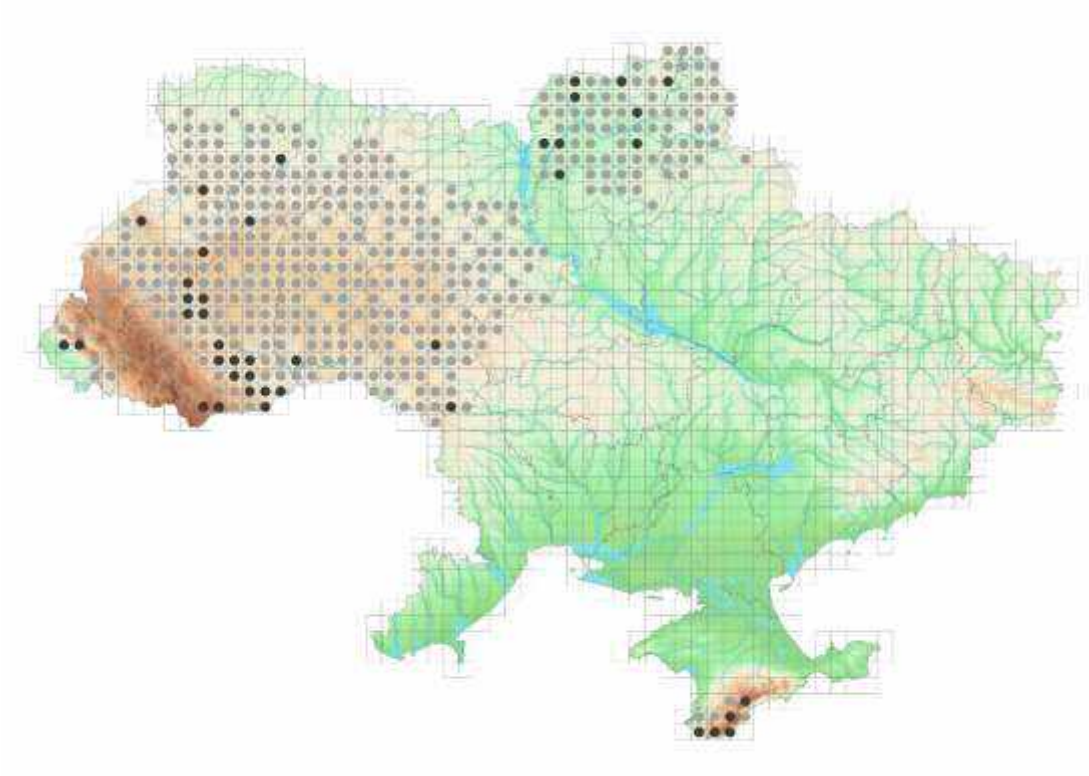
R41



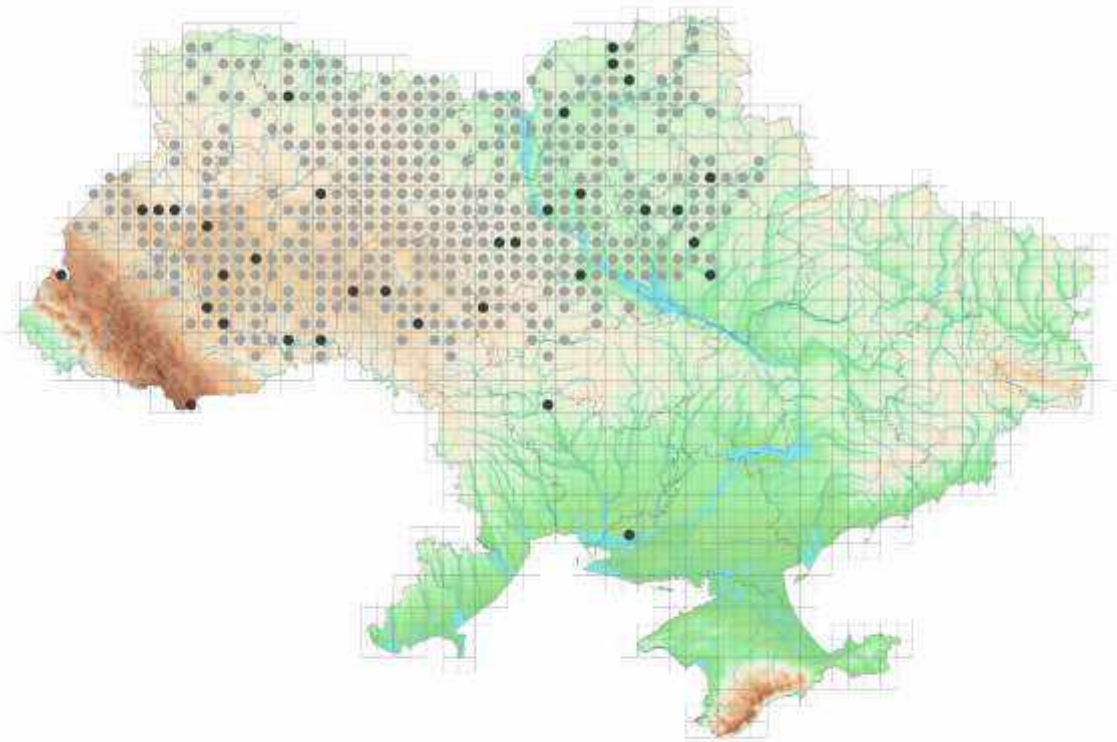
R43



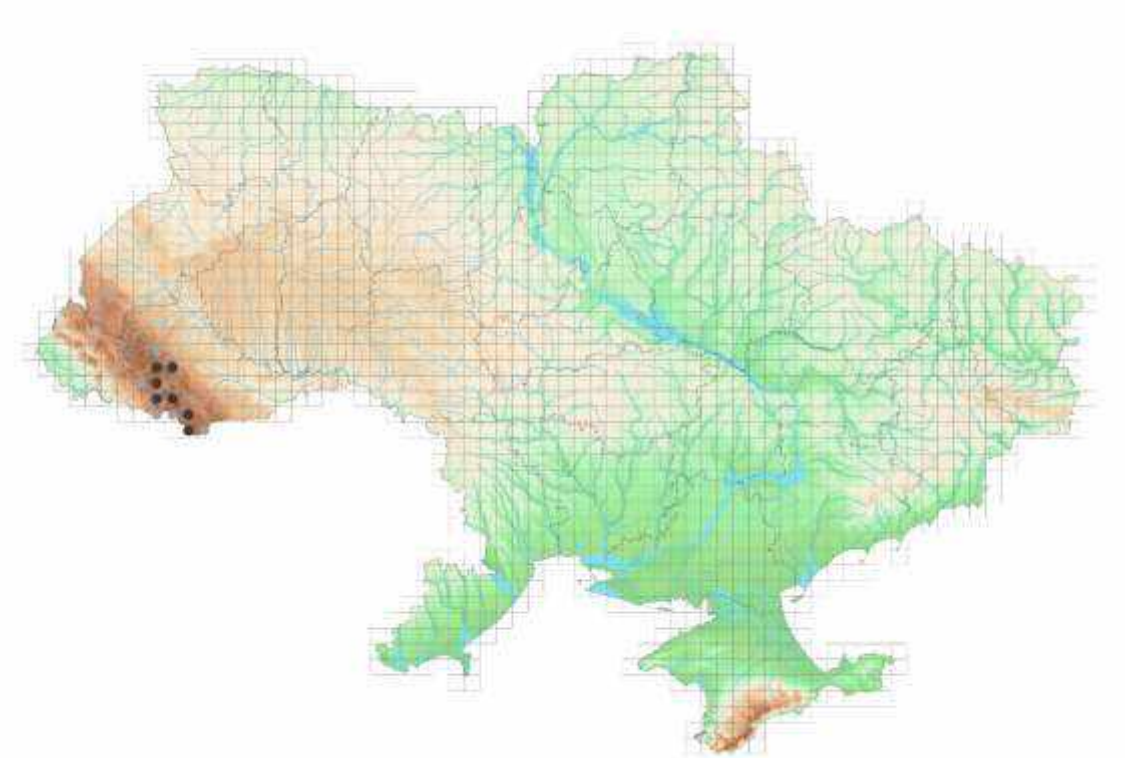
R44



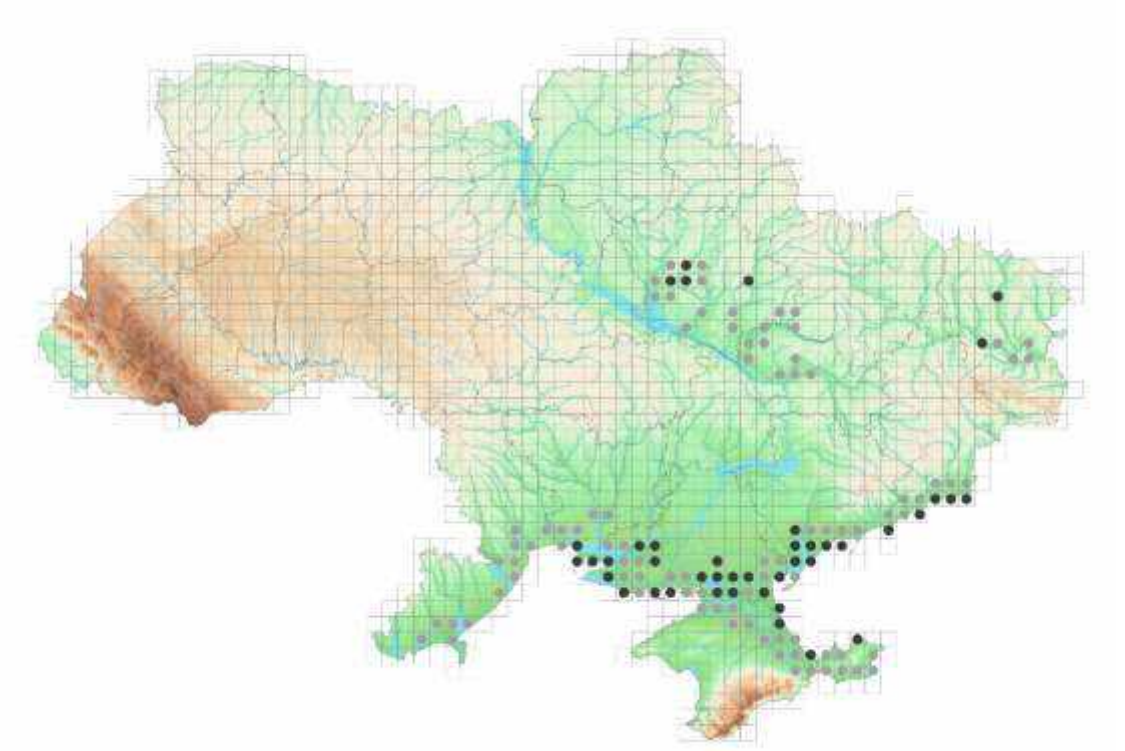
R51



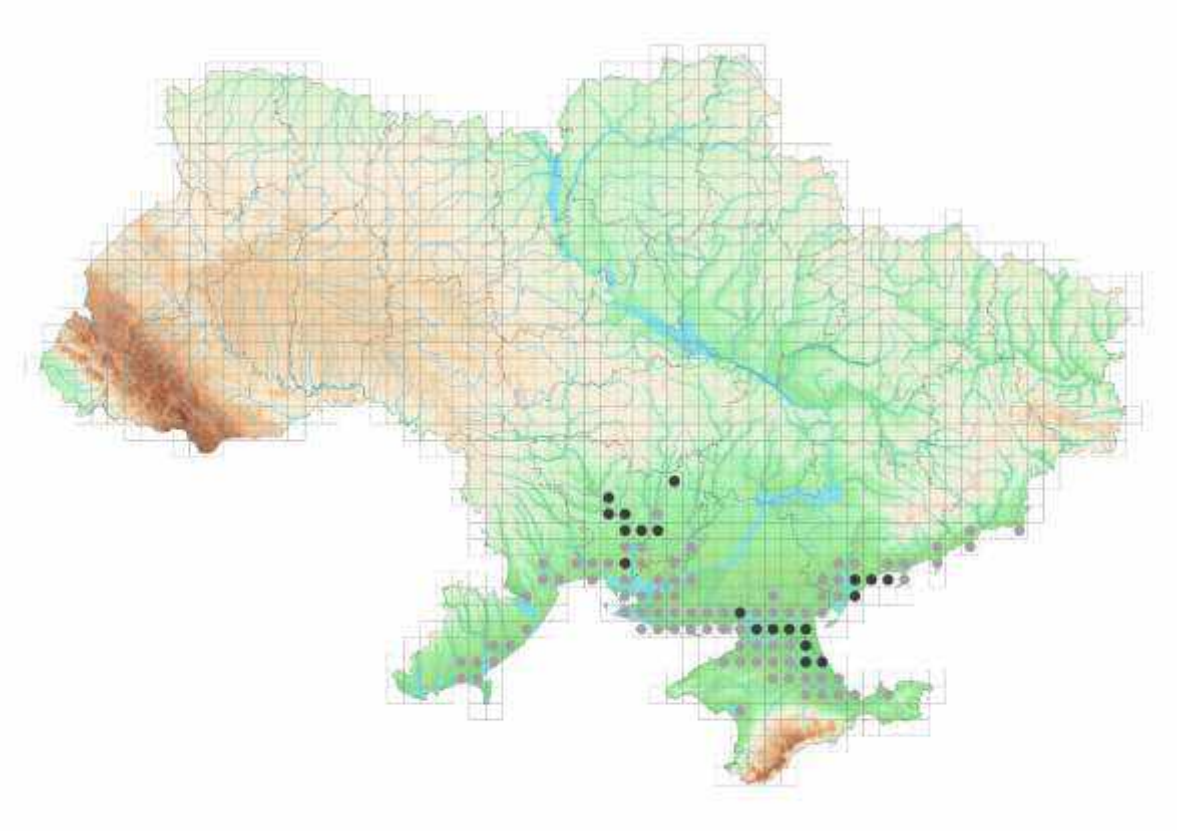
R55



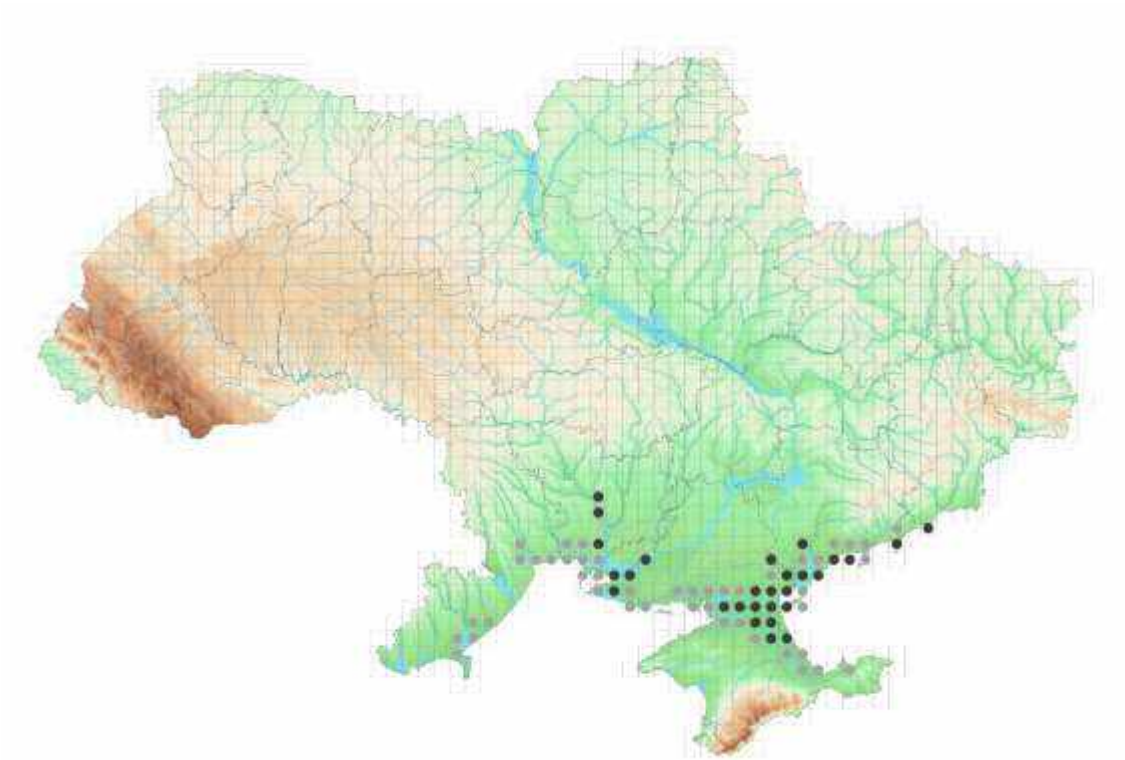
R56



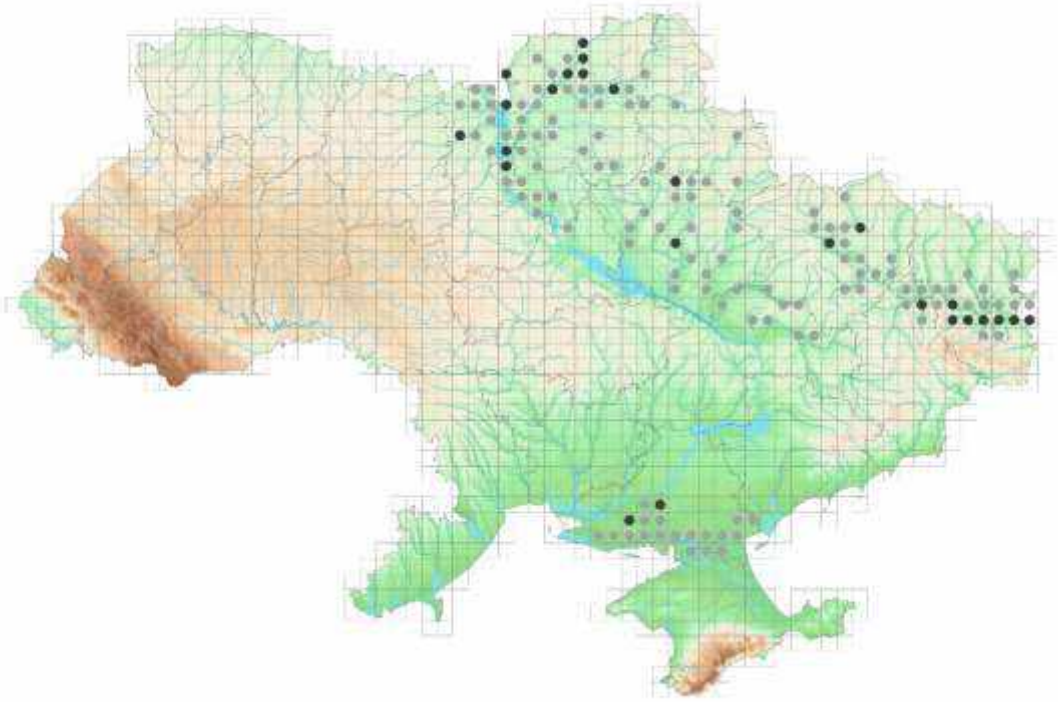
R62



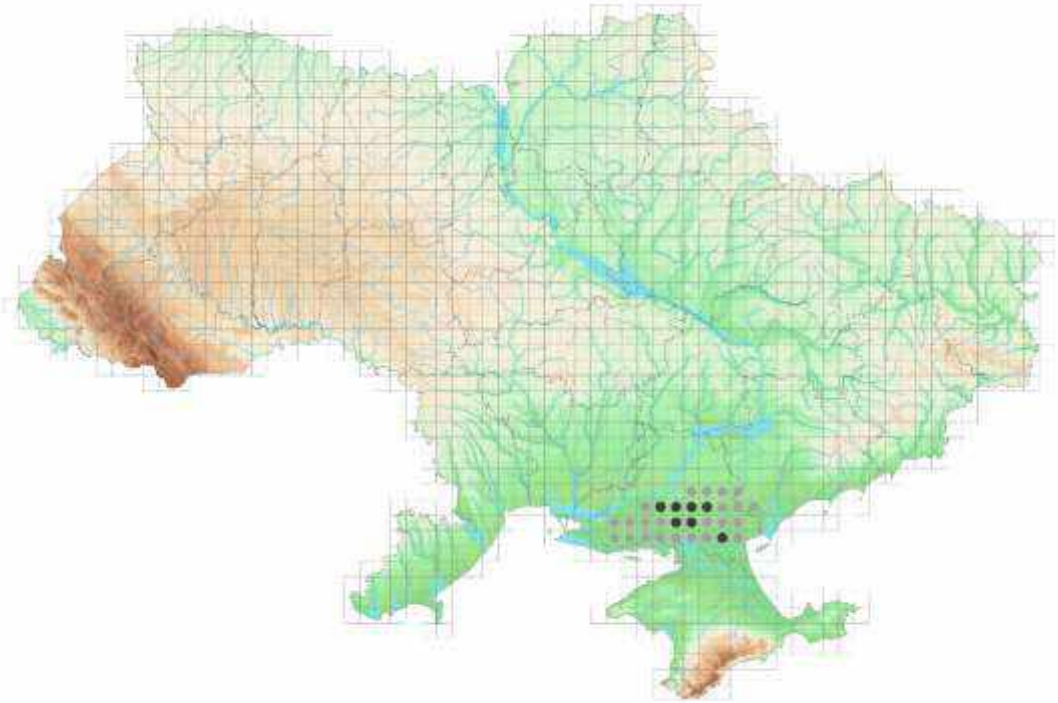
R63



R64



R65



X36

ДОДАТОК Б

Перелік чужорідних видів вищих судинних рослин і їх представленість у типах трав'яних біотопів

Латинська назва виду	Коди біотопів																													
	R11	R12	R13	R15	R16	R18-	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Acer negundo			x	x	x		x	x						x	x			x												
Acorus calamus														x	x		x	x												
Ailanthus altissima			x				x	x																						
Amaranthus albus								x							x		x												x	x
Amaranthus retroflexus								x	x					x				x								x				
Ambrosia aptera								x							x			x												
Ambrosia artemisiifolia	x		x				x	x				x		x	x		x	x						x		x	x	x	x	x
Amorpha fruticosa	x													x				x						x						
Anchusa stylosa								x	x																					
Anthericum liliago							x																x							
Armoracia rusticana														x	x		x							x					x	x
Artemisia annua						x	x																							
Asclepias syriaca	x						x					x																		
Bassia scoparia								x																						
Bidens frondosus														x				x						x						
Carthamus lanatus								x	x																					
Cuscuta campestris	x							x																						
Dasypyrum villosum								x	x	x																				
Diplotaxis tenuifolia	x					x		x																						
Dipsacus sativus							x	x						x	x			x			x									
Echinocystis lobata														x			x							x						

Латинська назва виду	Коди біотопів																													
	R11	R12	R13	R15	R16	R18-	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Elaeagnus angustifolia	x						x	x	x	x				x				x								x	x			
Erigeron annuus	x	x	x		x		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x		x				
Erigeron canadensis	x	x	x		x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x					x			x	x	x	x	x
Galinsoga parviflora							x											x												
Galinsoga quadriradiata														x				x					x	x						
Grindelia squarrosa		x	x					x	x					x	x		x	x								x	x			
Helianthus annuus							x																						x	
Impatiens parviflora					x									x			x						x	x						
Iva xanthiifolia							x	x						x				x								x				
Juncus tenuis											x		x	x	x	x	x	x	x						x					
Lathyrus sativus																		x												
Lepidium densiflorum	x													x				x									x			
Lepidium perfoliatum		x	x		x			x	x					x												x		x		x
Lupinus polyphyllus											x			x	x															
Malus pumila							x	x			x				x		x	x												
Matricaria discoidea														x	x															
Medicago sativa subsp. sativa			x				x	x						x	x		x	x	x	x										x
Morus alba			x		x			x																						
Myagrum perfoliatum															x			x												
Oenothera biennis	x						x	x				x	x	x	x		x	x												
Oenothera rubricaulis	x	x										x	x	x	x			x												
Onobrychis viciifolia							x	x						x	x			x					x							
Oxalis stricta														x	x			x						x						
Parthenocissus quinquefolia								x						x										x						

Латинська назва виду	Коди біотопів																													
	R11	R12	R13	R15	R16	R18-	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Petrorhagia saxifraga		x	x											x	x															
Pinus nigra			x		x		x																							
Prunus armeniaca			x	x			x	x																						
Prunus cerasifera					x		x	x							x			x												
Prunus cerasus							x	x															x							
Prunus domestica					x		x				x				x								x							
Quercus rubra															x															
Rapistrum rugosum										x				x																
Rhus typhina								x																						
Robinia pseudoacacia							x	x	x					x	x			x												
Rumex patientia								x	x																					
Saponaria officinalis	x						x	x						x	x			x												
Sisymbrium altissimum	x	x	x			x		x	x					x												x				x
Solidago canadensis					x		x							x	x			x	x											
Syringa vulgaris								x																						
Tribulus terrestris	x					x	x	x	x																					
Trifolium hybridum								x			x	x	x	x	x	x	x	x	x					x					x	
Veronica filiformis											x			x	x			x												
Veronica persica			x					x	x					x	x															
Xanthium spinosum															x			x											x	x
Всього	**14**	**7**	**14**	**2**	**10**	**4**	**26**	**37**	**13**	**3**	**8**	**7**	**6**	**36**	**31**	**3**	**14**	**32**	**5**	**1**	**2**	**0**	**8**	**11**	**1**	**9**	**5**	**3**	**7**	**8**

ДОДАТОК В

Матриці співпадіння діапазонів толерантності чужорідних видів і трав'яних біотопів України

Таблиця В.1. Матриця співпадіння діапазонів толерантності *Ambrosia artemisiifolia* та трав'яних біотопів України

БІОТОПИ			R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R64	R65	X36
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР	% збігу		**100.0**	**100.0**	**91.7**	**58,3**	**100.0**	**83.3**	**100.0**	**100.0**	**91.7**	**66.7**	**41.7**	**91.7**	**75.0**	**100.0**	**58.3**	**50.0**	**100.0**	**100.0**	**58.3**	**16.7**	**50.0**	**58.3**	**58.3**	**91.7**	**33.3**	**0.0**	**0.0**	**66.7**	**83.3**	**100.0**
	оптимум		**58.3**	**58.3**	**58.3**	**25.0**	**50.0**	**41.7**	**58.3**	**50.0**	**33.3**	**16.7**	**25.0**	**50.0**	**41.7**	**58.3**	**41.7**	**33.3**	**16.7**	**25.0**	**25.0**	**16.7**	**16.7**	**41.7**	**50.0**	**0.0**	**16.7**	**0.0**	**0.0**	**33.3**	**66.7**	**91.7**
	стрес		**41.7**	**41.7**	**33.3**	**33,3**	**50.0**	**41.7**	**41.7**	**50.0**	**58.3**	**50.0**	**16.7**	**41.7**	**33.3**	**41.7**	**16.7**	**16.7**	**83.3**	**75.0**	**33.3**	**0.0**	**33.3**	**16.7**	**8.3**	**91.7**	**16.7**	**0.0**	**0.0**	**33.3**	**16.7**	**8.3**
	% описів за участю виду		**2.3**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.6**	**0.6**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.8**	**0.0**	**2.2**	**0.1**	**0.0**	**0.8**	**1.5**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.9**	**0.0**	**1.7**	**2.3**	**0.2**	**4.1**	**5.1**
	Максимальний % покриття		**3.0**						**2.0**	**3.0**				**2.0**		**13.0**	**3.0**		**2.0**	**13.0**						**0.1**		**2.0**	**2.0**	**0.1**	**2.0**	**3.0**
Водний режим грунту(гідроморфа)	**Hd**	оптимум		+			+		+					+	+	+								+	+			+		+		+
		стрес	+		+			+		+		+	+				+	+	+	+	+		+						+			
Змінність зволоження	**fH**	оптимум	+	+	+					+	+	+		+	+	+	+		+	+								+	+		+	+
		стрес					+		+									+			+					+						
Кислотний режим грунту	**Rc**	оптимум	+		+		+		+																+						+	+
		стрес		+				+		+	+					+			+	+	+			+		+		+	+			
Сольовий режим	**Sl**	оптимум	+			+		+		+		+																			+	+
		стрес		+	+		+		+		+			+		+			+	+						+		+	+			

Вміст карбонатів у грунті	**Ca**	оптимум	+	+	+								+	+		+	+	+		+	+			+	+			+	+	+		+
		стрес					+		+	+	+	+			+				+				+			+	+				+	
Вміст засвоюваних форм азоту	**Nt**	оптимум							+		+			+		+	+	+	+	+	+			+	+		+	+	+	+	+	+
		стрес	+	+	+		+	+		+		+	+										+			+						
Аерованість грунту	**Ae**	оптимум							+		+		+	+		+	+	+				+	+	+	+		+	+				+
		стрес	+	+	+	+	+	+		+		+			+				+	+	+					+			+	+		
Термоклімат (терморежим)	**Tm**	оптимум	+	+	+	+	+	+	+	+																		+	+		+	+
		стрес									+			+	+	+			+	+					+	+				+		
Вологість клімату (омброрежим)	**Om**	оптимум						+		+																					+	+
		стрес	+	+	+	+	+		+		+			+	+	+			+	+						+		+	+	+		
Континентальність клімату (контрасторежим)	**Kn**	оптимум		+	+		+	+	+					+	+	+													+		+	+
		стрес	+			+				+	+	+							+	+						+		+		+		
Суворість зим (кріорежим)	**Cr**	оптимум	+	+	+	+	+		+	+	+		+		+	+	+	+			+		+	+	+			+	+	+		
		стрес						+						+					+	+						+	+				+	+
Освітлення	**Lc**	оптимум	+	+	+		+	+		+					+							+									+	+
		стрес				+			+		+	+		+		+	+		+	+			+	+		+		+	+			
		оптимум	**7**	**7**	**7**	**3**	**6**	**5**	**7**	**6**	**4**	**2**	**3**	**6**	**5**	**7**	**5**	**4**	**2**	**3**	**3**	**2**	**2**	**5**	**6**	**0**	**2**	**7**	**6**	**4**	**8**	**11**
		стрес	**5**	**5**	**4**	**4**	**6**	**5**	**5**	**6**	**7**	**6**	**2**	**5**	**4**	**5**	**2**	**2**	**10**	**9**	**4**	**0**	**4**	**2**	**1**	**11**	**2**	**5**	**6**	**4**	**2**	**1**

Таблиця В.2 Матриця співпадіння діапазонів толерантності *Erigeron annuus* та трав'яних біотопів України

БІОТОПИ			R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R64	R65	X36
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР	% збігу		58.3	83.3	83.3	8.3	83.3	41.7	100.0	58.3	33.3	16.7	91.7	100.0	83.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	41.7	91.7	66.7	100.0	83.3	58.3	50.0	28,3	58.3	66.7	83.3
	оптимум		33.3	50.0	16.7	8.3	25.0	0.0	50.0	16.7	16.7	8.3	50.0	75.0	25.0	91.7	91.7	66.7	66.7	66.7	50.0	16.7	33.3	50.0	75.0	58.3	16.7	33,3	25,0	33.3	16.7	50.0
	стрес		25.0	33.3	66.7	0.0	58.3	41.7	50.0	41.7	16.7	8.3	41.7	25.0	58.3	8.3	8.3	33.3	33.3	33.3	50.0	25.0	58.3	16.7	25.0	25.0	41.7	16,7	33,3	25.0	50.0	33.3
	% описів за участю виду		0.3	7.5	0.0	0.0	2.0	0.0	5.6	0.6	0.0	0.0	1.2	2.3	8.0	9.5	10.5	0.0	2.2	8.8	1.5	0.0	1.7	0.0	11.5	5.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Максимальний % покриття		1.0	4.0			2.0		4.0	3.0			2.0	5.0	3.0	13.0	22.0		20.0	38.0	2.0		2.0		5.0	2.0		2.0				
Водний режим грунту(гідроморфа)	**Hd**	оптимум											+	+		+	+	+					+	+	+			+		+		+
		стрес							+						+				+	+	+	+					+		+			
Змінність зволоження	**fH**	оптимум		+	+		+		+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+					+						+
		стрес	+					+						+	+								+		+						+	
Кислотний режим грунту	**Rc**	оптимум	+	+										+		+	+		+	+	+			+	+	+					+	
		стрес			+		+		+				+		+			+					+				+					+
Сольовий режим	**Sl**	оптимум	+	+	+		+		+					+		+	+		+	+					+	+						
		стрес						+		+					+			+			+											
	Ca	оптимум	+	+										+		+	+	+						+				+	+	+		+

Вміст карбонатів у грунті		стрес			+		+		+	+	+		+		+				+	+	+		+		+	+					+	
Вміст засвоюваних форм азоту	**Nt**	оптимум									+			+		+	+	+	+	+	+				+		+	+	+	+		+
		стрес	+	+	+		+		+	+		+	+										+	+		+					+	
Аерованість грунту	**Ae**	оптимум											+	+		+	+	+				+	+	+	+			+				+
		стрес							+										+	+	+						+		+	+		
Термоклімат (терморежим)	**Tm**	оптимум		+					+					+	+	+			+	+					+	+					+	
		стрес	+		+		+			+			+				+	+			+		+					+	+	+		+
Вологість клімату (омброрежим)	**Om**	оптимум		+			+		+					+	+	+	+		+	+					+	+						
		стрес			+			+					+					+			+		+								+	+
Континентальність клімату (контрасторежим)	**Kn**	оптимум											+				+	+			+					+						
		стрес		+	+		+	+	+					+	+	+			+	+		+	+	+	+		+		+	+		
Суворість зим (кріорежим)	**Cr**	оптимум	+			+			+	+			+		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+		+
		стрес		+	+		+				+			+								+						+			+	
Освітлення	**Lc**	оптимум							+				+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							
		стрес		+	+		+	+		+					+											+	+				+	+
		оптимум	**4**	**6**	**2**	**1**	**3**	**0**	**6**	**2**	**2**	**1**	**6**	**9**	**3**	**11**	**11**	**8**	**8**	**8**	**6**	**2**	**4**	**6**	**9**	**7**	**2**	**4**	**3**	**4**	**2**	**6**
		стрес	**3**	**4**	**8**	**0**	**7**	**5**	**6**	**5**	**2**	**1**	**5**	**3**	**7**	**1**	**1**	**4**	**4**	**4**	**6**	**3**	**7**	**2**	**3**	**3**	**5**	**2**	**4**	**3**	**6**	**4**

Таблиця В.3 Матриця співпадіння діапазонів толерантності *Erigeron canadensis* та трав'яних біотопів України

БІОТОПИ			R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R64	R65	X36
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР	% збігу		**100.0**	**100.0**	**100.0**	**66.7**	**91.7**	**75.0**	**91.7**	**100.0**	**75.0**	**58.3**	**66.7**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**91.7**	**75.0**	**91.7**	**100.0**	**83.3**	**33.3**	**66.7**	**58.3**	**83.3**	**83.3**	**41.7**	**83.3**	**100.0**	**66.7**	**83.3**	**100.0**
	оптимум		**50.0**	**83.3**	**58.3**	**25.0**	**50.0**	**25.0**	**75.0**	**33.3**	**25.0**	**25.0**	**33.3**	**83.3**	**58.3**	**100.0**	**33.3**	**33.3**	**25.0**	**58.3**	**25.0**	**16.7**	**25.0**	**41.7**	**58.3**	**33.3**	**16.7**	**33.3**	**33.3**	**25.0**	**58.3**	**100.0**
	стрес		**50.0**	**16.7**	**41.7**	**41.7**	**41.7**	**50.0**	**16.7**	**66.7**	**50.0**	**33.3**	**33.3**	**16.7**	**41.7**	**0.0**	**58.3**	**41.7**	**66.7**	**41.7**	**58.3**	**16.7**	**41.7**	**16.7**	**25.0**	**50.0**	**25.0**	**50.0**	**66.7**	**41.7**	**25.0**	**0.0**
	% описів за участю виду		**6.0**	**2.5**	**0.0**	**0.0**	**0.9**	**0.0**	**0.5**	**0.6**	**4.3**	**0.0**	**0.5**	**10.9**	**5.7**	**3.4**	**0.9**	**0.6**	**0.6**	**2.7**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.9**	**0.0**	**0.0**	**2.5**	**0.6**	**0.2**	**2.0**	**6.6**
	Максимальний % покриття		**3.0**	**13.0**			**0.5**		**5.0**	**3.0**	**1.0**		**2.0**	**5.0**	**3.0**	**4.0**	**3.0**	**1.0**	**2.0**	**7.0**					**0.5**			**3.0**	**2.0**	**3.0**	**2.0**	**2.0**
Водний режим грунту(гідроморфа)	**Hd**	оптимум		+					+					+	+	+								+	+			+		+		+
		стрес	+		+		+	+		+		+	+				+	+		+	+		+						+			
Змінність зволоження	**fH**	оптимум	+	+	+						+	+		+	+	+				+											+	+
		стрес					+			+			+				+	+	+							+		+	+			
Кислотний режим грунту	**Rc**	оптимум	+	+	+									+		+			+	+					+	+					+	+
		стрес					+		+	+					+		+	+			+		+	+			+		+			
Сольовий режим	**Sl**	оптимум	+	+	+	+	+	+	+	+				+		+			+	+											+	+
		стрес									+	+			+		+				+				+	+			+			
Вміст карбонатів у грунті	**Ca**	оптимум	+	+									+	+		+	+	+		+	+			+					+	+		+
		стрес			+				+	+	+				+				+				+		+	+	+	+			+	

Вміст засвоюваних форм азоту	**Nt**	оптимум							+		+	+	+	+		+	+	+			+		+	+	+		+	+				+
		стрес	+	+	+	+	+	+		+					+				+	+						+			+	+	+	
Аерованість грунту	**Ae**	оптимум							+	+	+	+	+	+		+	+	+				+	+	+	+			+				+
		стрес	+	+	+	+	+	+							+				+	+	+						+		+	+		
Термоклімат (терморежим)	**Tm**	оптимум		+	+	+	+		+						+	+				+					+	+			+		+	+
		стрес	+					+		+			+	+			+	+	+		+		+					+		+		
Вологість клімату (омброрежим)	**Om**	оптимум	+	+	+		+	+	+	+				+	+	+															+	+
		стрес				+					+								+	+						+		+	+	+		
Континентальність клімату (контрасторежим)	**Kn**	оптимум		+	+		+	+	+					+	+	+			+	+					+	+			+		+	+
		стрес	+			+				+	+	+					+				+	+						+		+		
Суворість зим (кріорежим)	**Cr**	оптимум	+	+		+	+		+	+			+		+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+
		стрес			+			+			+			+					+			+									+	
Освітлення	**Lc**	оптимум		+	+		+		+					+	+	+						+									+	+
		стрес	+			+		+		+	+	+	+				+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+			
		оптимум	**6**	**10**	**7**	**3**	**6**	**3**	**9**	**4**	**3**	**3**	**4**	**10**	**7**	**12**	**4**	**4**	**3**	**7**	**3**	**2**	**3**	**5**	**7**	**4**	**2**	**4**	**4**	**3**	**7**	**12**
		стрес	**6**	**2**	**5**	**5**	**5**	**6**	**2**	**8**	**6**	**4**	**4**	**2**	**5**	**0**	**7**	**5**	**8**	**5**	**7**	**2**	**5**	**2**	**3**	**6**	**3**	**6**	**8**	**5**	**3**	**0**

Таблиця В.4 Матриця співпадіння діапазонів толерантності *Grindelia squarrosa* та трав'яних біотопів України

БІОТОПИ			R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R64	R65	X36
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР	% збігу		**100.0**	**100.0**	**100.0**	**83.3**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**83.3**	**33.3**	**83.3**	**75.0**	**91.7**	**33.3**	**33.3**	**58.3**	**91.7**	**41.7**	**16.7**	**50.0**	**41.7**	**58.3**	**41.7**	**16.7**	**100.0**	**83.3**	**66.7**	**66.7**	**100.0**
	оптимум		**75.0**	**58.3**	**66.7**	**50.0**	**58.3**	**58.3**	**58.3**	**100.0**	**91.7**	**83.3**	**25.0**	**41.7**	**33.3**	**25.0**	**16.7**	**16.7**	**8.3**	**8.3**	**16.7**	**0.0**	**8.3**	**16.7**	**16.7**	**8.3**	**8.3**	**58.3**	**41.7**	**25.0**	**41.7**	**83.3**
	стрес		**25.0**	**41.7**	**33.3**	**33.3**	**41.7**	**41.7**	**41.7**	**0.0**	**8.3**	**0.0**	**8.3**	**41.7**	**41.7**	**66.7**	**16.7**	**16.7**	**50.0**	**83.3**	**25.0**	**16.7**	**41.7**	**25.0**	**41.7**	**33.3**	**8.3**	**41.7**	**41.7**	**41.7**	**25.0**	**16.7**
	% описів за участю виду		**0.0**	**1.3**	**0.3**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.8**	**2.2**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**1.0**	**0.0**	**0.0**	**0.2**	**0.5**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.4**	**0.6**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
	Максимальний % покриття			**0.3**	**2.0**					**68.0**	**3.0**					**15.0**	**0.5**		**2.0**	**2.0**								**0.1**	**2.0**			
Водний режим грунту(гідроморфа)	**Hd**	оптимум	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+														+				+
		стрес													+					+					+					+		
Змінність зволоження	**fH**	оптимум		+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+					+	+
		стрес	+					+															+		+			+	+			
Кислотний режим грунту	**Rc**	оптимум	+		+		+	+	+	+	+	+																				+
		стрес		+		+										+			+	+					+			+	+		+	
Сольовий режим	**Sl**	оптимум	+			+				+		+																			+	+
		стрес		+	+		+	+	+		+			+		+			+	+								+	+			
	Ca	оптимум	+	+	+		+		+	+	+	+				+								+	+			+				+

Вміст карбонатів у грунті		стрес						+					+	+	+		+	+		+	+		+						+	+		
Вміст засвоюваних форм азоту	**Nt**	оптимум							+	+	+	+	+	+		+	+	+			+		+	+	+		+	+				+
		стрес	+	+	+	+	+	+							+				+	+						+			+	+	+	
Аерованість грунту	**Ae**	оптимум		+	+		+	+	+	+	+	+		+	+																	
		стрес	+			+										+				+	+	+	+	+	+			+		+		+
Термоклімат (терморежим)	**Tm**	оптимум	+	+	+	+	+	+		+	+																	+	+	+		+
		стрес							+							+										+					+	
Вологість клімату (омброрежим)	**Om**	оптимум	+			+		+		+	+	+																+	+		+	+
		стрес		+	+		+		+					+	+	+			+	+						+				+		
Континентальність клімату (контрасторежим)	**Kn**	оптимум	+			+		+		+	+	+		+	+													+	+	+	+	+
		стрес		+	+		+		+							+			+	+												
Суворість зим (кріорежим)	**Cr**	оптимум	+	+	+	+	+		+	+	+		+															+	+	+		
		стрес						+						+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+					+
Освітлення	**Lc**	оптимум	+	+	+			+		+	+	+			+														+		+	+
		стрес				+	+		+					+		+				+		+	+	+				+				
		оптимум	**9**	**7**	**8**	**6**	**7**	**7**	**7**	**12**	**11**	**10**	**3**	**5**	**4**	**3**	**2**	**2**	**1**	**1**	**2**	**0**	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**7**	**5**	**3**	**5**	**10**
		стрес	**3**	**5**	**4**	**4**	**5**	**5**	**5**	**0**	**1**	**0**	**1**	**5**	**5**	**8**	**2**	**2**	**6**	**10**	**3**	**2**	**5**	**3**	**5**	**4**	**1**	**5**	**5**	**5**	**3**	**2**

Таблиця В.5 Матриця співпадіння діапазонів толерантності *Juncus tenuis* та трав'яних біотопів України

БІОТОПИ			R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R64	R65	X36
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР	% збігу		**50.0**	**83.3**	**58.3**	**8.3**	**66.7**	**33.3**	**66.7**	**25.0**	**25.0**	**16.7**	**100.0**	**91.7**	**75.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**33.3**	**83.3**	**91.7**	**50.0**	**100.0**	**83.3**	**58.3**	**50.0**	**50.0**	**66.7**	**66.7**
	оптимум		**16.7**	**16.7**	**8.3**	**8.3**	**8.3**	**0.0**	**16.7**	**16.7**	**16.7**	**8.3**	**25.0**	**33.3**	**41.7**	**50.0**	**75.0**	**58.3**	**50.0**	**66.7**	**91.7**	**16.7**	**33.3**	**25.0**	**41.7**	**50.0**	**41.7**	**25.0**	**33.3**	**33.3**	**8.3**	**41.7**
	стрес		**33.3**	**66.7**	**50.0**	**0.0**	**58.3**	**33.3**	**50.0**	**8.3**	**8.3**	**8.3**	**75.0**	**58.3**	**33.3**	**50.0**	**25.0**	**41.7**	**50.0**	**33.3**	**8.3**	**16.7**	**50.0**	**66.7**	**8.3**	**50.0**	**41.7**	**33.3**	**16.7**	**16.7**	**58.3**	**25.0**
	% описів за участю виду		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**2.4**	**0.0**	**3.4**	**2.4**	**1.4**	**1.1**	**0.9**	**4.4**	**0.9**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**1.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
	Максимальний % покриття												**3.0**		**6.0**	**13.0**	**15.0**	**0.5**	**3.0**	**13.0**	**1.0**						**2.0**					
Водний режим грунту(гідроморфа)	**Hd**	оптимум											+							+	+	+	+				+		+	+		+
		стрес												+		+	+	+	+					+		+		+			+	
Змінність зволоження	**fH**	оптимум		+	+					+	+	+		+		+	+		+	+												+
		стрес	+				+	+	+				+		+			+			+					+		+			+	
Кислотний режим грунту	**Rc**	оптимум													+		+	+			+			+								
		стрес	+	+									+	+		+			+	+			+			+	+					
Сольовий режим	**Sl**	оптимум													+		+	+	+		+				+	+						
		стрес	+	+	+		+	+	+				+	+		+				+				+			+					

Вміст карбонатів у грунті	**Ca**	оптимум	+										+	+	+				+	+	+		+			+	+		+	+	+		
		стрес		+												+	+	+						+				+				+	
Вміст засвоюваних форм азоту	**Nt**	оптимум									+			+		+	+	+			+				+		+	+				+	
		стрес	+	+	+		+		+	+		+	+						+	+			+	+		+			+	+	+		
Аерованість грунту	**Ae**	оптимум														+				+	+						+	+	+	+		+	
		стрес											+	+			+	+	+			+	+	+		+					+		
Термоклімат (терморежим)	**Tm**	оптимум												+	+	+	+	+	+	+	+					+							
		стрес		+	+		+		+				+										+	+				+	+		+	+	
Вологість клімату (омброрежим)	**Om**	оптимум															+		+	+	+				+	+							
		стрес		+	+		+		+				+	+	+	+		+					+	+			+						
Континентальність клімату (контрасторежим)	**Kn**	оптимум															+	+			+					+							
		стрес		+	+		+	+	+				+		+	+			+	+		+	+	+	+		+			+			
Суворість зим (кріорежим)	**Cr**	оптимум	+	+		+	+		+	+			+		+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	
		стрес			+			+			+			+					+												+		
Освітлення	**Lc**	оптимум							+							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								
		стрес		+			+						+	+	+											+	+				+	+
		оптимум	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**0**	**2**	**2**	**2**	**1**	**3**	**4**	**5**	**6**	**9**	**7**	**6**	**8**	**11**	**2**	**4**	**3**	**5**	**6**	**5**	**3**	**4**	**4**	**1**	**5**
		стрес	**4**	**8**	**6**	**0**	**7**	**4**	**6**	**1**	**1**	**1**	**9**	**7**	**4**	**6**	**3**	**5**	**6**	**4**	**1**	**2**	**6**	**8**	**1**	**6**	**5**	**4**	**2**	**2**	**7**	**3**

Таблиця В.6 Матриця співпадіння діапазонів толерантності *Lepidium perfoliatum* та трав'яних біотопів України

БІОТОПИ			R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R64	R65	X36
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР	% збігу		**100.0**	**91.7**	**100.0**	**83.3**	**91.7**	**83.3**	**75.0**	**100.0**	**100.0**	**83.3**	**25.0**	**50.0**	**58.3**	**83.3**	**33.3**	**33.3**	**50.0**	**66.7**	**41.7**	**8.3**	**33.3**	**33.3**	**33.3**	**25.0**	**16.7**	**100.0**	**83.3**	**50.0**	**66.7**	**100.0**
	оптимум		**58.3**	**25.0**	**25.0**	**41.7**	**25.0**	**33.3**	**33.3**	**83.3**	**83.3**	**58.3**	**16.7**	**16.7**	**25.0**	**16.7**	**8.3**	**16.7**	**0.0**	**8.3**	**16.7**	**0.0**	**16.7**	**25.0**	**25.0**	**0.0**	**8.3**	**41.7**	**33.3**	**25.0**	**33.3**	**50.0**
	стрес		**41.7**	**66.7**	**75.0**	**41.7**	**66.7**	**50.0**	**41.7**	**16.7**	**16.7**	**25.0**	**8.3**	**33.3**	**33.3**	**66.7**	**25.0**	**16.7**	**50.0**	**58.3**	**25.0**	**8.3**	**16.7**	**8.3**	**8.3**	**25.0**	**8.3**	**58.3**	**50.0**	**25.0**	**33.3**	**50.0**
	% описів за участю виду		**0.0**	**1.3**	**4.5**	**0.0**	**0.3**	**0.0**	**0.0**	**2.7**	**8.7**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.2**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**2.9**	**0.0**	**1.5**	**0.0**	**2.5**
	Максимальний % покриття			**1.0**	**2.0**		**2.0**			**38.0**	**3.0**					**2.0**												**13.0**		**7.0**		**10.0**
Водний режим грунту(гідроморфа)	**Hd**	оптимум	+		+	+	+	+		+	+	+																				
		стрес		+					+						+	+												+				+
Змінність зволоження	**fH**	оптимум		+	+						+	+		+	+	+				+											+	+
		стрес	+				+			+			+				+	+	+		+					+		+	+			
Кислотний режим грунту	**Rc**	оптимум					+		+	+	+																					+
		стрес	+		+	+		+				+				+			+	+					+			+	+		+	
Сольовий режим	**Sl**	оптимум	+			+				+	+	+																			+	+
		стрес		+	+			+								+			+	+								+	+			

Вміст карбонатів у грунті	**Ca**	оптимум		+	+						+													+	+			+				
		стрес	+				+		+	+		+		+		+	+	+		+	+		+						+	+		+
Вміст засвоюваних форм азоту	**Nt**	оптимум							+	+	+	+	+	+				+			+		+	+	+		+					
		стрес	+	+	+	+	+	+							+	+	+		+	+								+	+	+		+
Аерованість грунту	**Ae**	оптимум							+	+	+	+																				
		стрес	+	+	+	+	+	+						+	+	+				+	+			+				+				+
Термоклімат (терморежим)	**Tm**	оптимум	+					+		+																		+	+	+		
		стрес		+	+	+	+		+		+															+					+	+
Вологість клімату (омброрежим)	**Om**	оптимум	+			+		+		+	+																	+	+		+	+
		стрес		+	+		+		+			+				+				+										+		
Континентальність клімату (контрасторежим)	**Kn**	оптимум	+			+				+	+	+			+													+		+	+	+
		стрес		+	+		+	+	+					+		+			+										+			
Суворість зим (кріорежим)	**Cr**	оптимум	+	+		+	+		+	+			+		+	+	+	+			+		+	+	+			+	+	+		+
		стрес			+			+			+			+					+	+						+	+				+	
Освітлення	**Lc**	оптимум	+					+		+	+	+																	+			
		стрес		+	+	+	+								+							+	+					+			+	+
		оптимум	**7**	**3**	**3**	**5**	**3**	**4**	**4**	**10**	**10**	**7**	**2**	**2**	**3**	**2**	**1**	**2**	**0**	**1**	**2**	**0**	**2**	**3**	**3**	**0**	**1**	**5**	**4**	**3**	**4**	**6**
		стрес	**5**	**8**	**9**	**5**	**8**	**6**	**5**	**2**	**2**	**3**	**1**	**4**	**4**	**8**	**3**	**2**	**6**	**7**	**3**	**1**	**2**	**1**	**1**	**3**	**1**	**7**	**6**	**3**	**4**	**6**

Таблиця В.7 Матриця співпадіння діапазонів толерантності *Oenothera biennis* та трав'яних біотопів України

БІОТОПИ			R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R64	R65	X36
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР	% збігу		**91.7**	**100.0**	**83.3**	**50.0**	**83.3**	**66.7**	**75.0**	**83.3**	**41.7**	**33.3**	**75.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**83.3**	**83.3**	**91.7**	**100.0**	**83.3**	**33.3**	**58.3**	**58.3**	**83.3**	**83.3**	**41.7**	**83.3**	**75.0**	**58.3**	**75.0**	**91.7**
	оптимум		**33.3**	**66.7**	**33.3**	**8.3**	**33.3**	**16.7**	**66.7**	**16.7**	**25.0**	**25.0**	**25.0**	**83.3**	**75.0**	**100.0**	**33.3**	**25.0**	**33.3**	**58.3**	**33.3**	**16.7**	**33.3**	**41.7**	**50.0**	**33.3**	**16.7**	**25.0**	**25.0**	**25.0**	**25.0**	**58.3**
	стрес		**58.3**	**33.3**	**50.0**	**41.7**	**50.0**	**50.0**	**8.3**	**66.7**	**16.7**	**8.3**	**50.0**	**16.7**	**25.0**	**0.0**	**50.0**	**58.3**	**58.3**	**41.7**	**50.0**	**16.7**	**25.0**	**16.7**	**33.3**	**50.0**	**25.0**	**58.3**	**50.0**	**33.3**	**50.0**	**33.3**
	% описів за участю виду		**2.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.2**	**0.1**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**7.8**	**2.3**	**1.4**	**0.3**	**0.0**	**0.2**	**0.5**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
	Максимальний % покриття		**5.0**						**2.0**	**2.0**				**3.0**	**2.0**	**3.0**	**4.0**		**0.5**	**13.0**												
Водний режим грунту(гідроморфа)	**Hd**	оптимум							+					+	+	+									+			+		+		+
		стрес		+			+	+		+			+				+	+		+	+			+					+			
Змінність зволоження	**fH**	оптимум	+	+	+						+	+		+	+	+				+											+	+
		стрес					+			+			+				+	+	+		+					+		+	+			
Кислотний режим грунту	**Rc**	оптимум	+	+										+	+	+	+		+	+	+			+		+						
		стрес											+					+					+		+		+				+	+
Сольовий режим	**Sl**	оптимум		+	+		+		+					+		+			+	+					+	+						
		стрес	+					+		+					+		+	+			+											
	Ca	оптимум	+	+									+	+	+	+	+	+		+	+		+	+					+	+		+

Вміст карбонатів у грунті		стрес			+				+	+	+								+						+	+	+	+			+	
Вміст засвоюваних форм азоту	**Nt**	оптимум							+		+	+	+	+		+	+	+			+		+	+	+		+	+				+
		стрес	+	+	+	+	+	+		+					+				+	+						+			+	+	+	
Аерованість грунту	**Ae**	оптимум							+	+	+	+		+		+						+	+	+	+			+				+
		стрес	+	+	+	+	+	+					+		+		+	+	+	+	+						+		+	+		
Термоклімат (терморежим)	**Tm**	оптимум		+											+	+				+					+	+					+	
		стрес	+		+	+	+	+					+	+			+	+	+		+		+					+	+	+		+
Вологість клімату (омброрежим)	**Om**	оптимум		+	+		+	+	+					+	+	+																
		стрес	+			+				+									+	+						+		+	+		+	+
Континентальність клімату (контрасторежим)	**Kn**	оптимум		+	+		+	+	+					+	+	+			+	+									+			
		стрес	+			+				+		+										+			+	+		+		+	+	+
Суворість зим (кріорежим)	**Cr**	оптимум	+			+			+	+			+		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+		+
		стрес		+	+		+				+			+								+						+			+	
Освітлення	**Lc**	оптимум		+			+		+					+	+	+						+									+	+
		стрес	+		+			+		+			+				+	+	+	+	+		+	+	+	+		+				
		оптимум	**4**	**8**	**4**	**1**	**4**	**2**	**8**	**2**	**3**	**3**	**3**	**10**	**9**	**12**	**4**	**3**	**4**	**7**	**4**	**2**	**4**	**5**	**6**	**4**	**2**	**3**	**3**	**3**	**3**	**7**
		стрес	**7**	**4**	**6**	**5**	**6**	**6**	**1**	**8**	**2**	**1**	**6**	**2**	**3**	**0**	**6**	**7**	**7**	**5**	**6**	**2**	**3**	**2**	**4**	**6**	**3**	**7**	**6**	**4**	**6**	**4**

Таблиця В.8 Матриця співпадіння діапазонів толерантності *Onobrychis viciifolia* та трав'яних біотопів України

БІОТОПИ			R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R64	R65	X36
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР	% збігу		**50.0**	**100.0**	**100.0**	**33.3**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**50.0**	**33.3**	**41.7**	**91.7**	**83.3**	**100.0**	**75.0**	**33.3**	**75.0**	**91.7**	**91.7**	**16.7**	**50.0**	**58.3**	**100.0**	**66.7**	**33.3**	**58.3**	**50.0**	**58.3**	**41.7**	**100.0**
	оптимум		**25.0**	**41.7**	**41.7**	**8.3**	**66.7**	**8.3**	**100.0**	**25.0**	**16.7**	**16.7**	**25.0**	**50.0**	**41.7**	**66.7**	**33.3**	**33.3**	**33.3**	**33.3**	**16.7**	**16.7**	**16.7**	**16.7**	**66.7**	**16.7**	**8.3**	**16.7**	**8.3**	**8.3**	**16.7**	**33.3**
	стрес		**25.0**	**58.3**	**58.3**	**25.0**	**33.3**	**91.7**	**0.0**	**75.0**	**33.3**	**16.7**	**16.7**	**41.7**	**41.7**	**33.3**	**41.7**	**0.0**	**41.7**	**58.3**	**75.0**	**0.0**	**33.3**	**41.7**	**33.3**	**50.0**	**25.0**	**41.7**	**41.7**	**50.0**	**25.0**	**66.7**
	% описів за участю виду		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**5.1**	**0.4**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.1**	**0.2**	**0.0**	**0.0**	**0.1**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**7.5**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
	Максимальний % покриття								**88.0**	**3.0**						**0.1**	**2.0**			**1.0**					**3.0**							
Водний режим грунту(гідроморфа)	**Hd**	оптимум							+					+	+																	+
		стрес		+	+		+	+		+						+				+	+			+	+					+		
Змінність зволоження	**fH**	оптимум					+		+	+			+				+	+	+						+	+						
		стрес		+	+	+		+			+	+		+	+	+				+	+		+				+					+
Кислотний режим грунту	**Rc**	оптимум	+		+		+		+							+									+						+	+
		стрес		+				+		+	+			+					+	+	+			+		+		+	+			
Сольовий режим	**Sl**	оптимум	+	+	+		+		+					+		+			+	+												
		стрес						+		+					+		+				+				+	+						+

Вміст карбонатів у грунті	**Ca**	оптимум			+		+		+	+	+	+													+								
		стрес	+	+				+								+								+				+		+		+
Вміст засвоюваних форм азоту	**Nt**	оптимум							+		+	+	+	+			+	+			+		+	+	+		+					
		стрес	+	+	+	+	+	+		+					+	+			+	+								+	+	+		+
Аерованість грунту	**Ae**	оптимум							+					+		+						+			+			+				+
		стрес		+	+		+	+		+	+	+	+		+		+			+	+		+	+					+	+		
Термоклімат (терморежим)	**Tm**	оптимум		+	+		+		+						+	+									+						+	+
		стрес	+			+		+		+				+			+		+	+	+		+			+		+	+	+		
Вологість клімату (омброрежим)	**Om**	оптимум		+			+		+					+	+	+				+												
		стрес			+			+		+							+		+		+				+	+					+	+
Континентальність клімату (контрасторежим)	**Kn**	оптимум		+	+		+	+	+						+	+			+	+					+	+						
		стрес								+				+			+				+							+	+	+	+	+
Суворість зим (кріорежим)	**Cr**	оптимум	+	+		+	+		+	+			+		+	+	+	+			+		+	+	+			+	+	+		
		стрес			+			+			+			+					+	+						+	+					+
Освітлення	**Lc**	оптимум							+					+		+	+	+	+	+		+										
		стрес		+	+		+	+		+			+		+						+		+	+	+	+	+				+	+
		оптимум	**3**	**5**	**5**	**1**	**8**	**1**	**12**	**3**	**2**	**2**	**3**	**6**	**5**	**8**	**4**	**4**	**4**	**4**	**2**	**2**	**2**	**2**	**8**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**4**
		стрес	**3**	**7**	**7**	**3**	**4**	**11**	**0**	**9**	**4**	**2**	**2**	**5**	**5**	**4**	**5**	**0**	**5**	**7**	**9**	**0**	**4**	**5**	**4**	**6**	**3**	**5**	**5**	**6**	**3**	**8**

Таблиця В.9 Матриця співпадіння діапазонів толерантності *Sisymbrium altissimum* та трав'яних біотопів України

БІОТОПИ			R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R64	R65	X36
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР	% збігу		**100.0**	**83.3**	**91.7**	**83.3**	**83.3**	**83.3**	**66.7**	**100.0**	**100.0**	**83.3**	**25.0**	**50.0**	**58.3**	**91.7**	**33.3**	**25.0**	**41.7**	**58.3**	**41.7**	**8.3**	**33.3**	**33.3**	**33.3**	**25.0**	**16.7**	**100.0**	**75.0**	**58.3**	**58.3**	**100.0**
	оптимум		**58.3**	**16.7**	**25.0**	**50.0**	**16.7**	**33.3**	**33.3**	**83.3**	**75.0**	**50.0**	**16.7**	**16.7**	**16.7**	**16.7**	**8.3**	**8.3**	**8.3**	**8.3**	**8.3**	**0.0**	**16.7**	**25.0**	**16.7**	**0.0**	**0.0**	**41.7**	**33.3**	**25.0**	**25.0**	**50.0**
	стрес		**41.7**	**66.7**	**66.7**	**33.3**	**66.7**	**50.0**	**33.3**	**16.7**	**25.0**	**33.3**	**8.3**	**33.3**	**41.7**	**75.0**	**25.0**	**16.7**	**33.3**	**50.0**	**33.3**	**8.3**	**16.7**	**8.3**	**16.7**	**25.0**	**16.7**	**58.3**	**41.7**	**33.3**	**33.3**	**50.0**
	% описів за участю виду		**2.0**	**5.0**	**5.9**	**0.0**	**0.0**	**0.3**	**0.0**	**5.5**	**4.3**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.5**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**2.1**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**6.6**
	Максимальний % покриття		**2.0**	**2.0**	**3.0**			**3.0**		**38.0**	**1.0**					**1.0**												**2.0**				**38.0**
Водний режим грунту(гідроморфа)	**Hd**	оптимум	+		+	+		+		+	+	+																				
		стрес		+			+		+						+	+												+				+
Змінність зволоження	**fH**	оптимум		+	+						+	+		+	+	+			+	+												+
		стрес	+				+			+			+				+	+			+					+		+	+	+		
Кислотний режим грунту	**Rc**	оптимум					+		+	+																						+
		стрес	+		+	+		+			+	+				+			+	+					+			+	+		+	
Сольовий режим	**Sl**	оптимум	+			+				+	+	+																			+	+
		стрес						+								+												+	+			

Вміст карбонатів у грунті	**Ca**	оптимум			+						+													+	+			+				
		стрес	+	+			+		+	+		+		+		+	+			+	+		+						+	+		+
Вміст засвоюваних форм азоту	**Nt**	оптимум							+	+	+	+	+	+									+	+								
		стрес	+	+	+	+	+	+							+	+	+	+	+	+	+				+		+	+		+		+
Аерованість грунту	**Ae**	оптимум							+	+	+	+																				
		стрес	+	+	+	+	+	+						+	+	+				+	+			+				+				+
Термоклімат (терморежим)	**Tm**	оптимум	+			+		+		+																		+	+	+		
		стрес		+	+		+				+					+										+					+	+
Вологість клімату (омброрежим)	**Om**	оптимум	+			+		+		+	+																	+	+		+	+
		стрес		+	+				+			+				+				+										+		
Континентальність клімату (контрасторежим)	**Kn**	оптимум	+			+				+	+	+																+		+	+	+
		стрес		+	+		+	+	+					+	+	+			+										+			
Суворість зим (кріорежим)	**Cr**	оптимум	+	+		+	+		+	+			+		+	+	+	+			+		+	+	+			+	+	+		+
		стрес			+			+			+			+					+	+						+	+				+	
Освітлення	**Lc**	оптимум	+					+		+	+																		+			
		стрес		+	+	+	+					+			+							+	+					+			+	+
		оптимум	**7**	**2**	**3**	**6**	**2**	**4**	**4**	**10**	**9**	**6**	**2**	**2**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**2**	**3**	**2**	**0**	**0**	**5**	**4**	**3**	**3**	**6**
		стрес	**5**	**8**	**8**	**4**	**8**	**6**	**4**	**2**	**3**	**4**	**1**	**4**	**5**	**9**	**3**	**2**	**4**	**6**	**4**	**1**	**2**	**1**	**2**	**3**	**2**	**7**	**5**	**4**	**4**	**6**

Таблиця В.10 Матриця співпадіння діапазонів толерантності *Trifolium hybridum* та трав'яних біотопів України

БІОТОПИ			R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R64	R65	X36
ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР	% збігу		**58.3**	**75.0**	**58.3**	**8.3**	**58.3**	**25.0**	**66.7**	**41.7**	**25.0**	**16.7**	**91.7**	**100.0**	**75.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**41.7**	**91.7**	**83.3**	**58.3**	**100.0**	**75.0**	**58.3**	**58.3**	**50.0**	**75.0**	**66.7**
	оптимум		**16.7**	**33.3**	**16.7**	**8.3**	**8.3**	**0.0**	**8.3**	**8.3**	**8.3**	**8.3**	**25.0**	**50.0**	**33.3**	**75.0**	**83.3**	**50.0**	**83.3**	**100.0**	**83.3**	**25.0**	**33.3**	**25.0**	**33.3**	**75.0**	**33.3**	**16.7**	**41.7**	**41.7**	**41.7**	**50.0**
	стрес		**41.7**	**41.7**	**41.7**	**0.0**	**50.0**	**25.0**	**58.3**	**33.3**	**16.7**	**8.3**	**66.7**	**50.0**	**41.7**	**25.0**	**16.7**	**50.0**	**16.7**	**0.0**	**16.7**	**16.7**	**58.3**	**58.3**	**25.0**	**25.0**	**41.7**	**41.7**	**16.7**	**8.3**	**33.3**	**16.7**
	% описів за участю виду		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**2.9**	**4.7**	**2.3**	**5.2**	**5.8**	**1.7**	**12.0**	**10.4**	**5.2**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.9**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**2.0**	**0.0**
	Максимальний % покриття									**2.0**			**2.0**	**10.0**	**2.0**	**25.0**	**38.0**	**2.0**	**7.0**	**20.0**	**3.0**					**2.0**					**1.0**	
Водний режим грунту(гідроморфа)	**Hd**	оптимум																		+	+	+	+			+	+		+	+	+	+
		стрес											+	+		+	+	+	+					+				+				
Змінність зволоження	**fH**	оптимум		+	+					+	+	+	+	+		+	+		+	+						+						+
		стрес	+				+	+	+						+			+			+		+					+			+	
Кислотний режим грунту	**Rc**	оптимум		+										+	+	+	+	+	+	+	+			+		+						
		стрес	+										+										+		+		+				+	+
Сольовий режим	**Sl**	оптимум		+	+		+		+					+		+	+		+	+	+				+	+						
		стрес	+					+		+					+			+														
	Ca	оптимум	+										+	+	+	+	+	+	+	+	+		+						+	+	+	+

Вміст карбонатів у грунті		стрес		+	+																			+		+	+	+				
Вміст засвоюваних форм азоту	**Nt**	оптимум														+	+		+	+							+	+	+	+	+	+
		стрес	+						+	+	+	+	+	+				+			+		+	+	+	+						
Аерованість грунту	**Ae**	оптимум														+				+	+						+	+	+	+	+	+	+
		стрес											+	+			+	+	+			+	+	+									
Термоклімат (терморежим)	**Tm**	оптимум												+	+	+	+	+	+	+	+					+							
		стрес	+	+	+		+		+				+										+	+				+	+		+	
Вологість клімату (омброрежим)	**Om**	оптимум															+	+	+	+	+				+	+							
		стрес		+	+		+		+				+	+	+	+							+	+			+					
Континентальність клімату (контрасторежим)	**Kn**	оптимум		+												+	+		+	+	+				+	+						
		стрес			+		+	+	+	+			+	+	+			+				+	+	+			+		+	+		+
Суворість зим (кріорежим)	**Cr**	оптимум	+			+								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+
		стрес		+	+		+		+	+	+		+												+			+				
Освітлення	**Lc**	оптимум											+				+	+	+	+	+	+	+	+	+							
		стрес		+			+		+					+	+	+											+	+			+	
		оптимум	**2**	**4**	**2**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**3**	**6**	**4**	**9**	**10**	**6**	**10**	**12**	**10**	**3**	**4**	**3**	**4**	**9**	**4**	**2**	**5**	**5**	**5**	**6**
		стрес	**5**	**5**	**5**	**0**	**6**	**3**	**7**	**4**	**2**	**1**	**8**	**6**	**5**	**3**	**2**	**6**	**2**	**0**	**2**	**2**	**7**	**7**	**3**	**3**	**5**	**5**	**2**	**1**	**4**	**2**

ДОДАТОК Г

Перелік рідкісних видів вищих судинних рослин і їх представленість у типах біотопів

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Achillea glaberrima	x	x				x			x			x																						
Achillea lingulata(Ptarmica lingulata)	x																												x					
Adenophora liliifolia		x	x								x								x				x				x	x						
Adonis vernalis	x						x	x	x	x	x	x						x	x			x					x							
Adonis volgensis(Adonis wolgensis)	x							x			x	x																						
Agrimonia pilosa		x									x																							
Agropyron cimmericum				x	x							x																						
Allium albiflorum	x											x																		x				
Allium lineare	x						x																											
Allium obliquum	x						x		x			x																						
Allium pervestitum	x			x	x																													
Allium regelianum	x	x										x	x					x			x													x
Allium strictum	x										x																							

[2] Номенклатура таксонів наведена відповідно до електронного ресурсу «The Euro+Med PlantBase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity» (http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/query.asp), якщо назва таксону на цьому ресурсі відрізняється від наведеного в охоронних списках, синонімічна назва відповідно до охоронного списку (переважно Червона книга України або Резолюція 6 Бернської конвенції) наводиться в дужках.

[3] ЧКУ – Червона книга України (2009), БК - Резолюція 6 Бернської конвенції (Revised… 2011), ОД - Додатки II і IV Оселищної Директиви (Council…, 1992), МСОП - червоний список МСОП, категорії VU, EN, CR (https://www.iucnredlist.org/)

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Anacamptis coriophora	x				x						x	x				x		x	x			x	x				x							
Anacamptis morio	x				x					x	x	x			x				x		x	x	x				x							
Anacamptis palustris aggr. (incl. *Anacamptis laxiflora*)	x										x				x			x	x	x	x	x	x		x						x			
Anacamptis pyramidalis	x									x	x							x	x															
Androsace villosa subsp. *koso-poljanskii (Androsace koso-poljanskii)*	x							x			x																							
Angelica palustris		x	x																x		x	x	x								x			
Arenaria cephalotes (Eremogone cephalotes)	x											x																						
Artemisia hololeuca	x							x																										
Asphodeline lutea	x								x	x	x	x																						
Asplenium adiantum-nigrum	x										x																							
Aster alpinus	x																									x								
Astracantha arnacantha	x											x		x																				
Astragalus arenarius	x				x							x					x	x																
Astragalus cornutus (Astragalus cretophilus)	x							x				x																						
Astragalus dasyanthus	x							x	x		x	x						x																
Astragalus exscapus	x										x	x																						
Astragalus glaucus	x									x		x																						
Astragalus monspessulanus	x						x		x		x	x																						
Astragalus ponticus	x				x					x		x						x																

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Astragalus reduncus	x											x	x																					
Astragalus testiculatus	x											x																						
Astrodaucus littoralis	x				x																													
Betula humilis	x																						x											
Betula klokovii	x			x					x																									
Botrychium lunaria	x														x				x	x			x		x	x			x					
Botrychium multifidum	x														x			x		x									x					
Bupleurum tenuissimum	x									x	x	x	x					x				x								x	x	x		
Calophaca wolgarica	x											x																						
Campanula carpatica	x								x			x																						
Campanula kladniana	x																							x										
Campanula serrata		x	x								x				x				x	x	x		x		x	x			x					
Caragana scythica	x									x		x																						
Carex buxbaumii	x														x	x			x		x		x					x						
Carex davalliana	x																		x		x	x	x											
Carex liparocarpos	x				x					x	x	x																						
Carex pauciflora	x																						x											
Carex pediformis	x							x				x																						
Carex secalina	x																	x				x												
Carex umbrosa	x														x				x	x	x		x		x									

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Carlina acanthifolia subsp. utzka (Carlina onopordifolia)	x	x	x	x					x		x	x							x								x							
Centaurea breviceps	x				x																													
Centaurea caprina	x									x																								
Centaurea margaritalba (Centaurea margarita-alba)	x				x																													
Centaurea paczoskii	x				x																													
Centaurea protomargaritacea	x				x																													
Centaurea pseudoleucolepis (Centaurea margaritacea subsp. *pseudoleucolepis)*	x	x		x		x			x			x																						
Centaurea sarandinakiae	x									x		x																						
Cephalanthera damasonium	x										x																							
Cephalanthera longifolia	x										x				x				x															
Cerastium biebersteinii	x									x	x	x						x																
Cirsium heterophyllum aggr.	x																												x					
Cladium mariscus	x																				x		x											
Colchicum autumnale	x										x				x			x	x	x	x	x	x		x		x	x						
Colchicum triphyllum (Colchicum ancyrense)												x																						
Colchicum bulbocodium (Bulbocodium versicolor)											x	x										x					x							
Cortusa matthioli	x																						x			x			x					
Crambe aspera	x			x								x																						
Crambe koktebelica	x	x								x		x																						

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Crambe maritima	x				x							x																		x		x		
Crambe tataria	x	x	x					x			x	x	x					x																
Crepis jacquinii	x																									x								
Crocus pallasii	x																		x															
Crocus reticulatus	x											x																						
Crocus vernus subsp. *vernus (Crocus heuffelianus)*	x														x				x	x		x	x		x	x			x					
Cymbaria borysthenica (Cymbochasma borysthenica)	x											x																						
Cypripedium calceolus	x	x	x									x															x							
Cystopteris montana	x																												x					
Cystopteris sudetica	x																											x						
Cytisus albus (Chamaecytisus albus)	x						x		x	x	x	x						x	x								x							
Cytisus blockianus (Chamaecytisus blockianus)	x						x		x		x	x															x							
Cytisus graniticus (Chamaecytisus graniticus)	x								x		x	x						x									x							
Cytisus paczoskii (Chamaecytisus paczoskii)	x						x		x		x	x															x							
Cytisus podolicus (Chamaecytisus podolicus)	x						x		x		x	x											x				x							
Dactylorhiza cordigera	x																			x	x		x		x			x						
Dactylorhiza incarnata	x										x					x		x	x		x	x	x											
Dactylorhiza maculata aggr.	x										x				x			x	x	x	x	x	x				x	x						
Dactylorhiza majalis	x										x				x				x	x	x	x	x					x	x					

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Dactylorhiza romana	x										x																							
Dactylorhiza sambucina	x														x				x	x							x							
Damasonium alisma	x																				x													x
Daphne cneorum	x								x		x																x							
Delphinium elatum	x																									x		x						
Dianthus hypanicus	x	x		x		x						x																						
Dianthus superbus subsp. *alpestris (Dianthus speciosus)*	x										x								x		x					x								
Dictamnus albus	x						x		x		x	x															x							
Diplotaxis cretacea	x							x		x																								
Draba podolica(Schivereckia podolica)	x	x				x	x		x		x	x																						
Dracocephalum ruyschiana	x											x																						
Echinops exaltatus	x										x								x								x							
Elatine hungarica	x																				x													x
Elytrigia stipifolia	x							x	x		x	x						x									x				x			
Epipactis atrorubens	x								x			x							x							x								
Epipactis helleborine	x														x				x			x				x								
Epipactis palustris	x										x	x			x				x	x	x	x	x		x			x						
Eremurus tauricus	x									x																								
Erigeron alpinus	x																									x								
Erysimum ucranicum	x							x																										

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Euphorbia valdevillosocarpa	x										x																							
Festuca cretacea	x							x																										
Festuca heterophylla	x																		x															
Festuca pallens	x						x		x		x	x			x				x															
Festuca porcii	x														x						x		x			x		x	x					
Festuca stricta subsp. *saxatilis (Festuca saxatilis)*	x						x		x			x							x							x			x					
Fritillaria meleagris	x																		x		x	x												
Fritillaria meleagroides	x											x						x	x		x	x											x	
Fritillaria montana	x	x									x	x							x								x							
Fritillaria ruthenica	x										x	x							x		x													
Genista scythica	x									x	x	x																						
Genista tetragona	x	x		x							x	x																						
Gentiana acaulis	x														x				x	x					x				x					
Gentiana lutea	x														x														x					
Gentiana punctata	x														x														x					
Gladiolus imbricatus	x										x				x			x	x	x	x	x	x		x		x	x						
Gladiolus tenuis	x										x	x						x	x		x	x	x										x	
Glycyrrhiza glabra	x				x						x	x						x												x	x			x
Goniolimon graminifolium	x				x																													
Goniolimon rubellum	x											x	x																					
Gymnadenia conopsea	x										x				x			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x					

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Gymnadenia odoratissima	x																		x		x		x											
Gymnospermium odessanum	x										x	x																						
Gypsophila glomerata	x									x		x																						
Gypsophila thyraica	x						x		x		x	x																						
Hedysarum cretaceum	x							x				x																						
Helianthemum canum	x						x	x	x		x	x			x				x				x											
Helianthemum cretophilum[4]	x							x				x																						
Hippocrepis comosa	x										x								x															
Huperzia selago	x														x									x	x	x								
Hyacinthella pallasiana	x											x																						
Hyssopus officinalis subsp. *montanus (Hyssopus cretaceus)*	x							x													x													
Iris aphylla (Iris aphylla subsp. *hungarica)*		x	x			x	x		x		x	x						x	x								x							
Iris humilis (Iris pineticola)	x	x	x									x						x				x												
Iris pontica	x											x																						
Iris sibirica	x										x				x	x		x	x		x	x	x				x	x						
Juncus bulbosus	x																				x		x											
Juncus sphaerocarpus	x																				x													x
Juncus subnodulosus	x																						x											
Juniperus excelsa	x													x																				

[4] Цей вид у Червоній книзі України розглядається як синонім *Helianthemum canum*, але в «Euro+Med PlantBase» ці два види приймаються як самостійні.

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Jurinea cyanoides		x	x		x						x	x					x																	
Klasea lycopifolia		x	x								x	x						x	x		x						x							
Koeleria talievii	x							x				x																						
Lathyrus laevigatus	x																		x	x						x								
Leptogium schraderi	x						x					x																						
Leucojum vernum	x																		x			x												
Ligularia carpathica(Ligularia glauca)	x										x																x							
Ligularia sibirica	x	x	x																x			x	x						x					
Lilium martagon	x										x				x				x	x			x		x	x	x		x					
Limodorum abortivum	x									x																								
Limonium tschurjukiense	x											x	x																	x		x		
Linaria cretacea	x							x																										
Linum basarabicum	x								x			x																						
Linum pallasianum	x							x	x		x	x																						
Lunaria rediviva	x																											x						
Lythrum thymifolia	x																				x													x
Malaxis monophyllos	x																		x	x														
Matthiola fragrans	x							x																										
Medicago cretacea				x						x		x																						
Medicago rupestris				x						x		x																						
Medicago saxatilis	x			x						x		x																						

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Muscari botryoides	x										x								x								x							
Narcissus poeticus subsp. *radiiflorus(Narcissus angustifolius)*	x	x													x				x										x					
Neotinea ustulata	x										x								x	x			x				x							
Odontarrhena tortuosa (Alyssum borzaeanum)	x				x		x	x	x	x	x	x	x																					
Onosma polyphylla	x	x		x						x		x																						
Onosma simplicissima(Onosma tanaitica)	x							x			x	x																						
Orchis mascula	x										x				x			x	x	x			x		x	x								
Orchis militaris	x								x		x								x								x							
Orchis punctulata	x			x						x	x																							
Orchis purpurea	x										x																							
Ornithogalum boucheanum	x											x																						
Paeonia tenuifolia	x	x								x	x	x																						
Pedicularis exaltata	x										x								x	x	x						x	x						
Pedicularis sceptrum-carolinum	x																						x											
Pedicularis sylvatica	x														x						x		x											
Pinguicula alpina	x																						x			x			x					
Pinguicula vulgaris	x														x							x	x											
Pistacia atlantica subsp. *mutica (Pistacia mutica)*	x													x																				
Platanthera bifolia	x										x				x				x	x	x		x		x		x							

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Pontechium maculatum (Echium russicum)		x	x						x	x	x	x							x								x							
Poa rehmannii	x																		x	x						x								
Poa taurica	x									x	x	x		x																				
Prangos trifida	x									x		x																						
Primula minima	x																							x	x									
Prunus klokovii (Cerasus klokovii)	x											x																						
Psathyrostachys juncea	x											x																						
Pseudobryum cinclidioides	x																				x		x											
Pseudorchis albida	x														x				x						x				x					
Pulsatilla alpina subsp. alba (Pulsatilla scherfelii)	x																								x	x								
Pulsatilla patens	x	x	x		x						x	x							x								x							
Pulsatilla pratensis	x				x	x	x	x	x		x	x							x								x							
Pulsatilla vulgaris subsp. *grandis (Pulsatilla grandis)*	x	x	x		x				x		x	x							x								x							
Ranunculus thora	x																								x									
Rhodiola rosea	x																								x	x								
Rhododendron myrtifolium	x			x																				x	x	x			x					
Salix herbacea	x																							x										
Salvia scabiosifolia	x				x					x		x																						
Saussurea alpina aggr.	x																								x									
Saussurea discolor	x																				x					x								

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Saussurea porcii	x																				x		x					x						
Saxifraga luteoviridis (Saxifraga luteo-viridis)	x																									x								
Schoenus ferrugineus	x				x																		x											
Scorzonera austriaca	x											x																						
Scrophularia cretacea	x							x			x																							
Scutellaria supina	x							x	x	x		x																						
Securigera elegans	x					x	x		x																									
Selaginella selaginoides	x																									x								
Seseli lehmannii	x									x																								
Sesleria uliginosa (Sesleria caerulea)	x																				x	x	x											
Silene cretacea	x							x																										
Silene viridiflora	x								x	x	x							x																
Solorina saccata	x																									x								
Spiranthes spiralis	x														x								x											
Stipa adoxa	x											x																						
Stipa asperella	x											x																						
Stipa borysthenica aggr.	x				x						x	x																		x				
Stipa capillata	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x					x									x							x
Stipa dasyphylla	x										x	x																						
Stipa graniticola	x					x					x	x																						
Stipa lessingiana	x													x																				

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																													
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Stipa maeotica	x											x																						
Stipa pennata	x						x	x	x		x	x						x				x					x							
Stipa pulcherrima	x						x	x	x	x	x	x																						
Stipa tirsa	x								x	x	x	x															x							
Stipa ucrainica	x						x	x	x	x	x	x	x	x				x																x
Stipa zalesskii	x	x	x							x	x	x																						
Succisella inflexa	x														x			x	x		x	x	x		x			x						
Swertia perennis	x														x						x		x			x		x	x					
Taxus baccata	x					x																												
Thalictrum foetidum	x						x		x		x	x																						
Thamnolia vermicularis	x																							x	x				x					
Thesium ebracteatum		x	x		x					x	x	x																						
Tofieldia calyculata	x										x								x				x											
Tragopogon tanaiticus (Tragopogon donetzicus)	x				x																													
Traunsteinera globosa	x										x				x				x	x			x		x	x	x		x					
Trifolium badium	x														x				x															
Trifolium rubens	x										x	x			x			x	x	x	x	x					x							
Tulipa biflora	x											x																						
Tulipa biebersteiniana (Tulipa graniticola; Tulipa hypanica; Tulipa ophiophylla; Tulipa quercetorum, Tulipa scythica)	x				x		x					x	x																					

Латинська назва таксону[2]	Належність до охоронних списків[3]				Коди біотопів																														
	ЧКУ	БК	ОД	МСОП	R11	R12	R13	R15	R16	R18	R1A	R1B	R1C	R1F	R1M	R1P	R1Q	R21	R22	R23	R35	R36	R37	R41	R43	R44	R51	R55	R56	R62	R63	R 64	R65	X36
Tulipa gesneriana (Tulipa schrenkii)	x				x	x			x		x	x						x												x				x
Veronica bellidioides	x																									x								
Veronica fruticans	x																								x	x								
Viola jooi	x										x	x																						
Waldsteinia geoides	x																				x													
Всього	**241**	**28**	**16**	**14**	**28**	**11**	**25**	**30**	**42**	**39**	**96**	**117**	**10**	**6**	**38**	**4**	**2**	**36**	**67**	**25**	**43**	**30**	**49**	**6**	**26**	**31**	**41**	**18**	**24**	**7**	**5**	**3**	**2**	**9**

ДОДАТОК Д

Результати созологічної оцінки трав'яних біотопів України

Таблиця Д.1 Оцінка трав'яних біотопів України за критеріями МСОП

Назва біотопу Українська	**Назва біотопу англійська**	**Код EUNIS**	**Інтегрована оцінка**	**Критерії Європейського Червоного списку біотопів**										
				A1	A2a	A2b	A3	B1	B2	B3	C/D1	C/D2	C/D3	E
Паннонські і Понтичні піщані степи	Pannonian and Pontic sandy steppe	R11	**EN**	EN	EN	EN	EN	VU	VU	VU	EN	EN	EN	EN
Рослинність з домінуванням криптогамних і однорічних рослин на силікатних відслоненнях	Cryptogam- and annual-dominated vegetation on siliceous rock outcrops	R12	**VU**	VU	VU	VU	LC	LC	LC	LC	NT	NT	NT	LC
Рослинність з домінуванням криптогамних і однорічних рослин на карбонатних і ультраосновних відслоненнях	Cryptogam- and annual-dominated vegetation on calcareous and ultramafic rock outcrops	R13	**VU**	VU	VU	VU	NT	NT	NT	LC	NT	VU	VU	LC
Континентальні остепнені трав'яні і чагарничкові угруповання на відслоненнях крейди.	Continental dry rocky steppic grassland and dwarf scrub on chalk outcrops	R15	**VU**	VU	VU	VU	VU	VU	VU	VU	VU	VU	VU	VU
Петрофітні степи Центральної Європи і Карпат з домінуванням багаторічників	Perennial rocky grassland of Central Europe and the Carpathians	R16	**VU**	VU	VU	VU	DD	NT	VU	NT	VU	VU	VU	LC
Кальцифітні лучні степи з домінуванням багаторічників	Semi-dry perennial calcareous grassland	R1A	**EN**	VU	VU	VU	DD	NT	NT	NT	VU	EN	EN	DD
Континентальні сухі степи	Continental dry steppe	R1B	**CR**	VU	CR	CR	CR	LC	LC	LC	VU	EN	EN	EN
Пустельні степи	Desert steppe	R1C	**EN**	VU	EN	VU	VU	VU	VU	LC	VU	VU	VU	VU
Середземноморські степи з домінуванням однорічників	Mediterranean annual-rich dry grassland	R1F	**EN**	VU	EN	EN	VU	VU	EN	VU	VU	VU	VU	LC

Назва біотопу Українська	Назва біотопу англійська	Код EUNIS	Інтегрована оцінка	Критерії Європейського Червоного списку біотопів										
				A1	A2a	A2b	A3	B1	B2	B3	C/D1	C/D2	C/D3	E
Рівнинні до низькогірних, сухі до мезофітних угруповання з домінуванням Nardus	Lowland to submontane, dry to mesic Nardus grassland	R1M	**VU**	VU	VU	VU	LC	LC	LC	LC	NT	NT	VU	LC
Внутрішньоконтинентальні піщані угруповання на сухих кислих або нейтральних грунтах океанічних і субконтинентальних регіонів	Oceanic to subcontinental inland sand grassland on dry acid and neutral soils	R1P	**EN**	VU	EN	VU	VU	NT	NT	LC	VU	VU	VU	LC
Внутрішньоконтинентальні піщані наноси і ддюни з силікатними угрупованнями	Inland sanddrift and dune with siliceous grassland	R1Q	**VU**	VU	VU	VU	VU	NT	NT	LC	VU	VU	VU	LC
Мезофільні постійні пасовища рівнинних і гірських регіонів	Mesic permanent pasture of lowlands and mountains	R21	**EN**	VU	VU	VU	LC	LC	LC	LC	VU	EN	EN	LC
Рівнинні та низькогірні сінокісні луки	Low and medium altitude hay meadow	R22	**EN**	VU	VU	VU	NT	LC	LC	LC	VU	EN	EN	DD
Гірські сінокісні луки	Mountain hay meadow	R23	**EN**	VU	EN	EN	LC	VU	VU	DD	NT	VU	VU	DD
Субсередземноморські вологі луки	Submediterranean moist meadow	R34	**EN**	VU	EN	VU	NT	EN	EN	VU	VU	VU	VU	VU
Мокрі або вологі мезотрофні та евтрофні сінокісні луки	Moist or wet mesotrophic to eutrophic hay meadow	R35	**EN**	VU	EN	VU	LC	NT	NT	LC	VU	EN	VU	NT
Мокрі або вологі мезотрофні та евтрофні пасовища	Moist or wet mesotrophic to eutrophic pasture	R36	**EN**	VU	VU	VU	LC	LC	NT	LC	VU	EN	VU	LC
Мокрі або вологі оліготрофні луки помірної і бореальної зон	Temperate and boreal moist or wet oligotrophic grassland	R37	**EN**	VU	VU	EN	NT	LC	LC	LC	VU	EN	VU	VU
Сніжники, вкриті рослинністю	Vegetated snow patch	R41	**CR**	VU	EN	VU	VU	CR	CR	EN	VU	EN	VU	DD
Ацидофільні альпійські луки помірної зони	Temperate acidophilous alpine grassland	R43	**VU**	NT	VU	VU	DD	VU	VU	DD	NT	NT	NT	DD

Назва біотопу Українська	Назва біотопу англійська	Код EUNIS	Інтегрована оцінка	Критерії Європейського Червоного списку біотопів										
				A1	A2a	A2b	A3	B1	B2	B3	C/D1	C/D2	C/D3	E
Аркто-альпійські карбонатні луки	Arctic-alpine calcareous grassland	R44	**EN**	VU	EN	EN	DD	EN	EN	VU	NT	NT	NT	DD
Термофільні узлісся на карбонатних грунтах	Thermophilous woodland fringe of base-rich soils	R51	**VU**	NT	VU	VU	NT	VU	VU	NT	NT	VU	NT	DD
Термофільні узлісся на кислих грунтах	Thermophilous woodland fringe of acidic soils	R52	**VU**	NT	VU	VU	NT	NT	NT	LC	NT	VU	NT	DD
Орлякові зарості	Pteridium aquilinum stand	R54	**LC**	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC
Мокрі або вологі високотравні та папоротеві узлісся рівнинних регіонів	Lowland moist or wet tall-herb and fern fringe	R55	**EN**	LC	VU	VU	LC	NT	NT	LC	EN	EN	VU	LC
Мокрі або вологі високотравні та папоротеві узлісся субальпійського поясу	Subalpine moist or wet tall-herb and fern fringe	R56	**VU**	NT	NT	VU	DD	NT	NT	DD	NT	DD	NT	DD
Трав'яна рослинність лісових вирубок	Herbaceous forest clearing vegetation	R57	**LC**	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC
Внутрішньоконтинентальні засолені степи	Continental inland salt steppe	R62	**NT**	NT	NT	NT	NT	LC	NT	LC	NT	NT	NT	NT
Внутрішньоконтинентальні солончаки помірної зони	Temperate inland salt marsh	R63	**NT**	NT	NT	NT	NT	LC	NT	LC	NT	NT	LC	LC
Внутрішньоконтинентальні слабо засолені алювіальні пасовища і сінокісні луки	Continental subsaline alluvial pasture and meadow	R65	**VU**	NT	NT	NT	NT	LC	LC	LC	NT	NT	VU	LC
Рідколісіні пасовища і сіножаті помірної зони	Temperate wooded pasture and meadow	R71	**EN**	VU	EN	EN	VU	LC	LC	LC	VU	EN	EN	VU

Таблиця Д.2. Оцінка впливу загроз, созологічної значимості та ризиків втрат трав’яних біотопів України

Код EU NIS	Українська назва біотопу	Англійська назва біотопу	Категорії оцінки впливу загроз				сума балів оцінки загроз	Ступінь стійкості	Клас стійкості	Категорії созологічної значимості										Сума балів созологічної	Цінність біотопів, %	Клас цінності біотопів	Оцінка ризику втрат біотопів	Клас ризику втрат біотопів
			a	b	c	d				e	f	g	h	i	j	k	l	m	n					
R11	Паннонські і Понтичні піщані степи	Pannonian and Pontic sandy steppe	4	4	3	3	14	83	I	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	33	77	II	113	I
R12	Рослинність з домінуванням криптогамних і однорічних рослин на силікатних відслоненнях	Cryptogam- and annual-dominated vegetation on siliceous rock outcrops	2	2	2	3	9	42	III	3	3	2	3	3	3	3	3	2	4	29	63	II	76	III
R13	Рослинність з домінуванням криптогамних і однорічних рослин на карбонатних і ультраосновних відслоненнях	Cryptogam- and annual-dominated vegetation on calcareous and ultramafic rock outcrops	3	2	2	4	11	58	III	4	3	3	3	3	4	4	2	3	4	33	77	II	96	II
R15	Континентальні остепнені трав’яні і чагарничкові угруповання на відслоненнях крейди.	Continental dry rocky steppic grassland and dwarf scrub on chalk outcrops	2	2	3	3	10	50	III	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	37	90	I	103	II
R16	Петрофітні степи Центральної Європи і Карпат з домінуванням багаторічників	Perennial rocky grassland of Central Europe and the Carpathians	3	3	2	4	12	67	II	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	34	80	II	104	II
R1A	Кальцифітні лучні степи з домінуванням багаторічників	Semi-dry perennial calcareous grassland	3	4	3	3	13	75	II	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	31	70	II	103	II
R1B	Континентальні сухі степи	Continental dry steppe	3	4	3	3	13	75	II	3	3	3	2	2	3	3	3	4	4	30	67	II	100	II
R1C	Пустельні степи	Desert steppe	3	4	3	2	12	67	II	3	3	3	2	2	3	3	4	3	4	30	67	II	94	II
R1F	Середземноморські степи з домінуванням однорічників	Mediterranean annual-rich dry grassland	4	4	3	3	14	83	I	3	3	2	2	3	1	2	1	2	4	23	43	III	94	II

Код EU NIS	Українська назва біотопу	Англійська назва біотопу	Категорії оцінки впливу загроз				сума балів оцінки загроз	Ступінь стійкості	Клас стійкості	Категорії созологічної значимості										Сума балів созологічної	Цінність біотопів, %	Клас цінності біотопів	Оцінка ризику втрат біотопів	Клас ризику втрат біотопів
			a	b	c	d				e	f	g	h	i	j	k	l	m	n					
R1 M	Рівнинні до низькогірних, сухі до мезофітних угруповання з домінуванням Nardus	Lowland to submontane, dry to mesic Nardus grassland	2	2	2	2	8	33	IV	2	2	2	2	3	3	2	3	2	4	25	50	III	60	III
R1P	Внутрішньоконтинентальні піщані угруповання на сухих кислих або нейтральних грунтах океанічних і субконтинентальних регіонів	Oceanic to subcontinental inland sand grassland on dry acid and neutral soils	2	3	3	2	10	50	III	3	1	1	3	1	2	2	3	2	4	22	40	IV	64	III
R1Q	Внутрішньоконтинентальні піщані наноси і дюни з силікатними угрупованнями	Inland sanddrift and dune with siliceous grassland	2	3	3	2	10	50	III	3	1	1	3	1	2	2	3	2	4	22	40	IV	64	III
R21	Мезофільні постійні пасовища рівнинних і гірських регіонів	Mesic permanent pasture of lowlands and mountains	2	3	2	2	9	42	III	3	1	1	2	1	3	2	3	3	1	20	33	IV	53	IV
R22	Рівнинні та низькогірні сінокісні луки	Low and medium altitude hay meadow	2	3	2	2	9	42	III	3	1	1	2	2	3	2	3	2	4	23	43	IV	60	III
R23	Гірські сінокісні луки	Mountain hay meadow	2	3	2	2	9	42	III	3	3	2	2	2	3	2	3	3	4	27	57	III	70	III
R34	Субсередземноморські вологі луки	Submediterranean moist meadow	3	3	3	2	11	58	III	3	3	3	3	3	3	2	2	2	4	28	60	III	84	III
R35	Мокрі або вологі мезотрофні та евтрофні сінокісні луки	Moist or wet mesotrophic to eutrophic hay meadow	3	3	3	2	11	58	III	3	1	2	2	2	2	2	2	2	4	22	40	IV	71	III
R36	Мокрі або вологі мезотрофні та евтрофні пасовища	Moist or wet mesotrophic to eutrophic pasture	2	3	2	2	9	42	III	3	1	2	2	1	3	2	2	2	1	19	30	IV	51	IV
R37	Мокрі або вологі оліготрофні луки помірної і бореальної зон	Temperate and boreal moist or wet oligotrophic grassland	3	3	4	2	12	67	II	3	2	3	3	3	2	2	2	2	4	26	53	III	85	II
R41	Сніжники, вкриті рослинністю	Vegetated snow patch	4	4	3	4	15	92	I	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	39	97	I	133	I

Код EU NIS	Українська назва біотопу	Англійська назва біотопу	Категорії оцінки впливу загроз				сума балів оцінки загроз	Ступінь стійкості	Клас стійкості	Категорії созологічної значимості										Сума балів созологічної	Цінність біотопів, %	Клас цінності біотопів	Оцінка ризику втрат біотопів	Клас ризику втрат біотопів
			a	b	c	d				e	f	g	h	i	j	k	l	m	n					
R43	Ацидофільні альпійські луки помірної зони	Temperate acidophilous alpine grassland	2	2	2	3	9	42	III	3	3	3	3	2	4	3	4	2	4	31	70	II	81	III
R44	Аркто-альпійські карбонатні луки	Arctic-alpine calcareous grassland	4	2	2	4	12	67	II	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	37	90	I	112	I
R51	Термофільні узлісся на карбонатних грунтах	Thermophilous woodland fringe of base-rich soils	2	3	3	2	10	50	III	2	2	2	2	2	3	3	3	2	1	22	40	IV	64	III
R52	Термофільні узлісся на кислих грунтах	Thermophilous woodland fringe of acidic soils	2	2	3	2	9	42	III	2	2	2	3	3	3	3	3	2	1	24	47	III	63	III
R54	Орлякові зарості	Pteridium aquilinum stand	1	2	1	2	6	17	V	2	3	2	2	2	3	3	2	2	1	22	40	IV	43	IV
R55	Мокрі або вологі високотравні та папоротеві узлісся рівнинних регіонів	Lowland moist or wet tall-herb and fern fringe	3	2	2	2	9	42	III	3	3	2	2	3	2	3	3	3	4	28	60	III	73	III
R56	Мокрі або вологі високотравні та папоротеві узлісся субальпійського поясу	Subalpine moist or wet tall-herb and fern fringe	2	2	2	2	8	33	IV	3	3	3	3	2	4	4	4	4	4	34	80	II	87	II
R57	Трав'яна рослинність лісових вирубок	Herbaceous forest clearing vegetation	1	1	1	1	4	0.1	V	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	12	6.7	V	6.7	V
R62	Внутрішньоконтинентальні засолені степи	Continental inland salt steppe	2	3	3	3	11	58	III	3	2	3	4	3	4	3	3	1	4	30	67	II	89	II
R63	Внутрішньоконтинентальні солончаки помірної зони	Temperate inland salt marsh	1	2	2	1	6	17	V	3	2	2	3	2	3	2	3	3	1	24	47	III	50	IV
R65	Внутрішньоконтинентальні слабо засолені алювіальні пасовища і сінокісні луки	Continental subsaline alluvial pasture and meadow	2	3	2	2	9	42	III	3	2	2	2	1	3	3	3	1	1	21	37	IV	56	III
R71	Рідколісіні пасовища і сіножаті помірної зони	Temperate wooded pasture and meadow	3	4	3	3	13	75	II	3	2	3	2	2	3	3	3	2	4	27	57	III	94	II

ДОДАТОК Е

Результати прогнозу реакції раритетних видів трав'яних біотопів України на зміну значень екофакторів при підвищенні середньорічної температури повітря

Вид	Водний режим грунту (гідроморфа)			Змінність зволоження			Аерованість грунту			Кислотний режим грунту			Сольовий режим			Вміст карбонатів у грунті			Вміст засвоюваних форм азоту			Термокліматт (терморежим)			Вологість клімату (омброрежим)			Континентальність клімату (контрасторежим)			Суворість зим (кріорежим)			Освітлення		
	Hd			**fH**			**Ae**			**Rc**			**Sl**			**Ca**			**Nt**			**Tm**			**Om**			**Kn**			**Cr**			**Lc**		
	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3
Achillea glaberrima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Adenophora liliifolia	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	СК	СК	СК	-	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	СК
Adonis vernalis	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adonis volgensis	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Allium regelianum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	СК	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Anacamptis coriophora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anacamptis morio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anacamptis palustris aggr.	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-
Anacamptis pyramidalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Androsace villosa subsp. koso-poljanskii	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-
Angelica palustris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arenaria cephalotes	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	ЗН	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Artemisia hololeuca	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Asphodeline lutea	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-

Вид	Водний режим грунту (гідроморфа)			Змінність зволоження			Аерованість грунту			Кислотний режим грунту			Сольовий режим			Вміст карбонатів у грунті			Вміст засвоюваних форм азоту			Термокліматр (терморежим)			Вологість клімату (омброрежим)			Континентальність клімату (контрасторежим)			Суворість зим (кріорежим)			Освітлення		
	Hd			**fH**			**Ae**			**Rc**			**Sl**			**Ca**			**Nt**			**Tm**			**Om**			**Kn**			**Cr**			**Lc**		
	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3
Aster alpinus	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Astragalus cornutus	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	ЗН	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Astragalus dasyanthus	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Astragalus exscapus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Astragalus monspessulanus	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	ЗН	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Astragalus ponticus	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Astragalus reduncus	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	ЗН	-	-	-	-	СК	СК	-	-	СК
Botrychium lunaria	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Bupleurum tenuissimum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campanula serrata	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	СК	СК	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	СК	-	СК	СК	СК	СК	ЗН	-	СК	СК	-	-	СК	-	СК	СК	-	-	СК
Caragana scythica	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	СК	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	-	СК
Carex buxbaumii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Carex davalliana	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Carex lachenalii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex liparocarpos	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	СК	СК	-	ЗН	ЗН	-	-	ЗН	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	СК	СК	ЗН
Centaurea breviceps	СК	ЗН	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	ЗН	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	-	-	ЗН	ЗН	ЗН	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	СК	ЗН	ЗН
Centaurea pseudoleucolepis	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-
Cerastium biebersteinii	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Chrysopogon gryllus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК

Вид	Водний режим грунту (гідроморфа)			Змінність зволоження			Аерованість грунту			Кислотний режим грунту			Сольовий режим			Вміст карбонатів у грунті			Вміст засвоюваних форм азоту			Термокліматр (терморежим)			Вологість клімату (омброрежим)			Континентальність клімату (контрасторежим)			Суворість зим (кріорежим)			Освітлення		
	Hd			**fH**			**Ae**			**Rc**			**Sl**			**Ca**			**Nt**			**Tm**			**Om**			**Kn**			**Cr**			**Lc**		
	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3
Colchicum autumnale	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	СК	СК	СК
Cortusa matthioli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	СК	-	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crambe maritima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Crambe tataria	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Crepis jacquinii	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-
Crocus vernus	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cymbaria borysthenica	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Cytisus albus	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Cytisus blockianus	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cytisus graniticus	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Cytisus paczoskii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Cytisus podolicus	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dactylorhiza cordigera	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК
Dactylorhiza incarnata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dactylorhiza maculata aggr.	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-
Dactylorhiza majalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Dactylorhiza sambucina	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-
Dactylorhiza viridis	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Damasonium alisma	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН

Вид	Водний режим грунту (гідроморфа)			Змінність зволоження			Аерованість грунту			Кислотний режим грунту			Сольовий режим			Вміст карбонатів у грунті			Вміст засвоюваних форм азоту			Термокліматичний (терморежим)			Вологість клімату (омброрежим)			Континентальність клімату (контрасторежим)			Суворість зим (кріорежим)			Освітлення		
	Hd			**fH**			**Ae**			**Rc**			**Sl**			**Ca**			**Nt**			**Tm**			**Om**			**Kn**			**Cr**			**Lc**		
	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3
Daphne cneorum	-	ЗН	ЗН	-	СК	СК	-	-	СК	ЗН	ЗН	ЗН	СК	ЗН	ЗН	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	ЗН	ЗН	ЗН	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН
Dictamnus albus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Draba podolica	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Elatine alsinastrum	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Elytrigia stipifolia	СК	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	СК	СК	-	-	СК	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epipactis atrorubens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Epipactis helleborine	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-
Epipactis palustris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Festuca pallens	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Festuca porcii	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	СК	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-
Frankenia pulverulenta	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ЗН
Fritillaria meleagroides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Fritillaria montana	-	-	ЗН	-	-	СК	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	СК	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-
Genista scythica	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	ЗН	-	СК	СК	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Gentiana acaulis	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Gladiolus imbricatus	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	-	-	СК
Gladiolus tenuis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycyrrhiza glabra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Goniolimon graminifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	ЗН	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-

Вид	Водний режим грунту (гідроморфа)			Змінність зволоження			Аерованість грунту			Кислотний режим грунту			Сольовий режим			Вміст карбонатів у грунті			Вміст засвоюваних форм азоту			Термокліматр (терморежим)			Вологість клімату (омброрежим)			Континентальність клімату (контрасторежим)			Суворість зим (кріорежим)			Освітлення		
	Hd			**fH**			**Ae**			**Rc**			**Sl**			**Ca**			**Nt**			**Tm**			**Om**			**Kn**			**Cr**			**Lc**		
	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3
Goniolimon rubellum	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	ЗН	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-
Gymnadenia conopsea	-	СК	СК	-	-	-	СК	СК	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	СК	СК	СК	-	-	-	СК	СК	ЗН	-	СК	СК
Gymnadenia odoratissima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Gypsophila glomerata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	ЗН	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Gypsophila thyraica	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Helianthemum canum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Hyacinthella pallasiana	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК
Hyssopus officinalis	СК	СК	ЗН	-	-	-	СК	СК	СК	СК	ЗН	ЗН	СК	СК	СК	СК	СК	ЗН	-	СК	СК	СК	СК	ЗН	-	СК	СК	СК	СК	СК	-	-	-	СК	СК	СК
Iris sibirica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jurinea cyanoides	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Koeleria talievii	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Lathyrus laevigatus	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	ЗН	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	СК	ЗН	ЗН	-	-	-
Lilium martagon	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	-	-	-
Linaria cretacea	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	ЗН	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	СК	СК
Linum pallasianum	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Luzula luzulina	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-
Luzula nivalis	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	СК	-	СК	СК
Lythrum thymifolia	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Matthiola fragrans	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	ЗН	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК

Вид	Водний режим грунту (гідроморфа)			Змінність зволоження			Аерованість грунту			Кислотний режим грунту			Сольовий режим			Вміст карбонатів у грунті			Вміст засвоюваних форм азоту			Термокліматр (терморежим)			Вологість клімату (омброрежим)			Континентальність клімату (контрасторежим)			Суворість зим (кріорежим)			Освітлення		
	Hd			**fH**			**Ae**			**Rc**			**Sl**			**Ca**			**Nt**			**Tm**			**Om**			**Kn**			**Cr**			**Lc**		
	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3
Medicago rupestris	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	ЗН	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	СК	ЗН
Neotinea ustulata	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Neottia ovata	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	СК	СК	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	СК	СК
Odontarrhena borzaeana	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН
Odontarrhena tortuosa	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ofaiston monandrum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН
Onosma simplicissima	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-
Orchis mascula	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Orchis militaris	-	-	-	-	-	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Paeonia tenuifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Pedicularis exaltata	-	СК	СК	-	-	СК	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК
Pedicularis sylvatica	-	СК	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-
Pinguicula alpina	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Pinguicula vulgaris	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platanthera bifolia	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	-	СК	-	-	СК	-	-	СК	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	СК
Pontechium maculatum	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Pseudorchis albida	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	СК	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Pulsatilla halleri subsp. taurica	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Pulsatilla patens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-

Вид	Водний режим грунту (гідроморфа)			Змінність зволоження			Аерованість грунту			Кислотний режим грунту			Сольовий режим			Вміст карбонатів у грунті			Вміст засвоюваних форм азоту			Термокліматр (терморежим)			Вологість клімату (омброрежим)			Континентальність клімату (контрасторежим)			Суворість зим (кріорежим)			Освітлення		
	Hd			**fH**			**Ae**			**Rc**			**Sl**			**Ca**			**Nt**			**Tm**			**Om**			**Kn**			**Cr**			**Lc**		
	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3
Pulsatilla pratensis	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Pulsatilla vulgaris subsp. grandis	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК
Salvia scabiosifolia	-	-	ЗН	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	СК
Saussurea discolor	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Saussurea porcii	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-
Saxifraga luteoviridis	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Schoenus ferrugineus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Scrophularia cretacea	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Scutellaria supina	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК
Sedum hispanicum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Selaginella selaginoides	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seseli lehmannii	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	СК	ЗН	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	ЗН	-	СК	ЗН
Silene zawadzkii	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stipa asperella	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	СК	СК	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Stipa borysthenica aggr.	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК	СК
Stipa capillata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	-	СК
Stipa dasyphylla	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК
Stipa eriocaulis subsp. lithophila	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stipa graniticola	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК

Вид	Водний режим грунту (гідроморфа)			Змінність зволоження			Аерованість грунту			Кислотний режим грунту			Сольовий режим			Вміст карбонатів у грунті			Вміст засвоюваних форм азоту			Термокліматр (терморежим)			Вологість клімату (омброрежим)			Континентальність клімату (контрасторежим)			Суворість зим (кріорежим)			Освітлення		
	Hd			**fH**			**Ae**			**Rc**			**Sl**			**Ca**			**Nt**			**Tm**			**Om**			**Kn**			**Cr**			**Lc**		
	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3	+1	+2	+3
Stipa lessingiana subsp. lessingiana	-	СК	СК	-	-	-	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	СК
Stipa pennata	-	СК	СК	СК	СК	СК	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stipa pulcherrima	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stipa tirsa	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stipa ucrainica	-	-	СК	-	-	СК	-	-	СК	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	СК	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК
Stipa zalesskii	-	СК	СК	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Succisella inflexa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	-	СК	СК	-	-	СК	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Swertia perennis	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК	-	СК	ЗН	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tofieldia calyculata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	ЗН	-	-	-	-	-	-	СК	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	ЗН	ЗН
Traunsteinera globosa	СК	СК	ЗН	-	-	-	СК	СК	СК	-	СК	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	СК	СК	-	-	-	-	СК	СК	-	-	-
Trifolium rubens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	-
Viola rupestris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ЗН	ЗН	-	-	СК	-	-	СК	-	-	-	-	СК	ЗН	-	-	-	-	-	-	-	-	СК	-	-	СК

Додаток Ж

Спектральні сигнатури трав'яних біотопів України

Таблиця Ж.1 Значення відбивальності за оптичними каналами сенсора Sentinel-2 для різних типів трав'яних оселищ України

Код типу оселища	Назва каналу	Середнє	Стандартне відхилення
R11	B2	0.0800	0.0600
R11	B3	0.1032	0.0633
R11	B4	0.1170	0.0667
R11	B5	0.1540	0.0672
R11	B6	0.1959	0.0704
R11	B7	0.2127	0.0717
R11	B8	0.2235	0.0753
R11	B8A	0.2347	0.0719
R11	B11	0.3103	0.0608
R11	B12	0.2393	0.0651
R12	B2	0.0593	0.0061
R12	B3	0.0808	0.0063
R12	B4	0.0878	0.0091
R12	B5	0.1245	0.0073
R12	B6	0.1863	0.0174
R12	B7	0.2079	0.0208
R12	B8	0.2130	0.0220
R12	B8A	0.2293	0.0214
R12	B11	0.2597	0.0192
R12	B12	0.1875	0.0167
R13	B2	0.0822	0.0220
R13	B3	0.1146	0.0238
R13	B4	0.1062	0.0317
R13	B5	0.1608	0.0274
R13	B6	0.2879	0.0510
R13	B7	0.3209	0.0617
R13	B8	0.3130	0.0504
R13	B8A	0.3411	0.0658
R13	B11	0.2566	0.0347
R13	B12	0.1733	0.0419
R15	B2	0.1852	0.0797
R15	B3	0.2177	0.0838
R15	B4	0.2247	0.0916
R15	B5	0.2710	0.0825
R15	B6	0.3448	0.0654
R15	B7	0.3661	0.0636
R15	B8	0.3807	0.0713

Код типу оселища	Назва каналу	Середнє	Стандартне відхилення
R15	B8A	0.3851	0.0634
R15	B11	0.3762	0.0767
R15	B12	0.3036	0.0810
R16	B2	0.0633	0.0266
R16	B3	0.0995	0.0292
R16	B4	0.0795	0.0340
R16	B5	0.1513	0.0322
R16	B6	0.3053	0.0861
R16	B7	0.3442	0.0986
R16	B8	0.3465	0.0973
R16	B8A	0.3660	0.0983
R16	B11	0.2577	0.0351
R16	B12	0.1554	0.0405
R18	B2	0.1536	0.0937
R18	B3	0.1899	0.0983
R18	B4	0.2000	0.1036
R18	B5	0.2438	0.0962
R18	B6	0.3121	0.0722
R18	B7	0.3329	0.0674
R18	B8	0.3400	0.0669
R18	B8A	0.3551	0.0649
R18	B11	0.3663	0.0841
R18	B12	0.2834	0.0998
R1A	B2	0.0419	0.0160
R1A	B3	0.0757	0.0153
R1A	B4	0.0442	0.0168
R1A	B5	0.1183	0.0164
R1A	B6	0.3449	0.0677
R1A	B7	0.4098	0.0903
R1A	B8	0.4140	0.0883
R1A	B8A	0.4295	0.0890
R1A	B11	0.2136	0.0236
R1A	B12	0.1088	0.0195
R1B	B2	0.0449	0.0066
R1B	B3	0.0726	0.0069
R1B	B4	0.0625	0.0101
R1B	B5	0.1195	0.0090
R1B	B6	0.2294	0.0299
R1B	B7	0.2592	0.0350
R1B	B8	0.2690	0.0346
R1B	B8A	0.2812	0.0345
R1B	B11	0.2573	0.0267
R1B	B12	0.1533	0.0213
R1C	B2	0.0853	0.0214

Код типу оселища	Назва каналу	Середнє	Стандартне відхилення
R1C	B3	0.1189	0.0302
R1C	B4	0.1380	0.0430
R1C	B5	0.1793	0.0398
R1C	B6	0.2398	0.0346
R1C	B7	0.2621	0.0351
R1C	B8	0.2719	0.0383
R1C	B8A	0.2833	0.0342
R1C	B11	0.2953	0.0411
R1C	B12	0.2208	0.0387
R1M	B2	0.0917	0.1110
R1M	B3	0.1244	0.0999
R1M	B4	0.0958	0.1048
R1M	B5	0.1764	0.1002
R1M	B6	0.3703	0.0653
R1M	B7	0.4242	0.0592
R1M	B8	0.4342	0.0585
R1M	B8A	0.4510	0.0557
R1M	B11	0.2647	0.0680
R1M	B12	0.1500	0.0758
R1P	B2	0.0477	0.0179
R1P	B3	0.0742	0.0159
R1P	B4	0.0675	0.0217
R1P	B5	0.1233	0.0172
R1P	B6	0.2206	0.0406
R1P	B7	0.2522	0.0489
R1P	B8	0.2575	0.0506
R1P	B8A	0.2752	0.0491
R1P	B11	0.2271	0.0364
R1P	B12	0.1452	0.0359
R1Q	B2	0.0602	0.0316
R1Q	B3	0.0823	0.0399
R1Q	B4	0.0875	0.0563
R1Q	B5	0.1291	0.0523
R1Q	B6	0.1932	0.0376
R1Q	B7	0.2184	0.0351
R1Q	B8	0.2291	0.0377
R1Q	B8A	0.2433	0.0369
R1Q	B11	0.2566	0.0696
R1Q	B12	0.1845	0.0932
R21	B2	0.0829	0.1497
R21	B3	0.1112	0.1357
R21	B4	0.0900	0.1382
R21	B5	0.1589	0.1333
R21	B6	0.3148	0.0999

Код типу оселища	Назва каналу	Середнє	Стандартне відхилення
R21	B7	0.3597	0.0934
R21	B8	0.3707	0.0985
R21	B8A	0.3844	0.0876
R21	B11	0.2449	0.0772
R21	B12	0.1443	0.0890
R22	B2	0.0407	0.0111
R22	B3	0.0718	0.0088
R22	B4	0.0503	0.0157
R22	B5	0.1213	0.0115
R22	B6	0.2878	0.0543
R22	B7	0.3377	0.0726
R22	B8	0.3458	0.0731
R22	B8A	0.3632	0.0737
R22	B11	0.2290	0.0293
R22	B12	0.1220	0.0270
R23	B2	0.0354	0.0047
R23	B3	0.0686	0.0117
R23	B4	0.0330	0.0072
R23	B5	0.1123	0.0223
R23	B6	0.3779	0.0764
R23	B7	0.4630	0.0979
R23	B8	0.4713	0.1000
R23	B8A	0.4886	0.1043
R23	B11	0.1962	0.0440
R23	B12	0.0872	0.0215
R35	B2	0.0445	0.0108
R35	B3	0.0770	0.0149
R35	B4	0.0519	0.0138
R35	B5	0.1253	0.0200
R35	B6	0.3049	0.0591
R35	B7	0.3611	0.0857
R35	B8	0.3721	0.0876
R35	B8A	0.3874	0.0873
R35	B11	0.2155	0.0314
R35	B12	0.1131	0.0213
R36	B2	0.0487	0.0434
R36	B3	0.0819	0.0396
R36	B4	0.0527	0.0419
R36	B5	0.1295	0.0405
R36	B6	0.3365	0.0579
R36	B7	0.4049	0.0757
R36	B8	0.4120	0.0774
R36	B8A	0.4333	0.0752
R36	B11	0.2217	0.0365

Код типу оселища	Назва каналу	Середнє	Стандартне відхилення
R36	B12	0.1143	0.0379
R37	B2	0.0389	0.0080
R37	B3	0.0646	0.0130
R37	B4	0.0424	0.0133
R37	B5	0.1022	0.0211
R37	B6	0.2757	0.0562
R37	B7	0.3351	0.0724
R37	B8	0.3435	0.0768
R37	B8A	0.3607	0.0755
R37	B11	0.1990	0.0367
R37	B12	0.1001	0.0239
R41	B2	0.0442	0.0071
R41	B3	0.0763	0.0123
R41	B4	0.0590	0.0111
R41	B5	0.1344	0.0147
R41	B6	0.3134	0.0496
R41	B7	0.3661	0.0578
R41	B8	0.3844	0.0610
R41	B8A	0.4099	0.0604
R41	B11	0.2349	0.0175
R41	B12	0.1189	0.0157
R43	B2	0.0603	0.0631
R43	B3	0.0902	0.0613
R43	B4	0.0710	0.0672
R43	B5	0.1461	0.0650
R43	B6	0.3080	0.0656
R43	B7	0.3516	0.0713
R43	B8	0.3614	0.0696
R43	B8A	0.3874	0.0732
R43	B11	0.2367	0.0634
R43	B12	0.1260	0.0614
R44	B2	0.0385	0.0050
R44	B3	0.0709	0.0062
R44	B4	0.0510	0.0088
R44	B5	0.1342	0.0048
R44	B6	0.3387	0.0287
R44	B7	0.4020	0.0401
R44	B8	0.4198	0.0448
R44	B8A	0.4492	0.0453
R44	B11	0.2466	0.0121
R44	B12	0.1226	0.0123
R55	B2	0.0392	0.0211
R55	B3	0.0707	0.0186
R55	B4	0.0414	0.0213

Код типу оселища	Назва каналу	Середнє	Стандартне відхилення
R55	B5	0.1125	0.0205
R55	B6	0.3333	0.0611
R55	B7	0.4084	0.0847
R55	B8	0.4213	0.0869
R55	B8A	0.4347	0.0862
R55	B11	0.2112	0.0257
R55	B12	0.1058	0.0208
R56	B2	0.0515	0.0462
R56	B3	0.0772	0.0406
R56	B4	0.0670	0.0389
R56	B5	0.1365	0.0339
R56	B6	0.2922	0.0428
R56	B7	0.3480	0.0501
R56	B8	0.3606	0.0587
R56	B8A	0.3955	0.0543
R56	B11	0.2457	0.0382
R56	B12	0.1291	0.0259
R62	B2	0.0576	0.0099
R62	B3	0.0764	0.0107
R62	B4	0.0907	0.0145
R62	B5	0.1261	0.0137
R62	B6	0.1796	0.0162
R62	B7	0.2017	0.0176
R62	B8	0.2125	0.0186
R62	B8A	0.2275	0.0182
R62	B11	0.2701	0.0249
R62	B12	0.1865	0.0233
R63	B2	0.0562	0.0116
R63	B3	0.0769	0.0130
R63	B4	0.0851	0.0196
R63	B5	0.1239	0.0183
R63	B6	0.1878	0.0308
R63	B7	0.2129	0.0365
R63	B8	0.2228	0.0393
R63	B8A	0.2379	0.0406
R63	B11	0.2289	0.0415
R63	B12	0.1509	0.0317
R64	B2	0.1618	0.0477
R64	B3	0.1922	0.0548
R64	B4	0.2216	0.0649
R64	B5	0.2491	0.0613
R64	B6	0.2580	0.0482
R64	B7	0.2666	0.0415
R64	B8	0.2634	0.0379

Код типу оселища	Назва каналу	Середнє	Стандартне відхилення
R64	B8A	0.2695	0.0325
R64	B11	0.2578	0.0458
R64	B12	0.1822	0.0551
R65	B2	0.0451	0.0083
R65	B3	0.0716	0.0064
R65	B4	0.0560	0.0119
R65	B5	0.1180	0.0116
R65	B6	0.2446	0.0424
R65	B7	0.2838	0.0547
R65	B8	0.2903	0.0575
R65	B8A	0.3062	0.0563
R65	B11	0.2370	0.0244
R65	B12	0.1378	0.0228
X36	B2	0.0465	0.0085
X36	B3	0.0743	0.0092
X36	B4	0.0675	0.0159
X36	B5	0.1245	0.0146
X36	B6	0.2242	0.0235
X36	B7	0.2544	0.0268
X36	B8	0.2667	0.0275
X36	B8A	0.2802	0.0278
X36	B11	0.2745	0.0248
X36	B12	0.1668	0.0300

Ж.2 Код для середовища Google Earth Engine для отримання попіксельних оптичних даних.

```
/*
Script written to be executed in Google Earth Engine (https://code.earthengine.google.com/)
Scrpt extractes Sentinel-2 Level 2A satellite imagery collection for user-defined
date range and year, masks clouds by user-defined treshold, specifies required bands, generates median
values per bands, and save the result as a single tiff to Google Drive.
*/

Map.setOptions("HYBRID");

//  SET AOI
//  Area of interest within we are going to classify habitat types

// Load country features from Large Scale International Boundary (LSIB) dataset.
var countries = ee.FeatureCollection('USDOS/LSIB_SIMPLE/2017');

// Subset Ukraine feature from countries.
var AOI = countries.filter(ee.Filter.eq('country_na', 'Ukraine'));
```

```
var name_area = 'Ukraine'; // area name, which will be used in exported file naming

Map.centerObject(AOI, 7);


// SET DATES

var year = 2019;

var STARTDAY = 196; // julian number of start day
var ENDDAY = 242; // julian number of end day

// Julian number of day obtained through the web-service
// https://people.biology.ucsd.edu/patrick/julian_cal.html

// 121-273 - (1 May - 30 Sep) full vegetation season
// 152-213 - (1 Jun - 1 Aug) averaged vegetation season
// 135-181 - (15 May - 30 Jun) early vegetation season
// 196-242 - (15 Jul - 30 Aug) late vegetation season

// Vegetative periods

// 105-135 - (15 Apr - 15 May)
// 135-166 - (15 May - 15 Jun)
// 166-196 - (15 Jun - 15 Jul)
// 196-227 - (15 Jul - 15 Aug)
// 227-258 - (15 Aug - 15 Sep)
// 258-288 - (15 Sep - 15 Oct)

// leaf-less preriods

// 288-319 - (15 Oct - 15 Nov)
// 074-105 - (15 Mar - 15 Apr)

var cloud_treshold=10;

function maskS2clouds(image) {
  var qa = image.select('QA60');

  // Bits 10 and 11 are clouds and cirrus, respectively.
  var cloudBitMask = 2 << 10;
  var cirrusBitMask = 2 << 11;

  // Both flags should be set to zero, indicating clear conditions.
  var mask = qa.bitwiseAnd(cloudBitMask).eq(0)
      .and(qa.bitwiseAnd(cirrusBitMask).eq(0));
  return image.updateMask(mask);
//  return image.updateMask(mask).divide(10000); // divide to 10000 to make resulting raster in unit fraction.

}

// NDVI
var addNDVI = function(image) {
  return image.addBands(image.expression('int16((b("B8") - b("B4")) / (b("B8") + b("B4"))*1000)').rename('NDVI'));
};

// Map the function over one year of data and take the median.
```

```
// Load Sentinel-2 atmospherically corrected surface reflectance data Level-2A .
// https://explorer.earthengine.google.com/#detail/COPERNICUS%2FS2_SR
// https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S2_SR


var dataset_2a = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR')
                .filterBounds(AOI)
                .filter(ee.Filter.calendarRange(year, year, 'year'))
                .filter(ee.Filter.dayOfYear(STARTDAY, ENDDAY))
                .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', cloud_treshold))
                .map(maskS2clouds)
                .select(['B2', 'B3', 'B4', 'B5', 'B6', 'B7', 'B8', 'B8A', 'B11', 'B12']);
    print(year);
    print(dataset_2a);
    print('Number of Scenes', dataset_2a.size());

var med_dataset_2a = addNDVI(dataset_2a.median()).uint16();


var rgbVis_natural_color = {
  min: 0,
  max: 1500,
  bands: ['B4', 'B3', 'B2'],
};

// add to the map

Map.addLayer(med_dataset_2a.clip(AOI), rgbVis_natural_color, 'natural_color');

// Add AOI as vector boundary
var empty = ee.Image().byte();
var outline = empty.paint({
  featureCollection: AOI,
  color: 1,
  width: 2
});

Map.addLayer(outline, {palette: 'FF0000'}, 'AOI');

// Transform to 3-bands RGB image

var natural_color2rgb = med_dataset_2a.select(['B4', 'B3', 'B2'])
                .divide(5.8).uint8();

// Export imagery to Google Drive

  Export.image.toDrive({
  image: med_dataset_2a.clip(AOI),
  description: name_area+'_S2_full_'+year+'_'+STARTDAY+'_'+ENDDAY,
  folder: 'GEE data',
  scale: 10,
  region: AOI,
  crs: 'EPSG:4326',
  maxPixels: 1e10,
  fileFormat: 'GeoTIFF',
  formatOptions: {
    cloudOptimized: true
  }
```

```
  });


// Load vector layer from assets

var sample_fc = ee.FeatureCollection('users/olegpril12/Grasslands/trainShape_UA_eunis2020');

print('Sampling areas', sample_fc);


var bands = ['B2', 'B3', 'B4', 'B5', 'B6', 'B7', 'B8', 'B8A', 'B11', 'B12'];

// Sample the input imagery to get a FeatureCollection of training data.

var sampled = med_dataset_2a.select(bands).sampleRegions({
  collection: sample_fc,
  properties: ['ClassInt'],
// geometries: true,
  scale: 10,
});

// Export training samples to Google Drive
Export.table.toDrive({
  collection: sampled,
  folder: 'GEE data',
  description:'sampled_pixels_'+year+'_'+STARTDAY+'_'+ENDDAY,
  fileFormat: 'CSV'
});
```

Ж.3 Код для середовища R для обчислення та візуалізації спектральних сигнатур.

```
---
title: "Spectral reflectance curves of grassland habitats, Ukraine"
author: "Oleh Prylutskyi"
date: "11/24/2021"
output: html_document
---
Reset R`s brain

```{r}
rm(list = ls())
```

Load required packages and data
Load packages

```{r}
library(plyr)# order matters! Firstly plyr, followed by dplyr!
library(dplyr)
library(ggplot2)
library(mgcv) # for geom_smooth by method = gam
library(Hmisc) # for stat_summary
library(tidyr)
```
```

```

We use several time spans which represent different phenological stages, as following
[Day of the year calendar](https://people.biology.ucsd.edu/patrick/julian_cal.html)

## Time periods
121-273 - (1 May - 30 Sep) full vegetation season
152-213 - (1 Jun - 1 Aug) averaged vegetation season
135-181 - (15 May - 30 Jun) early vegetation season
196-242 - (15 Jul - 30 Aug) late vegetation season


## Vegetative periods
measured in day of year

105-135 - (15 Apr - 15 May)
135-166 - (15 May - 15 Jun)
166-196 - (15 Jun - 15 Jul)
196-227 - (15 Jul - 15 Aug)
227-258 - (15 Aug - 15 Sep)
258-288 - (15 Sep - 15 Oct)

## leaf-less preriods

288-319 - (15 Oct - 15 Nov)
074-105 - (15 Mar - 15 Apr)

Set timespan names

```{r}
year = 2019

#timespan = "_1May-30Sep" # full vegetation season
#timespan = "_1Jun-1Aug" # averaged vegetation season
timespan_1 = "_15May-30Jun" # early vegetation season
timespan_2 = "_15Jul-30Aug" # late vegetation season
timespan = "_combined" # Use it only with uncommented timespan_1 and timespan_2!


#time_span = "121_273" # full vegetation season
#time_span = "152_213" # averaged vegetation season
time_span_1 = "135_181" # early vegetation season
time_span_2 = "196_242" # late vegetation season
```

Set the lists of habitat types

```{r}
late_hab = c("R41", "R43", "R44", "R56", "R62", "R63", "R64")
```

Load spectral data and decoder

```{r}
# For earlier period
input_csv = paste0("sampled_pixels_",as.character(year),"_",time_span_1,".csv")
reflectance1 = read.csv(input_csv)
labels = read.csv('trainShape_UA_eunis2020_codes.csv')
```
```

```
labels = labels[,-1]
reflectance1 = reflectance1[,c(2:12)]
reflectance = reflectance1 %>%
  left_join(labels) %>%
  rename(eunis_2020 = label) %>%
  mutate(across(eunis_2020, as.factor))

reflectance_early = reflectance %>%
  filter(!eunis_2020 %in% late_hab)

#reflectance_early <- reflectance[!reflectance$eunis_2020 %in% late_hab, ]

# For later period
input_csv = paste0("sampled_pixels_",as.character(year),"_",time_span_2,".csv")
reflectance1 = read.csv(input_csv)
labels = read.csv('trainShape_UA_eunis2020_codes.csv')
labels = labels[,-1]
reflectance1 = reflectance1[,c(2:12)]
reflectance = reflectance1 %>%
  left_join(labels) %>%
  rename(eunis_2020 = label) %>%
  mutate(across(eunis_2020, as.factor))

# filter both by corresponding period
reflectance_late = reflectance %>%
  filter(eunis_2020 %in% late_hab)

#reflectance_late <- reflectance[reflectance$eunis_2020 %in% late_hab, ]

#levels(reflectance_late$eunis_2020)



# Merge into single dataframe
reflectance = rbind(reflectance_early, reflectance_late)
```

Number of spectral values for different habitat types

```{r}
ggplot(reflectance, aes(x=eunis_2020))+
  geom_bar()+
  theme_minimal()
```
```{r}
summary(factor(reflectance$eunis_2020))
```

For Sentinel-2 optical data, the relation between DN and REFLECTANCE (default unit) is: DN = 10000 * REFLECTANCE. from Sentinel-2 L2A [documentation](https://docs.sentinel-hub.com/api/latest/data/sentinel-2-l2a/)

```{r}
# create "dummy" wavelength object, containing a central wavelength (nm) for Sentinel 2A (https://en.wikipedia.org/wiki/Sentinel-2), for bands 2-8A, 11, 12
dummy_wavelength = c(492.4, 559.8, 664.6, 704.1, 740.5, 782.8, 832.8, 864.7, 1613.7, 2202.4)
bands = c("B2", "B3", "B4", "B5", "B6", "B7", "B8", "B8A", "B11", "B12")
waves = cbind(bands, dummy_wavelength)
colnames(waves)[1] = "variable"
```

```
```

Obtaining true reflectance values

```{r}
df = reflectance %>%
  mutate_at(vars(B11: B8A), funs(./ 10000)) # obtain true reflectance values
```

```{r}
df1 = tibble::as_tibble(df) %>%
  reshape2::melt(id = "eunis_2020") %>%
  left_join(as.data.frame(waves)) %>%
  filter(variable != "ClassInt") %>%
  mutate(across(eunis_2020, as.factor)) %>%
  mutate(across(dummy_wavelength, as.numeric)) %>%
  mutate(across(variable, as.factor)) %>%
  mutate(across(value, as.numeric)) %>%
  mutate(variable = factor(variable,
                    levels = c("B2","B3","B4","B5","B6","B7","B8","B8A","B11","B12"))) %>%
  na.omit()
```

```{r}
levels(df1$eunis_2020)
```

Spectral reflectance curves for all habitat types

```{r}
filnm = paste0("SRC_all_habitats_",as.character(year),timespan,".png")
png(filnm, width = 200,
     height = 170, units = "mm", res = 150)
ggplot(df1, aes(x=dummy_wavelength, y= value, colour = eunis_2020))+
  geom_smooth(aes(fill = eunis_2020))+
  ylim(0, 0.6)+
  labs(x='Wavelength, nm', y='Reflectance',
       title=paste0("Spectral reflectance curves for different habitat types ",year,timespan),
       caption='Data: Sentinel-2 Level-2A')+
  theme_minimal()
dev.off()
```

Within different groups of habitat types

```{r}
filnm = paste0("SRC_all_habitats_facet_",as.character(year),timespan,".png")
png(filnm, width = 200,
     height = 150, units = "mm", res = 150)
ggplot(df1, aes(x=dummy_wavelength, y= value))+
  geom_smooth()+
  ylim(0, 0.6)+
  labs(x='Wavelength, nm', y='Reflectance',
       title=paste0("Spectral reflectance curves for different habitat types ",year,timespan),
       caption='Data: Sentinel-2 Level-2A')+
  facet_wrap(~ eunis_2020)+
```

```
  theme_minimal()
dev.off()
```

Transform the data to acquire statistical summaries (mean, mean-standard deviation, mean+standard deviation) for each group of variables

```{r}
# Summarize
df3 = df1 %>%
  drop_na() %>%
  group_by(variable, eunis_2020) %>%
  summarise(mean_refl = mean(value), min_refl = mean(value)-sd(value), max_refl = mean(value)+sd(value)) %>%
  left_join(as.data.frame(waves)) %>%
  mutate(across(dummy_wavelength, as.numeric)) %>%
  rename(band = variable, wavelength = dummy_wavelength) %>%
  mutate(band = factor(band,
                       levels = c("B2","B3","B4","B5","B6","B7","B8","B8A","B11","B12")))
```

Reflectance ber bands on high classification level

```{r}
filnm = paste0("Reflectance_per_bands_EUNIS_",as.character(year),timespan,".png")
png(filnm, width = 200,
     height = 150, units = "mm", res = 150)
ggplot(df3, aes(x=band, y=mean_refl, colour = eunis_2020))+
  geom_line(aes(group = eunis_2020))+
  geom_pointrange(aes(ymin = min_refl, ymax = max_refl), width = 0.2)+
  ylim(0, 0.6)+
  labs(x='Sentinel-2 bands', y='Reflectance',
       title=paste0("Reflectance for different habitat types ",year,timespan),
       caption='Data: Sentinel-2 Level-2A')+
  theme_minimal()
dev.off()
```

Reflectance per bands Within different groups of habitat types

```{r}
filnm = paste0("Reflectance_per_bands_EUNIS_facet_",as.character(year),timespan,".png")
png(filnm, width = 250,
     height = 150, units = "mm", res = 150)
ggplot(df3, aes(x=band, y=mean_refl))+
  geom_line(aes(group = eunis_2020))+
  geom_pointrange(aes(ymin = min_refl, ymax = max_refl), width = 0.2)+
  ylim(0, 0.6)+
  labs(x='Sentinel-2 bands', y='Reflectance',
       title=paste0("Reflectance for different habitat types ",year,timespan),
       caption='Data: Sentinel-2 Level-2A')+
  facet_wrap(~ eunis_2020)+
  theme_minimal()
dev.off()
```

Differences between habitat types per channel
For 2nd hierarchical level (eunis_2020)

```{r}
png("Violin_all_variables_eunis_2020.png", width = 500,
     height = 450, units = "mm", res = 150)
ggplot(df1, aes(x=eunis_2020, y= value, fill = eunis_2020))+
  geom_violin(trim = FALSE)+
  facet_wrap( ~ variable, ncol = 1)+
  ylim(0., 0.6)+
  labs(x='Habitat type',y='Reflectance',
       fill="eunis_2020",
       title=paste0("Reflectance for different habitat types ",year,timespan),
       caption='Data: Sentinel-2 Level-2A')+
  theme_minimal()
dev.off()
```

Comparison for some closelly related groups of habitat types
Set habitat_set variable (above) - uncomment desired or add new

```{r}
habitat_set = c("R12", "R13", "R15", "R16", "R18") # Petrophytic grasslands
#habitat_set = c("R11", "R1P", "R1Q") # Psammophytic grasslands
#habitat_set = c("R1A", "R1B", "R1C") # Zonal steppe vegetation
#habitat_set = c("R21", "R22", "R23") # Mesic grasslands
#habitat_set = c("R35", "R36", "R37") # Moist and wet grasslands
#habitat_set = c("R41", "R43", "R44") # Alpine and subalpine grasslands
#habitat_set = c("R55", "R56") # Fringe vegetation
#habitat_set = c("R62", "R63", "R64", "R65") # Halophytic grasslands

habname = "Petrophytic_grasslands"
#habname = "Psammophytic_grasslands"
#habname = "Zonal_steppe_vegetation"
#habname = "Mesic_grasslands"
#habname = "Moist_and_wet_grasslands"
#habname = "Alpine_and_subalpine_grasslands"
#habname = "Fringe_vegetation"
#habname = "Halophytic_grasslands"

#habset = paste(habitat_set, collapse = "_") # convert vector to string

# Statistical summary for reflectance for selected habitat types
filnm = paste0("Reflectance_within_bands_",habname,"_",as.character(year),timespan,".png")
png(filnm, width = 160,
     height = 120, units = "mm", res = 150)
df3 %>%
  filter(eunis_2020 %in% habitat_set) %>% # set criteria for subsetting
  ggplot(aes(x=band, y=mean_refl, colour = eunis_2020))+
  geom_line(aes(group = eunis_2020))+
  geom_pointrange(aes(ymin = min_refl, ymax = max_refl, alpha = 0.2), width = 0.2)+
  ylim(0, 0.6)+
  labs(x='Sentinel-2 bands', y='Reflectance',
       title=paste0("Reflectance of ",habname,"_",year,timespan),
       caption='Data: Sentinel-2 Level-2A')+
  theme_minimal()
dev.off()

# Spectral reflectance curves for selected habitat types
filnm = paste0("SRC_within_bands_",habname,"_",as.character(year),timespan,".png")
png(filnm, width = 160,
```

```
     height = 120, units = "mm", res = 150)
df1 %>%
  filter(eunis_2020 %in% habitat_set) %>% # set criteria for subsetting
  ggplot(aes(x=dummy_wavelength, y= value, colour = eunis_2020))+
  geom_smooth()+
  ylim(0, 0.5)+
  labs(x='Wavelength, nm', y='Reflectance',
       title=paste0("Reflectance of ",habname,"_",year,timespan),
       caption='Data: Sentinel-2 Level-2A')+
  theme_minimal()
dev.off()

# Violin plots of reflectance value density for selected habitat types
filnm = paste0("Violins_within_bands_",habname,"_",as.character(year),timespan,".png")
png(filnm, width = 200,
     height = 120, units = "mm", res = 150)
df1 %>%
  filter(eunis_2020 %in% habitat_set) %>%
  ggplot(aes(x=variable, y=value, fill=eunis_2020))+
  geom_violin(trim = FALSE)+
  labs(x='Sentinel-2 bands', y='Reflectance',
       title=paste0("Reflectance of ",habname,"_",year,timespan),
       caption='Data: Sentinel-2 Level-2A')+
  theme_minimal()
dev.off()
```

Spectral signatures for each habitat type

```{r}
habitat_list = levels(reflectance$eunis_2020)

# Statistical summary for reflectance for selected habitat types
for (i in 1:length(habitat_list)){
filnm = paste0("loop_Reflectance_within_bands_",habitat_list[i],"_",as.character(year),timespan,".png")
df3 %>%
  filter(eunis_2020 %in% habitat_list[i]) %>% # set criteria for subsetting
  ggplot(aes(x=band, y=mean_refl))+
  geom_line(aes(group = eunis_2020))+
  geom_pointrange(aes(ymin = min_refl, ymax = max_refl), width = 0.2)+
  ylim(0, 0.6)+
  labs(x='Оптичні канали Sentinel-2', y='Відбивальність',
       title=paste0("Тип ",habitat_list[i]),
       caption='Дані: Sentinel-2 Level-2A')+
  theme_minimal()
ggsave(filnm, width=14, height=10, unit="cm", dpi=150, bg="white")
}


# Spectral reflectance curves for selected habitat types
for (i in 1:length(habitat_list)){
filnm = paste0("loops_SRC_within_bands_",habitat_list[i],"_",as.character(year),timespan,".png")
df1 %>%
  filter(eunis_2020 %in% habitat_list[i]) %>% # set criteria for subsetting
  ggplot(aes(x=dummy_wavelength, y= value))+
```

```
  geom_smooth(colour = "black")+
  ylim(0, 0.6)+
  labs(x='Довжина хвилі, нм', y='Відбивальність',
       title=paste0("Тип ",habitat_list[i]),
       caption='Дані: Sentinel-2 Level-2A')+
  theme_minimal()
ggsave(filnm, width=14, height=10, unit="cm", dpi=150, bg="white")
}
```

Export spectral reflectanse statistical summary as csv file

```{r}
df4 = df3 %>%
  arrange(eunis_2020, band)

write.csv(df4, "Spectral-summary-per-bands_eunis2020_codes.csv")
```

Save transformed reflectance data for further analysis

```{r}
dataframename = "df1"
dataname = paste0(dataframename,timespan,"_",year)
save(df1, file = dataname)
dataframename = "df3"
dataname = paste0(dataframename,timespan,"_",year)
save(df3, file = dataname)
```

ДОДАТОК И

Результати польових досліджень

И.1. Перелік постійних моніторингових ділянок, закладених в ході реалізації

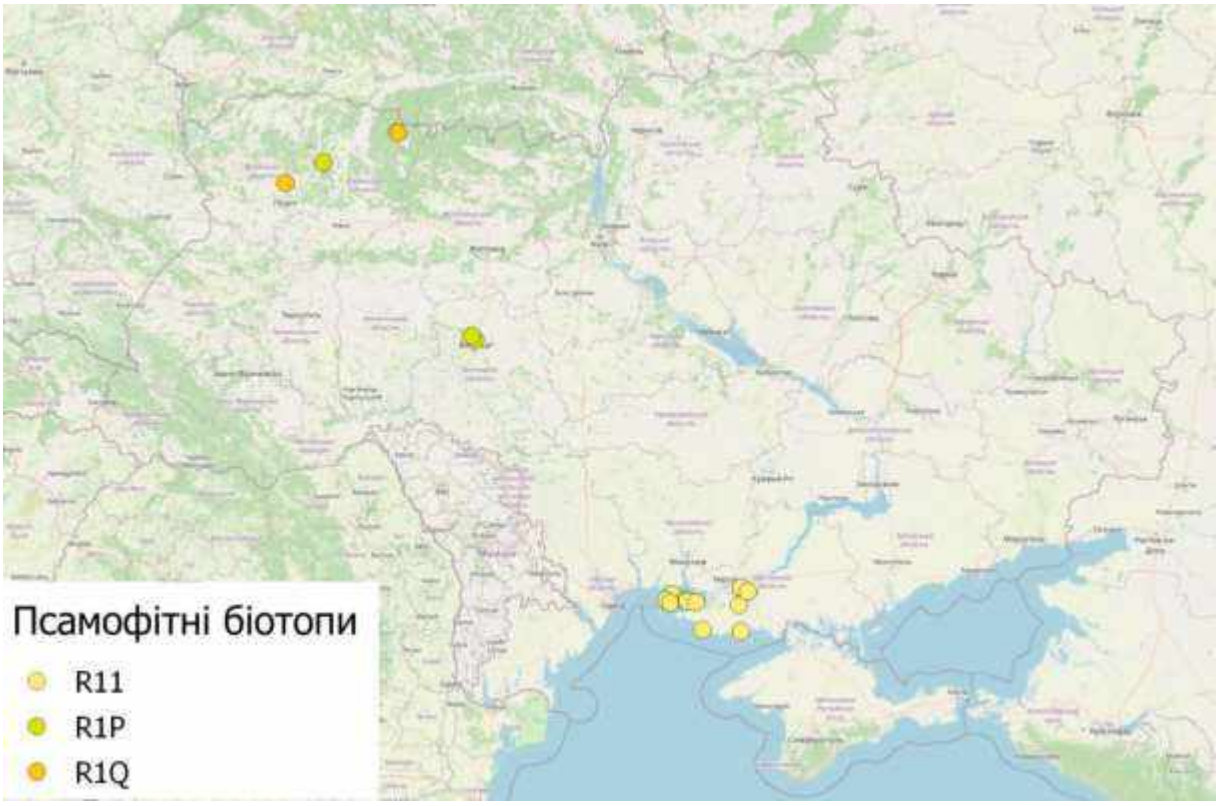
Код біотопу	ID	Кут GPS	Широта	Довгота	Дата
R11	UAS21	NW	46.11609	32.85595	28.05.2021
R11	UAS22	NW	46.13192	32.22744	28.05.2021
R11	UAS26	NW	46.46909	31.67634	30.05.2021
R11	UAS27	NW	46.44895	31.68524	30.05.2021
R11	UAS32	NW	46.44988	31.68438	30.05.2021
R11	UAS33	NW	46.53802	31.72656	30.05.2021
R11	UAS35	NW	46.47506	31.92368	31.05.2021
R11	UAS37	NW	46.46937	31.62396	30.05.2021
R11	UAS39	NW	46.44024	31.69592	30.05.2021
R11	UAS40	NW	46.44529	32.11849	31.05.2021
R11	UAS42	NW	46.56677	32.97703	02.06.2021
R11	UAS43	NW	46.45818	31.95658	31.05.2021
R11	UAS44	NW	46.45682	31.97154	31.05.2021
R11	UAS45	NW	46.44494	32.11914	30.05.2021
R11	UAS46	NW	46.61141	32.85778	02.06.2021
R11	UAS47	NW	46.61261	32.85774	02.06.2021
R11	UAS48	NW	46.41227	32.83047	01.06.2021
R11	UAS49	NW	46.56694	32.97707	02.06.2021
R12	NFD2102	NW	48.85733	28.72202	26.06.2021
R13	NFD2106	NW	48.59482	26.82925	28.06.2021
R13	NFD2107	NW	48.55123	26.79159	29.06.2021
R15	UA_Cr_01	NW	49.91285	37.75541	05.06.2017
R15	UA_Cr_02	NW	49.83568	37.6747	06.06.2017
R15	UA_Cr_03	NW	49.91347	37.75803	06.06.2017
R15	UA_Cr_04	NW	50.31517	37.11701	07.06.2017
R15	UA_Cr_05	NW	50.31739	37.12735	07.06.2017
R16	Uk2021_01	NW	49.38051	25.04355	10.05.2021
R16	NFD2105	NW	48.59106	26.82692	28.06.2021
R16	NFD2108	NE	48.55154	26.79186	29.06.2021
R1A	UAS19	NW	46.09703	33.28171	27.05.2021
R1A	UAS41	NW	46.40607	32.80763	01.06.2021
R1A	Kasova_1	SE	49.22552	24.69529	01.06.2021
R1A	Kasova_2	SE	49.23277	24.6871	02.06.2021
R1A	Sinozhati	SE	48.60064	25.21943	03.06.2021
R1A	RZ2101	NW	49.96139	31.13031	17.06.2021
R1A	RZ2102	NW	49.93769	31.04919	20.06.2021
R1A	RZ2103	NW	49.93797	31.04792	20.06.2021

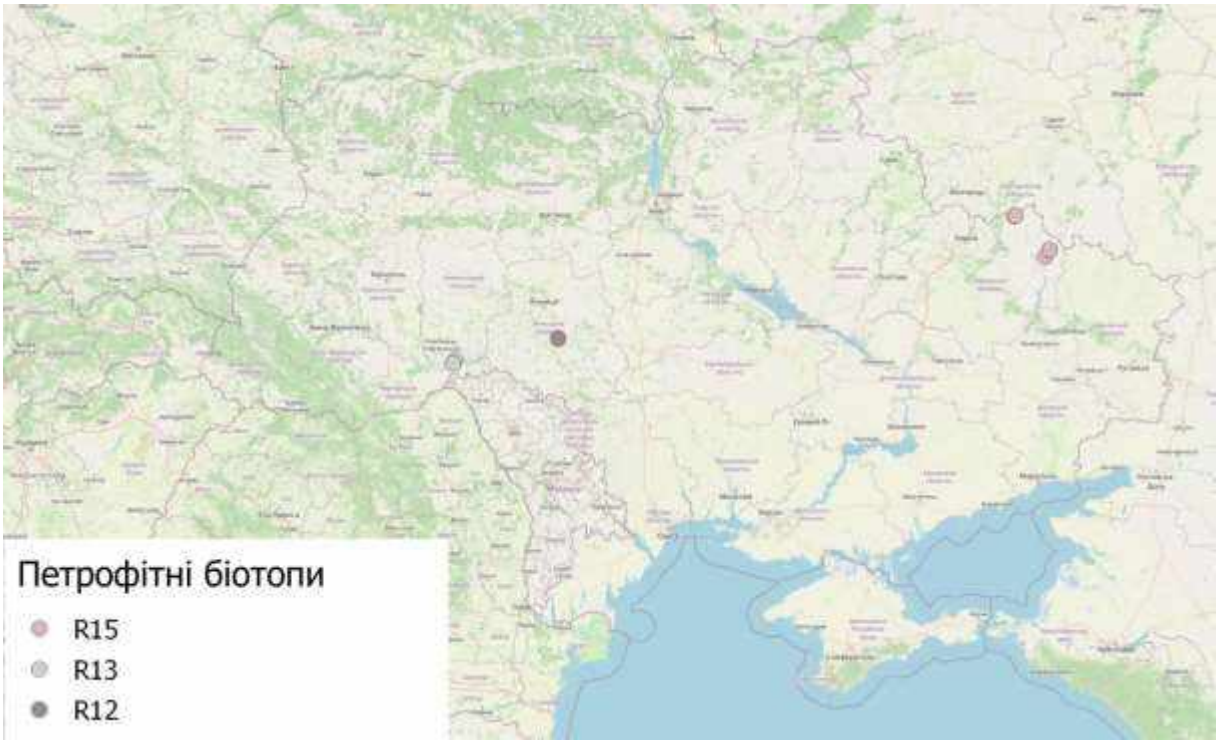
Код біотопу	ID	Кут GPS	Широта	Довгота	Дата
R1A	RZ2104	NW	49.96144	31.13004	16.06.2021
R1A	RZ2105	NW	49.96148	31.12927	19.06.2021
R1A	RZ2106	NW	49.96129	31.13952	19.06.2021
R1A	RZ2107	NW	49.961	31.12977	19.06.2021
R1A	RZ2108	NW	49.96049	31.12936	17.06.2021
R1A	RZ2109	NE	49.96064	31.12961	18.06.2021
R1A	RZ2110	NW	49.96083	31.13008	17.06.2021
R1A	RZ2111	NW	49.96047	31.13007	19.06.2021
R1A	RZ2112	NW	49.96611	31.10409	16.06.2021
R1A	Voronovytsia		48.53883	26.63207	05.07.2021
R1A	Zavoloka		48.25917	25.89556	23.07.2021
R1A	Spaska		48.30018	25.77374	26.07.2021
R1A	Muscari_21_1	NW	48.46955	25.82587	06.08.2021
R1B	UAS02	NW	46.24291	33.73278	24.05.2021
R1B	UAS04	NW	46.09856	34.24221	25.05.2021
R1B	UAS06	NW	46.10793	34.26143	25.05.2021
R1B	UAS14	NW	46.18818	33.99147	25.05.2021
R1B	UAS18	NE	46.15901	33.59192	27.05.2021
R1B	UAS55	SE	46.18863	34.14003	25.05.2021
R1C	UAS05	NW	46.24165	33.73915	24.05.2021
R1C	UAS10	NW	46.1362	34.04145	26.05.2021
R1C	UAS11	NE	46.2253	33.94136	26.05.2021
R1C	UAS12	NW	46.08213	33.51459	27.05.2021
R1C	UAS13	NW	46.13223	34.03916	26.05.2021
R1C	UAS17	NW	46.34732	31.98098	29.05.2021
R1C	UAS20	NW	46.13352	32.22949	28.05.2021
R1C	UAS25	NW	46.3321	31.92159	29.05.2021
R1C	UAS31	NW	46.1897	34.13957	25.05.2021
R1M	NFD2137	NW	51.48232	24.50181	07.08.2021
R1M	NFD2139	NW	51.00861	25.92929	08.08.2021
R1P	NFD2103	NW	49.35131	28.46883	27.06.2021
R1P	NFD2104	NW	49.39377	28.40833	27.06.2021
R1P	NFD2140	NW	51.2246	25.95326	09.08.2021
R1Q	NFD2138	NW	51.0097	25.32901	08.08.2021
R1Q	NFD2143	NW	51.53487	27.18395	11.08.2021
R1Q	NFD2144	NW	51.5318	27.1867	11.08.2021
R21	NFD2109	NW	47.79549	24.97638	01.07.2021
R21	NFD2110	NW	47.79657	24.97601	01.07.2021
R21	NFD2135	SE	51.86646	24.99087	07.08.2021
R22	UAS36	NW	46.47001	31.67335	30.05.2021
R22	E2(1)	NE	50.5845	30.60431	12.06.2021
R22	E2(2)	NE	50.58122	30.61653	13.06.2021

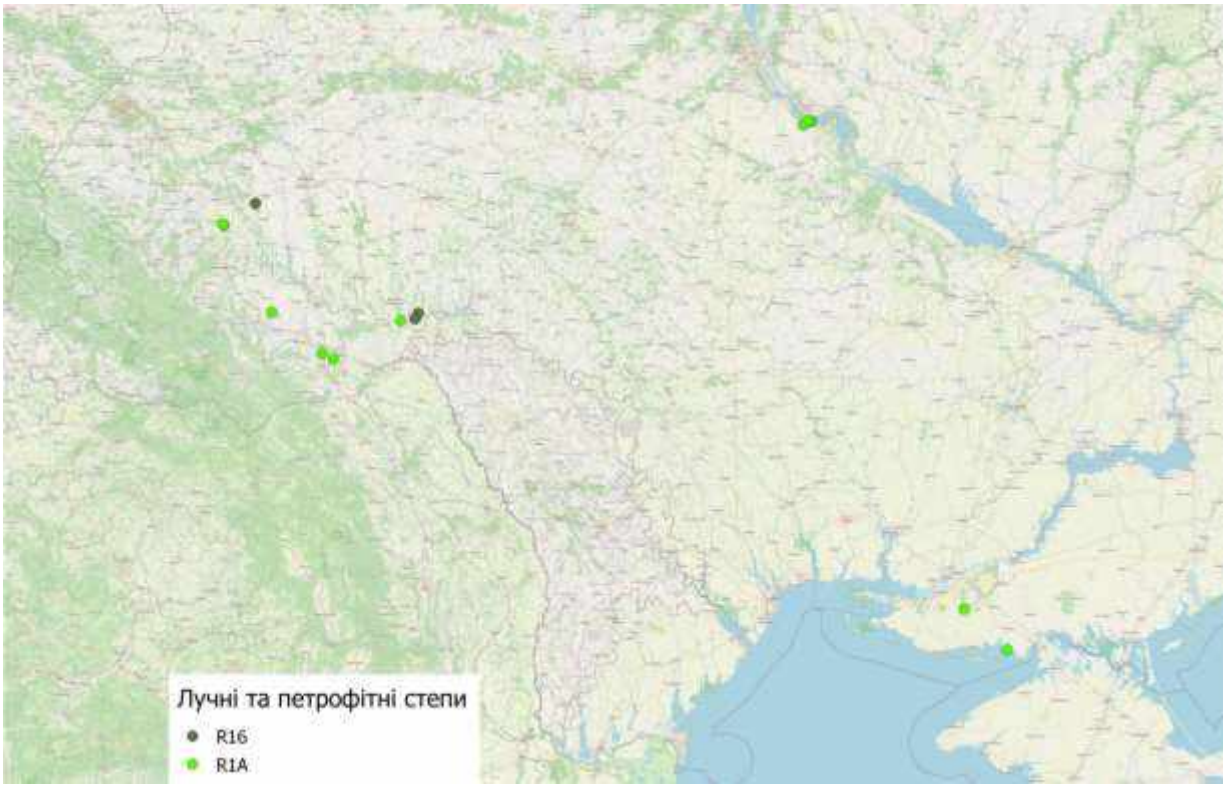
Код біотопу	ID	Кут GPS	Широта	Довгота	Дата
R23	NFD2115	NW	47.73845	24.98911	03.07.2021
R23	NFD2116	NW	47.73888	24.99001	03.07.2021
R35	NFD2142	NW	51.27739	26.36566	10.08.2021
R37	NFD2136	NE	51.8672	24.98977	07.08.2021
R37	NFD2141	NW	51.46811	26.93107	10.08.2021
R42	NFD2119	NW	48.12169	24.54016	01.08.2021
R42	NFD2120	NE	48.71805	24.32235	01.08.2021
R42	NFD2125	SW	48.25341	24.20774	03.08.2021
R42	NFD2126	NW	48.26562	24.20362	03.08.2021
R42	NFD2128	NW	48.23702	24229519	03.08.2021
R42	NFD2129	N	48.23844	24.2287	03.08.2021
R42	NFD2133	NW	48.22427	24.23107	04.08.2021
R43	NFD2121	NW	48.12202	24.53394	01.08.2021
R43	NFD2124	NW	48.23579	24.23113	03.08.2021
R43	NFD2127	NW	48.23247	24.22966	03.08.2021
R43	NFD2130	NW	48.22505	24.23038	04.08.2021
R44	NFD2111	NE	47.80454	24.89699	02.07.2021
R44	NFD2112	NW	47.80416	24.89631	02.07.2021
R44	NFD2131	NW	48.22889	24.2333	04.08.2021
R44	NFD2132	NW	48.22881	24.2329	04.08.2021
R52	NFD2101	NW	48.87631	29.06671	26.06.2021
R55	NFD2117	NW	47.7401	25.00524	03.07.2021
R55	NFD2118	NW	47.73953	25.005	03.07.2021
R56	NFD2113	NW	47.80614	24.88829	02.07.2021
R56	NFD2114	NW	47.80608	24.88802	02.07.2021
R56	NFD2122	SE	48.45607	24.52666	02.08.2021
R56	NFD2123	NW	48.15578	24.53477	02.08.2021
R56	NFD2134	NW	48.23112	24.23532	04.08.2021
R62	UAS24	NW	46.16487	32.24723	28.05.2021
R62	UAS09	NW	46.19671	34.12959	25.05.2021
R62	UAS15	N	46.22099	33.89793	26.05.2021
R62	UAS16	NW	46.11078	33.02093	27.05.2021
R62	UAS23	NW	46.11774	32.8607	28.05.2021
R62	UAS28	NW	46.27776	31.97214	29.05.2021
R62	UAS29	NW	46.37378	32.05708	29.05.2021
R62	UAS30	NW	46.36731	32.15089	29.05.2021
R62	UAS34	NW	46.54045	31.55735	30.05.2021
R62	UAS38	NW	46.44973	31.68535	30.05.2021
R63	NFD2152	NW	47.108327	32.19382	13.09.2021
R63	NFD2153	NW	47.200896	32.23653	13.09.2021
R63	NFD2154	NW	47.769124	32.70112	14.09.2021
R63	NFD2155	NW	47.768152	32.69929	14.09.2021

Код біотопу	ID	Кут GPS	Широта	Довгота	Дата
R64	NFD2145	NW	46.566081	32.68493	09.09.2021
R64	NFD2147	NE	46.422235	32.24453	10.09.2021
R64	NFD2148	NW	46.42441	32.24144	10.09.2021
R64	NFD2149	NW	46.213	32.13148	10.09.2021
R64	NFD2150	NW	46.2127	32.13161	10.09.2021
R64	NFD2151	NW	46.21454	32.13087	10.09.2021
R65	NFD2146	NE	46.406526	32.82164	09.09.2021
X36	UAS01	NW	46.55402	33.47837	24.05.2021
X36	UAS03	NW	46.5547	33.47969	24.05.2021

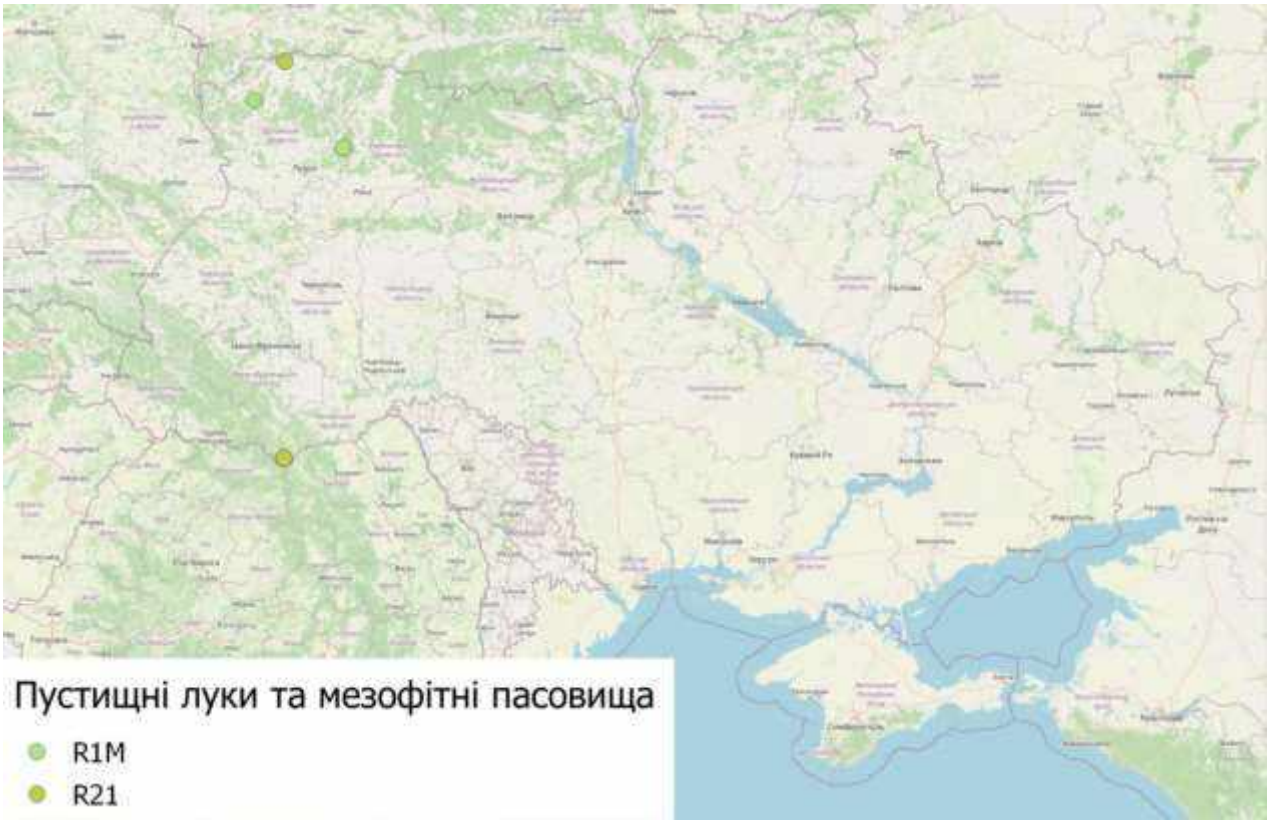
И.2. Карти локалізації постійних моніторингових ділянок для різних груп біотопів, закладених під час реалізації проєкту

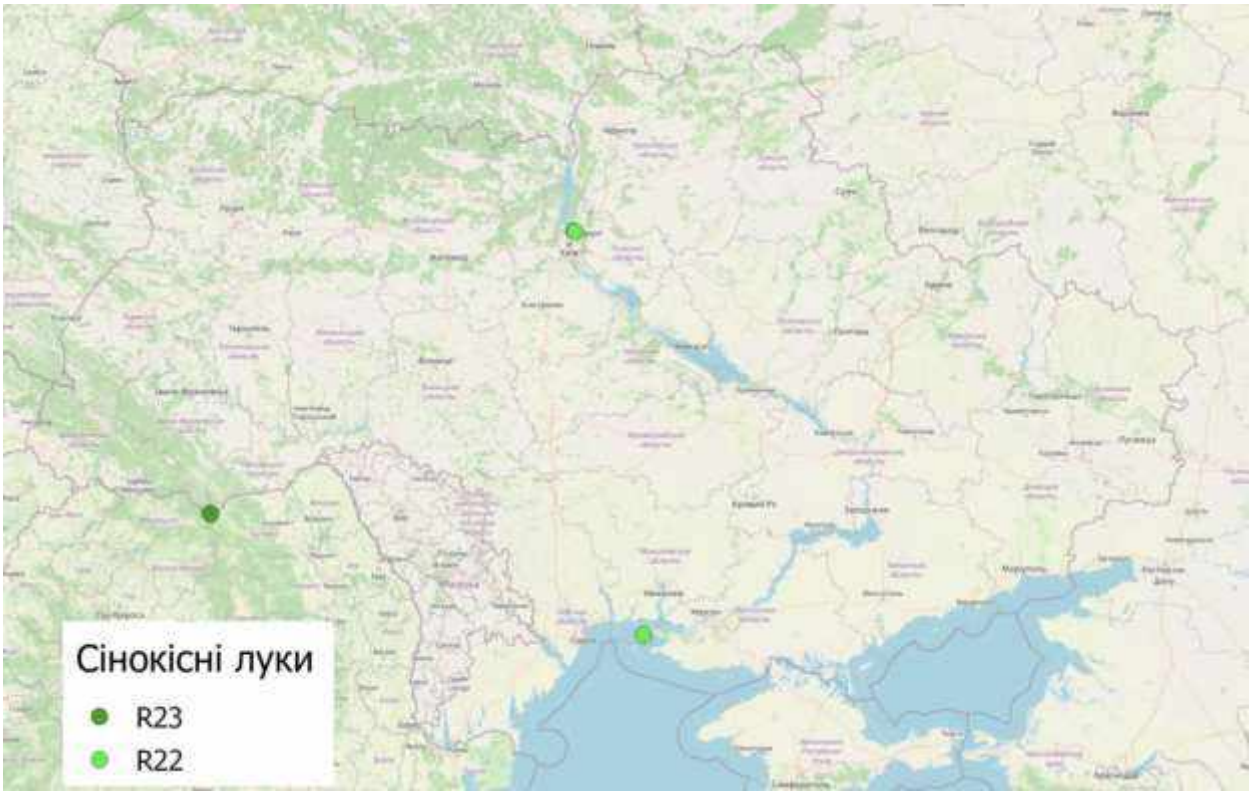


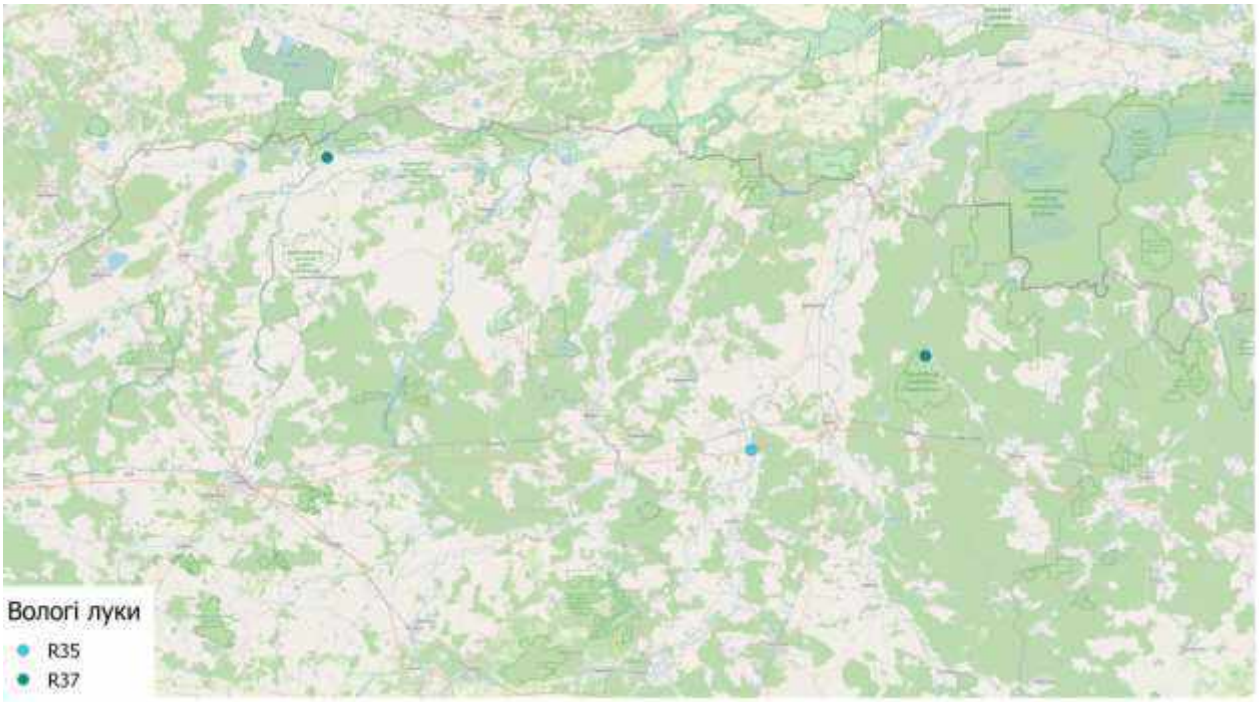

Петрофітні біотопи
R15
R13
R12

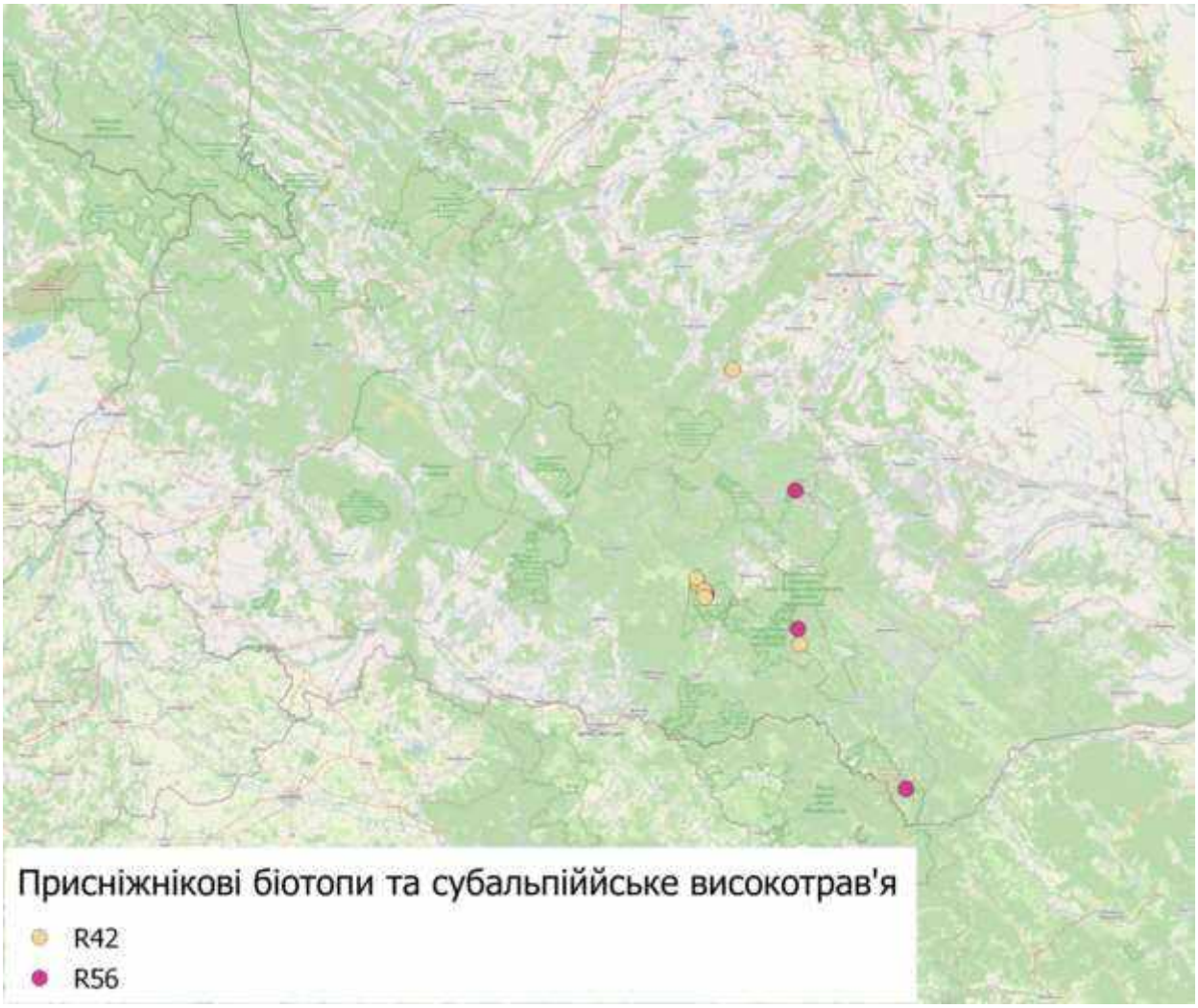

Лучні та петрофітні степи
R16
R1A

Справжні і пустельні степи
R1B
R1C

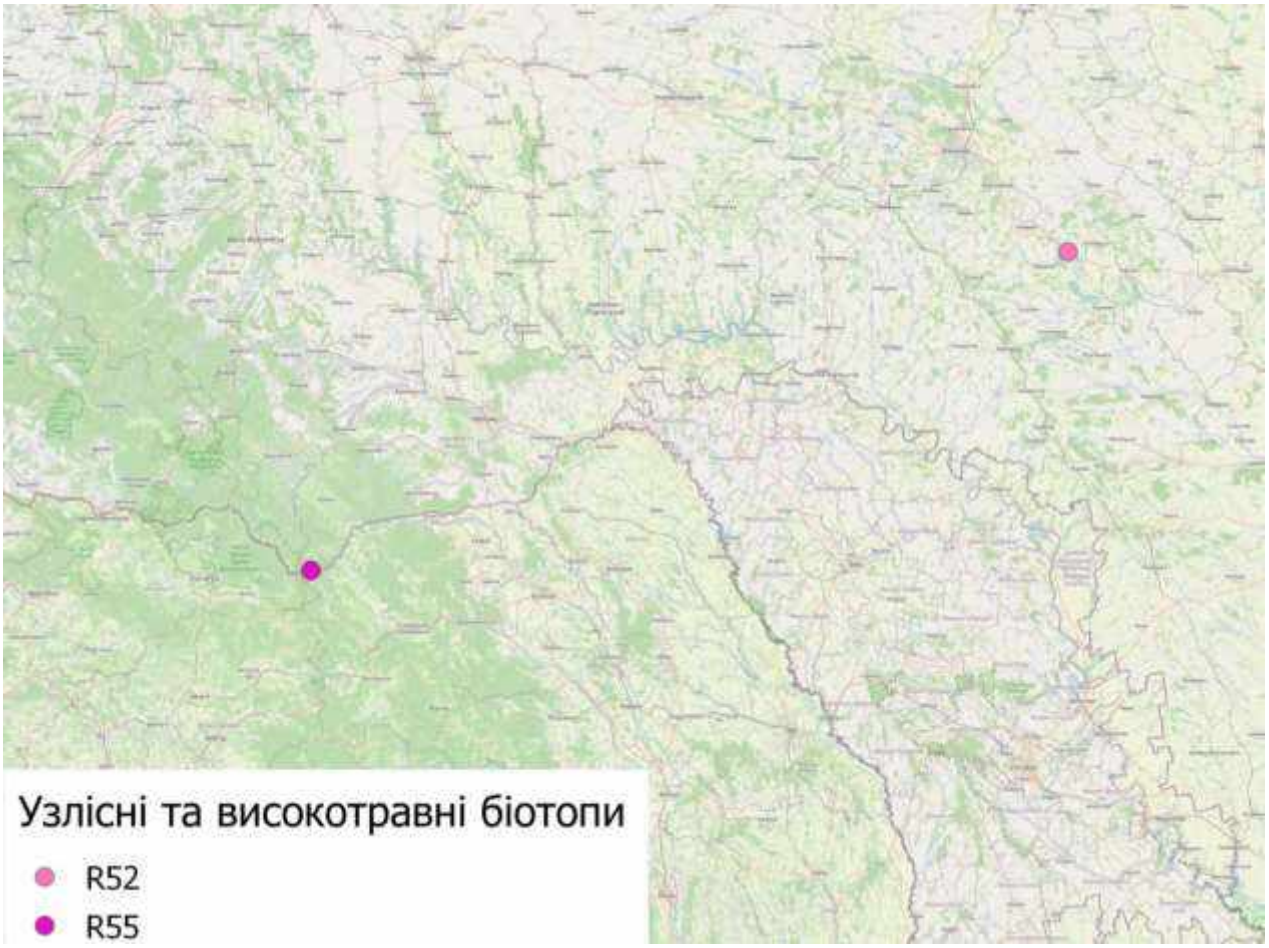

Пустищні луки та мезофітні пасовища
R1M
R21

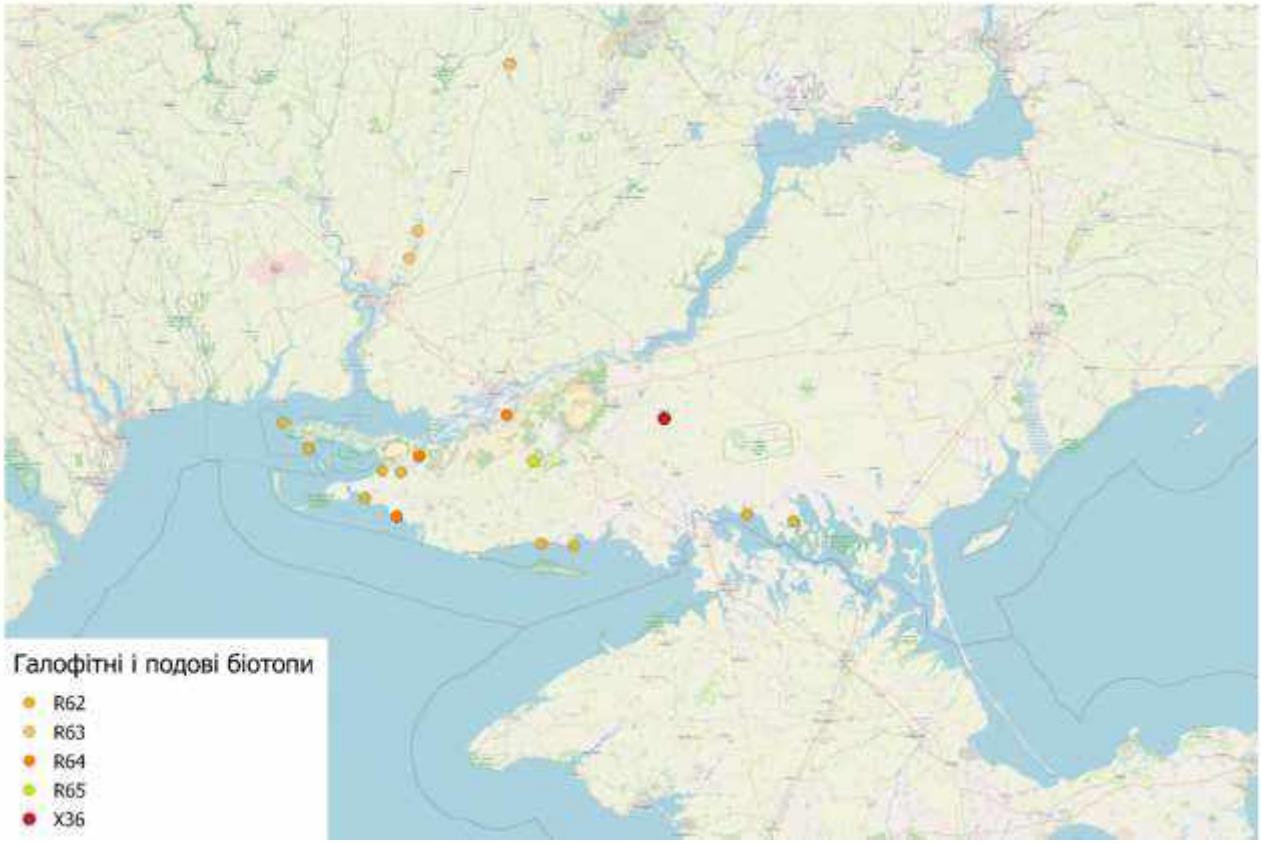

Сінокісні луки
R23
R22


Вологі луки
R35
R37


Присніжникові біотопи та субальпійське високотрав'я
R42
R56

Альпійські луки
R44
R43


Узлісні та високотравні біотопи
R52
R55


Галофітні і подові біотопи
R62
R63
R64
R65
X36

Таблиця И.3

Результати аналізу ґрунтових проб

№	Plot ID	Remark plot	pH (H2O)	Conductivity (µS/cm)	CaCO3 content (%) (g CaCO3 / g soil)	C total (%)	C total (mmol/gTB)	C org (mmol/g)
A1	UAS01	NW	**7.33**	**110.9**	**0.5316**	**1.70**	**1.42**	**1.38**
A2	UAS01	SE	**6.97**	**107.7**	**0.5157**	**1.65**	**1.38**	**1.34**
A3	UAS02	NW	**8.19**	**223.0**	**3.9373**	**3.48**	**2.90**	**1.12**
A4	UAS02	SE	**8.21**	**330.0**	**3.8305**	**3.38**	**2.82**	**1.08**
A5	UAS03	NW	**7.76**	**162.4**	**2.0266**	**2.94**	**2.45**	**1.73**
A6	UAS03	SE	**7.72**	**177.5**	**1.7358**	**2.91**	**2.43**	**1.87**
A7	UAS04	NW	**7.52**	**156.7**	**1.2904**	**2.33**	**1.95**	**1.56**
A8	UAS04	SE	**7.49**	**137.8**	**1.1337**	**2.16**	**1.80**	**1.48**
A9	UAS05	NW	**8.21**	**209.0**	**3.6011**	**3.00**	**2.50**	**0.84**
A10	UAS05	SE	**8.16**	**189.0**	**3.6488**	**2.95**	**2.45**	**0.76**
A11	UAS06	NW	**8.11**	**223.0**	**3.7647**	**5.35**	**4.46**	**3.10**
A12	UAS06	SE	**8.27**	**232.0**	**3.9146**	**5.28**	**4.40**	**2.93**
A13	UAS09	NW	**8.82**	**297.0**	**7.2908**	**6.62**	**5.52**	**2.24**
A14	UAS09	SE	**8.91**	**244.0**	**7.4657**	**6.69**	**5.57**	**2.21**
A15	UAS10	NW	**8.08**	**279.0**	**0.9701**	**2.11**	**1.76**	**1.52**
A16	UAS10	SE	**8.26**	**288.0**	**0.9883**	**1.90**	**1.58**	**1.31**
A17	UAS11	NE	**8.06**	**896.0**	**4.6916**	**3.35**	**2.80**	**0.54**
A18	UAS11	SW	**8.10**	**860.0**	**5.9549**	**4.00**	**3.34**	**0.43**
A19	UAS12	NW	**8.21**	**123.7**	**2.2470**	**2.73**	**2.27**	**1.38**
A20	UAS12	SE	**8.11**	**113.4**	**2.0607**	**2.65**	**2.21**	**1.42**
A21	UAS13	NW	**7.59**	**173.4**	**0.5959**	**2.10**	**1.75**	**1.74**
A22	UAS13	SE	**7.50**	**153.0**	**0.6795**	**2.21**	**1.84**	**1.80**
A23	UAS14	NW	**8.11**	**969.0**	**5.2551**	**4.38**	**3.65**	**1.22**
A24	UAS14	SE	**8.01**	**848.0**	**5.0711**	**4.17**	**3.48**	**1.13**
A25	UAS15	N	**7.77**	**270.0**	**0.5885**	**2.02**	**1.68**	**1.67**
A26	UAS15	S	**7.70**	**204.0**	**0.2976**	**1.95**	**1.63**	**1.78**
A27	UAS16	NW	**7.61**	**196.1**	**0.6907**	**2.12**	**1.77**	**1.70**
A28	UAS16	SE	**7.60**	**204.1**	**0.6248**	**2.04**	**1.70**	**1.67**
A29	UAS17	NW	**7.17**	**66.5**	**0.4362**	**1.35**	**1.13**	**1.09**
A31	UAS18	NE	**8.21**	**152.5**	**4.2940**	**4.21**	**3.51**	**1.63**
A32	UAS18	SW	**8.92**	**183.6**	**4.3190**	**4.33**	**3.61**	**1.74**
A33	UAS19	NW	**8.06**	**185.3**	**3.6670**	**4.40**	**3.66**	**2.20**
A34	UAS19	SE	**8.05**	**174.8**	**3.8896**	**4.72**	**3.93**	**2.39**
A35	UAS20	NW	**7.86**	**141.2**	**0.8272**	**2.87**	**2.39**	**2.38**

№	Plot ID	Remark plot	pH (H2O)	Conductivity (µS/cm)	CaCO3 content (%) (g CaCO3 / g soil)	C total (%)	C total (mmol/gTB)	C org (mmol/g)
A36	UAS20	SE	**7.71**	**158.0**	**0.8327**	**2.96**	**2.47**	**2.46**
A37	UAS21	NW	**7.05**	**94.8**	**0.6318**	**1.72**	**1.44**	**1.34**
A38	UAS21	SE	**7.10**	**88.9**	**0.6408**	**1.76**	**1.47**	**1.38**
A39	UAS22	NW	**8.41**	**101.9**	**0.7838**	**0.91**	**0.76**	**0.44**
A40	UAS22	SE	**8.51**	**92.1**	**0.9042**	**1.02**	**0.85**	**0.48**
A41	UAS23	NW	**7.68**	**162.0**	**0.4294**	**1.31**	**1.09**	**1.06**
A42	UAS23	SE	**8.92**	**160.0**	**0.2476**	**0.83**	**0.69**	**0.68**
A43	UAS24	NW	**7.21**	**238.0**	**0.8349**	**2.96**	**2.47**	**2.46**
A44	UAS24	SE	**7.36**	**251.0**	**1.1054**	**3.70**	**3.08**	**3.04**
A45	UAS25	NW	**5.96**	**102.0**	**0.6067**	**2.09**	**1.74**	**1.73**
A46	UAS25	SE	**6.15**	**76.8**	**0.6181**	**1.89**	**1.58**	**1.52**
A47	UAS26	NW	**6.53**	**74.9**	**0.1794**	**0.43**	**0.36**	**0.32**
A48	UAS26	SE	**6.40**	**62.6**	**0.1499**	**0.35**	**0.29**	**0.26**
A49	UAS27	NW	**6.86**	**53.8**	**0.0836**	**0.23**	**0.19**	**0.18**
A50	UAS27	SE	**7.12**	**59.1**	**0.0772**	**0.17**	**0.14**	**0.12**
A51	UAS28	NW	**5.88**	**922.0**	**0.5885**	**2.05**	**1.70**	**1.69**
A52	UAS28	SE	**5.95**	**924.0**	**0.7335**	**2.54**	**2.12**	**2.10**
A53	UAS29	NW	**7.66**	**828.0**	**0.3636**	**0.77**	**0.64**	**0.55**
A54	UAS29	SE	**7.25**	**833.0**	**0.2771**	**0.53**	**0.44**	**0.36**
A55	UAS30	NW	**6.50**	**119.0**	**0.9976**	**3.31**	**2.76**	**2.71**
A56	UAS30	SE	**7.22**	**97.5**	**0.8158**	**1.86**	**1.55**	**1.37**
A57	UAS31	NW	**8.34**	**247.0**	**6.1593**	**5.62**	**4.68**	**1.92**
A58	UAS31	SE	**8.21**	**210.0**	**5.9503**	**5.30**	**4.42**	**1.73**
A59	UAS32	NW	**7.15**	**126.5**	**0.1645**	**0.43**	**0.36**	**0.34**
A60	UAS32	SE	**7.16**	**113.7**	**0.1040**	**0.33**	**0.27**	**0.26**
A61	UAS33	NW	**7.71**	**87.4**	**0.1304**	**0.44**	**0.37**	**0.36**
A62	UAS33	SE	**7.53**	**62.9**	**0.1636**	**0.47**	**0.39**	**0.37**
A63	UAS34	NW	**8.85**	**414.0**	**6.8364**	**5.54**	**4.62**	**1.44**
A64	UAS34	SE	**8.67**	**388.0**	**6.9341**	**5.47**	**4.56**	**1.31**
A65	UAS35	NW	**7.70**	**104.5**	**0.1385**	**0.28**	**0.23**	**0.19**
A66	UAS35	SE	**7.31**	**82.0**	**0.1635**	**0.40**	**0.33**	**0.30**
A67	UAS36	NW	**7.02**	**198.4**	**0.2054**	**0.64**	**0.53**	**0.52**
A68	UAS36	SE	**7.12**	**137.3**	**0.2317**	**0.75**	**0.63**	**0.61**
A69	UAS37	NW	**7.99**	**92.8**	**2.1311**	**1.34**	**1.12**	**0.07**
A71	UAS38	NW	**8.11**	**360.0**	**2.4083**	**1.96**	**1.63**	**0.52**
A72	UAS38	SE	**8.33**	**408.0**	**2.7491**	**1.84**	**1.53**	**0.19**

№	Plot ID	Remark plot	pH (H2O)	Conductivity (µS/cm)	CaCO3 content (%) (g CaCO3 / g soil)	C total (%)	C total (mmol/gTB)	C org (mmol/g)
A73	UAS39	NW	**7.42**	**85.4**	**0.0999**	**0.08**	**0.07**	**0.02**
A74	UAS39	SE	**7.62**	**98.1**	**0.1408**	**0.20**	**0.17**	**0.12**
A75	UAS40	NW	**7.70**	**89.9**	**0.0986**	**0.31**	**0.26**	**0.25**
A76	UAS40	SE	**7.45**	**78.0**	**0.0777**	**0.23**	**0.19**	**0.18**
A77	UAS41	NW	**7.52**	**189.0**	**0.6498**	**1.83**	**1.52**	**1.44**
A78	UAS41	SE	**7.45**	**195.9**	**0.5248**	**1.68**	**1.40**	**1.37**
A79	UAS42	NW	**7.08**	**63.3**	**0.0327**	**0.09**	**0.08**	**0.07**
A80	UAS42	SE	**7.48**	**52.2**	**0.0581**	**0.14**	**0.12**	**0.11**
A81	UAS43	NW	**6.95**	**63.7**	**0.1913**	**0.65**	**0.55**	**0.54**
A82	UAS43	SE	**6.84**	**50.4**	**0.1477**	**0.42**	**0.35**	**0.34**
A83	UAS44	NW	**6.86**	**81.2**	**0.2386**	**0.83**	**0.69**	**0.68**
A84	UAS44	SE	**6.83**	**75.3**	**0.3354**	**1.08**	**0.90**	**0.88**
A85	UAS45	NW	**6.72**	**90.5**	**0.1377**	**0.38**	**0.32**	**0.30**
A86	UAS45	SE	**7.19**	**85.0**	**0.1431**	**0.41**	**0.34**	**0.32**
A87	UAS46	NW	**6.97**	**64.4**	**0.1249**	**0.33**	**0.27**	**0.25**
A88	UAS46	SE	**7.35**	**52.1**	**0.0786**	**0.23**	**0.19**	**0.18**
A89	UAS47	NW	**7.85**	**84.4**	**0.1090**	**0.29**	**0.24**	**0.23**
A90	UAS47	SE	**6.81**	**93.2**	**0.1308**	**0.44**	**0.37**	**0.36**
A91	UAS48	NW	**7.91**	**73.5**	**0.1544**	**0.39**	**0.33**	**0.30**
A92	UAS48	SE	**6.81**	**87.6**	**0.1635**	**0.28**	**0.23**	**0.18**
A93	UAS49	NW	**7.05**	**56.1**	**0.0704**	**0.23**	**0.20**	**0.19**
A94	UAS49	SE	**7.01**	**51.2**	**0.0481**	**0.08**	**0.06**	**0.05**
A95	UAS50	NW	**8.50**	**633.0**	**16.4901**	**10.33**	**8.61**	**0.43**
A96	UAS50	SE	**8.65**	**857.0**	**16.3720**	**10.12**	**8.44**	**0.30**
A97	NVD45	NW	**7.86**	**169.9**	**2.9876**	**2.91**	**2.42**	**1.12**
A98	NVD2145	SE	**7.71**	**158.0**	**3.0944**	**2.94**	**2.45**	**1.08**
A99	NVD2146	NW	**7.62**	**162.8**	**0.2181**	**0.74**	**0.62**	**0.61**
A100	NVD2146	SW	**7.94**	**115.2**	**0.2613**	**0.89**	**0.74**	**0.73**
A101	NVD2147	NE	**8.70**	**258.0**	**6.9364**	**4.64**	**3.87**	**0.48**
A102	NVD2147	SW	**8.58**	**254.6**	**5.1460**	**3.92**	**3.26**	**0.83**
A103	NVD2148	NW	**8.07**	**164.9**	**2.6683**	**3.48**	**2.90**	**1.88**
A104	NVD2148	SE	**8.04**	**269.6**	**4.5780**	**4.19**	**3.49**	**1.44**
A105	NVD2149	NW	**7.84**	**65.3**	**0.3271**	**0.78**	**0.65**	**0.59**
A106	NVD2149	SE	**7.75**	**107.2**	**0.6321**	**1.14**	**0.95**	**0.50**
A107	NVD2150	NW	**7.92**	**66.1**	**0.2608**	**0.85**	**0.71**	**0.70**
A108	NVD2150	SE	**7.86**	**66.4**	**0.3453**	**0.68**	**0.56**	**0.47**

№	Plot ID	Remark plot	pH (H2O)	Conductivity (µS/cm)	CaCO3 content (%) (g CaCO3 / g soil)	C total (%)	C total (mmol/gTB)	C org (mmol/g)
A110	NVD2151	SE	**7.31**	**49.2**	**0.1008**	**2.65**	**2.21**	**1.99**
A111	NVD2152	NW	**8.53**	**132.5**	**3.8192**	**4.03**	**3.36**	**1.74**
A112	NVD2152	SE	**8.64**	**135.0**	**3.5397**	**3.58**	**2.98**	**1.45**
A113	NVD2153	NW	**8.41**	**130.6**	**2.4787**	**3.76**	**3.13**	**2.27**
A114	NVD2153	SE	**8.44**	**139.9**	**2.2788**	**4.15**	**3.46**	**2.78**
A115	NVD2154	NW	**8.24**	**139.2**	**4.5462**	**4.50**	**3.75**	**1.78**
A116	NVD2154	SE	**8.17**	**156.9**	**5.7776**	**4.58**	**3.82**	**1.12**
A118	NVD2155	SE	**8.02**	**139.5**	**2.8922**	**5.02**	**4.19**	**3.29**
A120	UAS51	SE	**8.34**	**580.0**	**2.8786**	**2.86**	**2.38**	**1.13**
A121	UAS51	NW	**8.19**	**990.0**	**2.6968**	**3.03**	**2.53**	**1.42**
A122	NFD60	NW	**8.34**	**212.9**	**3.9078**	**3.04**	**2.53**	**0.70**
A123	NFD60	SE	**8.05**	**214.6**	**4.5121**	**3.50**	**2.92**	**0.79**
A124	UAB01	S	**8.28**	**226.0**	**2.3719**	**2.14**	**1.79**	**0.72**
A125	UAB01	N	**8.27**	**199.3**	**1.9857**	**2.20**	**1.83**	**1.01**
A126	UAS32	R	**7.98**	**232.0**	**1.8357**	**2.48**	**2.07**	**1.38**
A127	UAS33	R	**7.50**	**290.0**	**1.5199**	**1.09**	**0.91**	**0.18**
A128	UAS34	R NW	**7.90**	**313.0**	**3.6352**	**2.65**	**2.21**	**0.47**
A129	UAS36	R	**8.21**	**229.0**	**1.6290**	**2.56**	**2.13**	**1.58**
A130	UAS37	R NW	**8.31**	**321.0**	**2.7241**	**2.64**	**2.20**	**1.01**
A131	UAS39	R	**8.13**	**282.0**	**4.4076**	**3.48**	**2.90**	**0.84**
A132	UAS40	R	**8.25**	**192.6**	**3.4738**	**2.48**	**2.07**	**0.40**
A133	UAS45	R	**8.29**	**241.0**	**2.9286**	**3.23**	**2.69**	**1.48**
A134	UAS46	R	**7.74**	**358.0**	**1.8607**	**1.69**	**1.41**	**0.58**
A135	UAS47	R	**8.12**	**233.0**	**1.8766**	**1.95**	**1.63**	**0.83**
A136	UAS48	R	**6.99**	**474.0**	**1.7630**	**3.79**	**3.16**	**2.74**
A137	UAS49	R	**6.93**	**471.0**	**1.4404**	**1.42**	**1.18**	**0.55**
A138	UAS50	R	**7.98**	**125.0**	**1.5199**	**2.50**	**2.08**	**1.58**
A139	UAS51	R	**7.61**	**135.4**	**0.8338**	**1.20**	**1.00**	**0.70**
A140	UAS52	R	**7.73**	**179.5**	**1.3813**	**0.90**	**0.75**	**0.07**
A141	UAS53	R	**7.93**	**120.5**	**3.6601**	**3.78**	**3.15**	**1.58**
A142	UAS54	R	**8.25**	**268.0**	**1.3927**	**2.71**	**2.26**	**1.87**
A143	UAS55	combined	**8.18**	**278.0**	**1.9493**	**3.37**	**2.80**	**2.20**
A144	UAS57	R	**8.23**	**215.0**	**2.0925**	**2.77**	**2.31**	**1.51**
A145	UAS58	R	**7.24**	**390.0**	**0.9271**	**3.02**	**2.51**	**2.46**
A146	UAS59	R	**8.20**	**224.0**	**2.0970**	**2.75**	**2.29**	**1.49**
A147	UAS61	R	**7.17**	**126.0**	**0.9042**	**0.77**	**0.64**	**0.23**

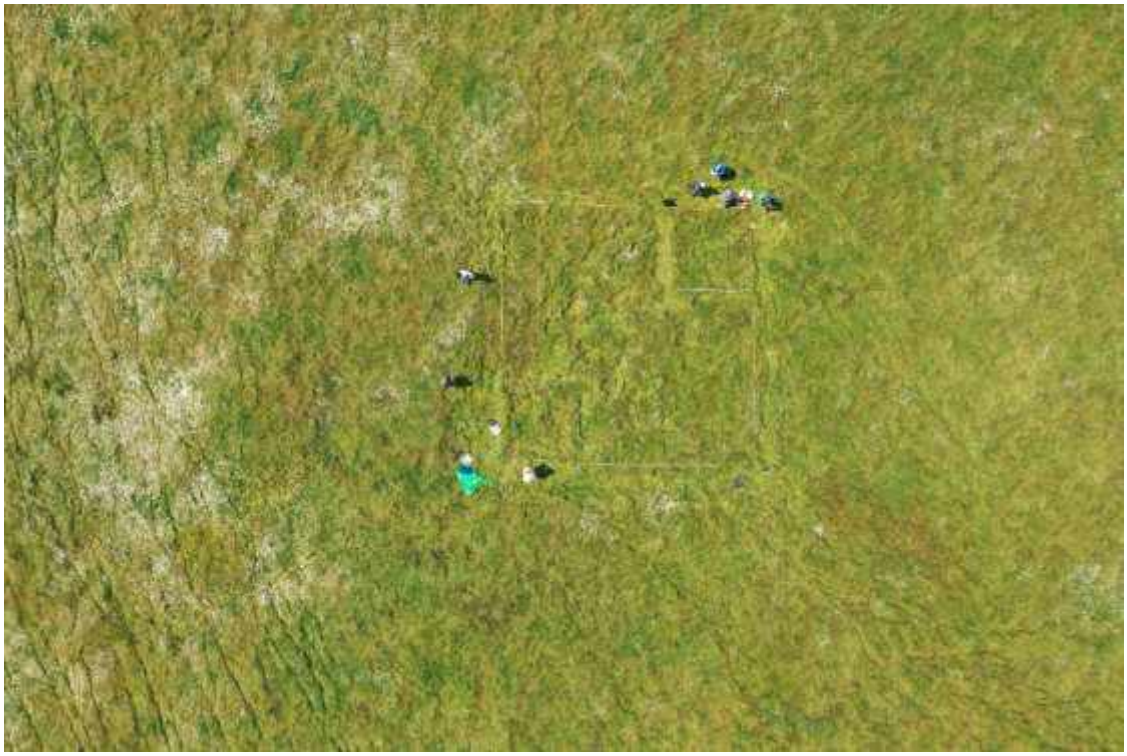
№	Plot ID	Remark plot	pH (H2O)	Conductivity (µS/cm)	CaCO3 content (%) (g CaCO3 / g soil)	C total (%)	C total (mmol/gTB)	C org (mmol/g)
A148	UAS62	R	**6.77**	**194.1**	**0.6498**	**1.76**	**1.46**	**1.37**
A149	UAS63	R	**8.27**	**241.0**	**2.5628**	**2.65**	**2.21**	**1.12**
A150	UAS64	R	**7.90**	**267.0**	**1.2791**	**2.10**	**1.75**	**1.33**
A151	UAS65	R	**8.04**	**252.0**	**1.3223**	**2.10**	**1.75**	**1.31**
A152	UAS66	R	**7.97**	**240.0**	**2.2492**	**1.87**	**1.55**	**0.52**
A153	UAS67	R	**6.99**	**210.0**	**1.5336**	**2.19**	**1.83**	**1.27**
A154	UAS68	R	**6.40**	**189.5**	**1.0564**	**2.37**	**1.98**	**1.74**
A155	UAS69	R	**6.45**	**315.0**	**1.0405**	**2.35**	**1.96**	**1.73**
A156	UAS70	R	**6.74**	**229.0**	**1.4836**	**3.34**	**2.78**	**2.45**
A157	UAS71	R	**6.55**	**164.9**	**0.9428**	**2.73**	**2.27**	**2.16**
A158	UAS72	R	**7.82**	**224.0**	**1.9834**	**1.80**	**1.50**	**0.61**
A159	UAS74	R	**6.66**	**150.3**	**1.0769**	**0.83**	**0.69**	**0.18**
A160	UAS84	R	**6.09**	**161.6**	**1.1473**	**3.98**	**3.31**	**3.29**
A161	UAS85	R	**5.79**	**93.2**	**1.1579**	**0.92**	**0.77**	**0.23**
A162	UAS86	R	**6.12**	**116.2**	**0.9156**	**1.45**	**1.21**	**0.90**
A163	UAS87	R	**5.59**	**132.2**	**1.4063**	**2.75**	**2.29**	**1.91**
A164	UAS88	R	**7.33**	**408.0**	**2.1606**	**1.32**	**1.10**	**0.02**
A165	UAS89	R	**5.17**	**323.2**	**3.0308**	**3.27**	**2.73**	**1.45**
A166	UAS90	R	**6.20**	**108.9**	**2.8081**	**2.15**	**1.79**	**0.47**
A167	UAS91	R	**7.08**	**109.9**	**1.3677**	**0.84**	**0.70**	**0.02**
A168	UAS92	R	**7.24**	**181.9**	**1.8357**	**1.33**	**1.11**	**0.23**
A169	UAS93	R	**7.64**	**165.9**	**1.4336**	**1.90**	**1.59**	**1.04**
A170	UAS94	R	**5.94**	**97.0**	**0.7384**	**0.47**	**0.39**	**0.02**
A171	UAS95	R	**5.54**	**134.4**	**0.8429**	**1.37**	**1.14**	**0.86**
A172	UAS96	R	**5.67**	**110.2**	**0.9792**	**1.52**	**1.27**	**0.94**
A173	UAS97	R	**5.70**	**120.9**	**1.2655**	**2.18**	**1.81**	**1.42**
A174	UAS98	R	**5.37**	**108.5**	**0.4862**	**1.52**	**1.26**	**1.22**
A175	UAS99	R	**6.34**	**150.5**	**0.6066**	**0.95**	**0.79**	**0.59**
A176	UAS100	R	**7.36**	**120.2**	**1.1814**	**1.25**	**1.04**	**0.54**
A177	UAS101	R	**6.18**	**226.0**	**1.2723**	**1.30**	**1.09**	**0.54**
A178	UAS102	R	**5.88**	**110.0**	**1.4018**	**1.39**	**1.16**	**0.55**
A179	UAS103	R	**8.41**	**372.0**	**2.2424**	**1.67**	**1.39**	**0.32**
A180	UAS104	R	**8.10**	**238.0**	**1.7358**	**1.80**	**1.50**	**0.76**
A181	UAS105	R	**8.11**	**160.0**	**2.3878**	**1.73**	**1.44**	**0.30**
A182	UAS106	R	**7.95**	**104.1**	**1.5744**	**1.02**	**0.85**	**0.07**
A183	UAS107	R	**5.19**	**112.1**	**0.2385**	**0.58**	**0.48**	**0.43**

№	Plot ID	Remark plot	pH (H2O)	Conductivity (µS/cm)	CaCO3 content (%) (g CaCO3 / g soil)	C total (%)	C total (mmol/gTB)	C org (mmol/g)
A184	UA108	R	**7.08**	**96.3**	**1.1360**	**0.72**	**0.60**	**0.04**
A185	UAS110	R	**5.41**	**165.9**	**1.0292**	**1.19**	**0.99**	**0.58**
A186	UAS111	R	**6.97**	**142.9**	**0.6384**	**2.05**	**1.71**	**1.67**
A187	UAS112	R	**6.38**	**101.9**	**1.5449**	**0.95**	**0.79**	**0.02**
A188	UAS117	R	**6.23**	**98.3**	**0.4862**	**0.51**	**0.42**	**0.22**
A189	UAS118	R	**6.50**	**84.3**	**0.9724**	**0.72**	**0.60**	**0.13**
A190	UAS119	R	**6.09**	**103.8**	**1.0201**	**0.90**	**0.75**	**0.29**
A191	UAS120	R	**5.36**	**103.1**	**0.5816**	**0.53**	**0.44**	**0.18**
A192	UAS121	R	**5.98**	**95.8**	**1.7448**	**1.74**	**1.45**	**0.70**
A193	UAS128	R	**6.12**	**124.8**	**0.6157**	**0.66**	**0.55**	**0.29**
A194	UAS129	R	**6.13**	**118.3**	**0.4135**	**0.46**	**0.39**	**0.22**
A195	UAS130	R	**5.96**	**115.6**	**1.2564**	**0.93**	**0.78**	**0.18**
A196	UAS131	R	**5.83**	**104.7**	**0.4339**	**0.55**	**0.46**	**0.29**
A197	UAS132	R	**6.23**	**92.5**	**1.2359**	**1.03**	**0.86**	**0.29**
A198	UAS133	R	**5.70**	**104.7**	**0.5998**	**0.76**	**0.63**	**0.40**
A199	UAS137	R	**7.12**	**146.8**	**0.7588**	**0.83**	**0.69**	**0.37**
A200	RZ2101		**7.42**	**204.0**	**1.6971**	**1.68**	**1.40**	**0.66**
A201	SU2101	R	**8.02**	**183.1**	**2.0039**	**1.50**	**1.25**	**0.30**
A202	UAS2102	R	**7.99**	**207.0**	**1.3745**	**1.11**	**0.93**	**0.29**
A203	SU2103	R	**7.41**	**219.0**	**1.8471**	**1.73**	**1.44**	**0.62**
A204	SU2104	**R**	**7.87**	**224.0**	**1.5881**	**2.39**	**1.99**	**1.44**
A205	NFD2101	NW	**6.86**	**213.0**	**2.2765**	**3.49**	**2.91**	**2.12**
A206	NFD2101	SE	**6.74**	**177.3**	**1.7062**	**3.33**	**2.77**	**2.30**
A207	NFD2102	NW	**6.25**	**169.9**	**1.7698**	**2.83**	**2.35**	**1.76**
A208	NFD2102	SE	**6.34**	**171.1**	**0.5929**	**2.06**	**1.72**	**1.70**
A209	NFD2103	NW	**5.65**	**146.0**	**0.9837**	**2.17**	**1.81**	**1.58**
A210	NFD2103	SE	**5.47**	**155.4**	**1.2700**	**1.42**	**1.19**	**0.66**
A211	NFD2104	NW	**5.41**	**113.8**	**1.4336**	**1.30**	**1.09**	**0.44**
A212	NFD2104	SE	**5.29**	**129.2**	**0.9224**	**1.06**	**0.88**	**0.51**
A213	NFD2105	NW	**7.26**	**247.0**	**2.9036**	**4.95**	**4.12**	**3.20**
A214	NFD2105	SE	**7.38**	**286.0**	**2.2265**	**4.52**	**3.76**	**3.18**
A215	NFD2106	NW	**7.48**	**236.0**	**7.4158**	**7.02**	**5.85**	**2.57**
A216	NFD2106	SE	**7.55**	**257.0**	**6.8387**	**6.98**	**5.82**	**2.88**
A217	NFD2107	NW	**7.17**	**276.0**	**1.3722**	**4.42**	**3.69**	**3.60**
A218	NFD2107	SE	**7.27**	**288.0**	**1.9652**	**4.74**	**3.95**	**3.56**
A219	NFD2108	NE	**7.49**	**269.0**	**1.9266**	**4.52**	**3.76**	**3.36**

№	Plot ID	Remark plot	pH (H2O)	Conductivity (µS/cm)	CaCO3 content (%) (g CaCO3 / g soil)	C total (%)	C total (mmol/gTB)	C org (mmol/g)
A220	NFD2108	SW	**7.50**	**280.0**	**2.2447**	**4.91**	**4.09**	**3.56**
A221	NFD2109	NW	**5.07**	**264.0**	**1.7403**	**4.01**	**3.34**	**2.96**
A222	NFD2109	SE	**5.12**	**241.0**	**1.2450**	**3.59**	**2.99**	**2.84**
A223	NFD2110	NW	**5.80**	**334.0**	**1.9698**	**4.06**	**3.38**	**2.88**
A224	NFD2110	SE	**5.78**	**296.0**	**2.0425**	**4.65**	**3.87**	**3.42**
A225	NFD2111	NE	**6.43**	**326.0**	**6.9404**	**7.21**	**6.01**	**3.02**
A226	NFD2111	SW	**6.48**	**310.0**	**6.1912**	**6.57**	**5.48**	**2.86**
A227	NFD2112	NW	**7.20**	**329.0**	**1.3404**	**4.49**	**3.74**	**3.68**
A228	NFD2112	SE	**7.13**	**315.0**	**1.3427**	**4.44**	**3.70**	**3.64**
A229	NFD2113	NW	**6.07**	**823.0**	**3.2080**	**7.00**	**5.83**	**5.08**
A230	NFD2113	SE	**6.10**	**527.0**	**3.1876**	**6.41**	**5.34**	**4.50**
A231	NFD2114	NW	**6.41**	**673.0**	**2.6088**	**9.31**	**7.75**	**7.74**
A233	NFD2115	NW	**6.24**	**205.0**	**1.8880**	**4.88**	**4.07**	**3.76**
A234	NFD2115	SE	**6.35**	**167.6**	**1.5404**	**3.37**	**2.81**	**2.45**
A235	NFD2116	NW	**5.55**	**193.0**	**1.4803**	**4.60**	**3.83**	**3.71**
A236	NFD2116	SE	**5.41**	**225.0**	**2.0970**	**3.92**	**3.27**	**2.66**
A237	NFD2117	NW	**6.50**	**299.0**	**1.8156**	**5.16**	**4.30**	**4.07**
A238	NFD2117	SE	**6.55**	**294.2**	**2.0944**	**4.77**	**3.98**	**2.92**
A239	NFD2118	NW	**6.68**	**197.7**	**1.9247**	**4.48**	**3.73**	**3.32**
A241	NFD2119	NW	**4.13**	**174.9**	**0.9362**	**2.97**	**2.48**	**2.41**
A242	NFD2119	SE	**4.07**	**171.3**	**0.7340**	**2.14**	**1.79**	**1.70**
A243	NFD2120	NE	**4.24**	**161.3**	**2.4946**	**2.62**	**2.19**	**1.13**
A244	NFD2120	SW	**4.31**	**142.2**	**2.5968**	**2.49**	**2.08**	**0.94**
A245	NFD2121	NW	**4.25**	**180.0**	**2.8134**	**9.61**	**8.01**	**7.92**
A246	NFD2121	SE	**4.15**	**182.0**	**2.6089**	**8.55**	**7.12**	**6.98**
A247	NFD2122	NW	**5.22**	**389.0**	**2.1606**	**4.33**	**3.61**	**3.04**
A248	NFD2122	SE	**5.25**	**380.0**	**1.5426**	**3.35**	**2.79**	**2.42**
A249	NFD2123	NW	**4.07**	**262.3**	**1.8747**	**6.13**	**5.11**	**5.00**
A250	NFD2123	SE	**3.99**	**274.0**	**1.2200**	**3.88**	**3.23**	**3.14**
A252	NFD2124	SE	**5.26**	**218.0**	**1.8244**	**2.98**	**2.48**	**1.88**
A253	NFD2125	NE	**3.76**	**208.0**	**1.9152**	**5.19**	**4.33**	**4.04**
A254	NFD2125	SW	**3.78**	**239.0**	**2.9180**	**9.45**	**7.88**	**7.70**
A256	NFD2126	SE	**3.81**	**180.1**	**1.2700**	**4.40**	**3.67**	**3.64**
A257	NFD2127	NW	**3.80**	**243.0**	**1.6858**	**5.13**	**4.27**	**4.12**
A258	NFD2127	SE	**3.99**	**292.0**	**1.8385**	**5.89**	**4.91**	**4.79**
A259	NFD2128	NW	**4.43**	**225.0**	**1.6338**	**4.30**	**3.59**	**3.32**

№	Plot ID	Remark plot	pH (H2O)	Conductivity (µS/cm)	CaCO3 content (%) (g CaCO3 / g soil)	C total (%)	C total (mmol/gTB)	C org (mmol/g)
A260	NFD2128	SE	**4.59**	**344.0**	**2.1587**	**7.63**	**6.36**	**6.34**
A261	NFD2129	N	**4.15**	**224.0**	**1.6358**	**4.13**	**3.44**	**3.14**
A262	NFD2129	S	**4.05**	**321.0**	**1.3472**	**3.29**	**2.74**	**2.48**
A263	NFD2130	NW	**4.34**	**248.0**	**1.6656**	**5.10**	**4.25**	**4.10**
A264	NFD2130	SE	**4.05**	**189.3**	**1.8838**	**4.24**	**3.53**	**3.11**
A265	NFD2131	NW	**4.99**	**126.4**	**1.8812**	**4.30**	**3.58**	**3.17**
A266	NFD2131	SE	**5.04**	**161.3**	**1.6656**	**3.75**	**3.12**	**2.75**
A267	NFD2132	NW	**5.37**	**114.6**	**1.9380**	**2.94**	**2.45**	**1.78**
A268	NFD2132	SE	**5.23**	**139.5**	**1.4200**	**2.30**	**1.92**	**1.45**
A269	NFD2133	NW	**4.13**	**177.7**	**1.8357**	**4.32**	**3.60**	**3.22**
A270	NFD2133	SE	**4.11**	**115.1**	**1.5290**	**4.45**	**3.70**	**3.53**
A271	NFD2134	NW	**4.99**	**175.1**	**1.8974**	**5.03**	**4.19**	**3.89**
A273	NFD2135	NW	**5.65**	**484.0**	**1.6631**	**3.28**	**2.73**	**2.28**
A274	NFD2135	SE	**5.60**	**450.0**	**1.6585**	**2.36**	**1.97**	**1.37**
A275	NFD2136	NE	**5.83**	**656.0**	**2.3722**	**8.34**	**6.95**	**6.91**
A276	NFD2136	SW	**5.81**	**693.0**	**2.4337**	**8.44**	**7.04**	**6.98**
A277	NFD2137	NW	**5.39**	**178.7**	**1.8153**	**1.53**	**1.28**	**0.44**
A279	NFD2138	NW	**5.09**	**89.2**	**0.5407**	**0.58**	**0.48**	**0.25**
A280	NFD2138	SE	**4.77**	**119.2**	**1.0269**	**1.06**	**0.88**	**0.44**
A281	NFD2139	NW	**5.36**	**156.8**	**1.7971**	**1.58**	**1.32**	**0.50**
A282	NFD2139	SE	**5.46**	**140.0**	**0.8610**	**0.92**	**0.77**	**0.41**
A283	NFD2140	NW	**5.03**	**111.1**	**0.9247**	**1.24**	**1.03**	**0.68**
A284	NFD2140	SE	**4.90**	**139.2**	**1.5949**	**1.57**	**1.31**	**0.61**
A285	NFD2141	NW	**4.41**	**420.0**	**2.5861**	**9.15**	**7.62**	**7.60**
A286	NFD2141	SE	**4.32**	**433.0**	**2.7815**	**9.26**	**7.72**	**7.60**
A287	NFD2142	NW	**7.37**	**319.0**	**1.6903**	**3.01**	**2.51**	**1.99**
A288	NFD2142	SE	**5.32**	**178.7**	**1.6403**	**1.20**	**1.00**	**0.22**
A289	NFD2143	NW	**5.16**	**80.7**	**0.2340**	**0.33**	**0.28**	**0.19**
A290	NFD2143	SE	**5.08**	**172.0**	**1.7062**	**1.32**	**1.10**	**0.30**
A291	NFD2144	NW	**5.22**	**78.3**	**0.4453**	**0.56**	**0.46**	**0.29**

И.4 Аерофотознімки облікових ділянок



Облікова ділянка UAS03 (X36), 24.05.2021

Облікова ділянка UAS-11 (R1C), 26.05.2021.

Облікова ділянка UAS-40 (R11), 31.05.2021.

Облікова ділянка NFD-21-01 (R52), 26.06.2021, h=20 m.

Облікова ділянка NFD-21-02 (R11), 26.06.2021, h=30 m.

Облікова ділянка NFD-21-03 (R1P), 27.06.2021, h=30 m.

Облікова ділянка NFD-21-06 (R13), 28.06.2021, h=30 m.

Облікова ділянка NFD-21-08 (R16), 29.06.2021, h=15 m.

Облікова ділянка NFD-21-10 (R21), 1.07.2021, h=30 m.

Облікова ділянка NFD-21-12 (R44), 2.07.2021, h=30 m.

Облікова ділянка NFD-21-13 (R56), 2.07.2021, h=30 m.

Облікова ділянка NFD-21-16 (R23), 3.07.2021, h=30 m.

Облікова ділянка NFD-21-16 (R23), 3.07.2021, h=15 m.

Облікова ділянка NFD-21-19 (R42), 1.08.2021, h=15 m.

Облікова ділянка NFD-21-26 (R42), 3.08.2021, h=15 m.

Облікова ділянка NFD-21-38 (R1Q), 8.08.2021, h=15 m.

Облікова ділянка NFD-21-39 (R1M), 8.08.2021, h=30 m.

Облікова ділянка NFD-21-41 (R37), 10.08.2021, h=100 m.

Облікова ділянка NFD-21-43 (R1Q), 11.08.2021, h=30 m.

Облікова ділянка NFD-21-48 (R64), 10.09.2021, h=60 m.

И.5. Ключ до визначення видів роду *Cladonia* трав'яних біотопів України

1 Подеції не вкриті коровим шаром, білі або білувато-жовтуваті…….…… 2
– Подеції вкриті коровим шаром, зеленуваті, зеленувато-сірі, жовтувато-зеленуваті до коричневих ……..……. 4
2(1) Термінальні гілочкі повернуті у різні боки, броколі-подібні …… (*C. portentosa*)
– Термінальні гілочкі повернуті в один бік ……..…… 3
3(2) Подеції від Pd жовтіють, звичайно білуваті, термінальні гілочки звичайно повернуті в один бік ……..……... *C. arbuscula*
– Подеції від Pd не змінюються, звичайно білуваті з легким жовтуватим відтінком, термінальні гілочки звичайно повернуті у різні боки …….……..…… *Cladonia mitis*
4(1) Подеції не розвиваються, первинна слань у вигляді добре розвинутих лусочок, звичайно утворюють щільні куртинки ……..…… 5
– Подеції розгалужені, сціфоїдні або шилоподібні, первинна слань у вигляді різного розміру лусочок, рідко зникає ……..……..… 11
5(4) Лусочки крупні, 0.7-2.5 см завдовшки ……..……..……. 6
– Лусочкі дрібніші, 0.3-0.7(-1.3) см завдовшки …….……... 9
6(5) Лусочки знизу з жовтуватим відтінком …….…..…. *C. foliacea*
– Лусочки знизу білі або з сіруватим чи фіолетовим відтінками ……..…… 7
7(6) Лусочки від К не змінюються, знизу з ледь помітним фіолетовим або сіруватим відтінками, зверху сірувато-зелені …… ……..… *C. cervicornis*
– Лусочки К+ жовтіють а потім можуть червоними, знизу яскраво білі …….....8
8(7) Лусочки від К жовтіють і швидко стають червоними, переважно у високогір'ях та на півночі країни …….…….. (*C. polycarpoides*)
– Лусочки від К жовтіють або жовтіють і повільно стають червоними, переважно на півдні країни ……..…….. *C. symphycarpa*
9(5) Лусочки від К жовтіють, дрібні, 0.1-0.3 см завдовшки, звичайно сизо-зелені…….
……..*C. cariosa*
– Лусочки від К не змінюються ……..…….. 10
10(9) Лусочки розеткоподібні, 0.5-0.7(-1.3 см) завдовшки, на карбонатних грунтах ……*C. pocillum*
– Лусочкі слані не розеткоподібні, 0.1-0.5 см завдовшки, на піщаних або кислих грунтах ……*Cladonia* spp. (*C. pyxidata s.l., C. chlorophaea s.l., C. rei, C. fimbriata, C. subulata*)
11(4) Апотеції та пікніди червоні …… 12
– Апотеції та пікніди коричневі …….……... 19
12(11) Подеції утворюють кубки …….……..….…….. 13
– Подеції не утворюють кубків, видовжені, слабко розгалужені або шилоподібні …..….. 17
13(12) Подеції світло-сірі, кубки неправильні, з начебто надірваними краями, двічі або тричі проліфікуючі ……. (*C. polydactyla*)
– Подеції жовтувато-зелені, кубки звичайно правильні, з рівними або зубчастими краями, рідко з проліфікаціями …….…….…….……14
14(13) Кубки повністю вкриті борошнистими сорідіями …….. *C. deformis*
– Кубки вкриті зернистими ареолами, сорідії утворюються зрідка по краю або всередині кубків …….…….. 15
15(14) Подеції всередині та по краях з нечисленими зернистими сорідіями …. *C. pleurota*
– Подеції без сорідії, зовні та всередині вкриті лише ареолами та лусочками …….. 16

16(15) Мікролусочки щільно вкривають основу подецієв та трапляються всередині кубків ……..…… *C. diversa*
– Мікролусочки рідко трапляються при основі подецієв, відсутні всередині кубків …..
…… (*C. coccifera*)
17(12) Подеції соредіозні …….…… 18
– Подеції несоредіозні …….. *C. floerkiana*
18(17) Подеції високі, до 5 см заввишки, у верхній частині з соредіями, альпійський та субальпійській пояси ……... (*C. alpina*)
– Подеції 1-2(-3) см заввишки, повністю соредіозні, на рівнинах та у лісових та субальпійських поясах ……..… *C. macilenta*
19(11) Подеції сильно розгалужені, утворюють компактні кущики……. 20
– Подеції нерозгалужені або слабко розгалужені, відокремлені один від одного …….…. 25
20(19) Подеції зеленувато-жовтуватого кольору, без лусочок ...…….… 21
– Подеції сірувато-зеленуватого до коричневого кольорів ……...… 22
21(20) Подеції складаються з розгалужених кущистих подецієв, які закінчуються розчепіреними шилоподібними кінчиками, та подецієв з кубками, які по краю проліферують у розгалужені кущисті шипи, у субальпійському поясі ….. (*C. amaurocraea*)
– Подеції складаються з розгалужених кущистих подецієв, які не утворюють кубків і закінчуються зірчасто розташованими шипами ……..…… *C. uncialis*
22(20) Подеції утворюють кубки ……. 23
– Подеції без кубків ……24
23(22) Подеції сильно проліферують по краях неширокиx, майже непомітних кубків, дно кубків завжди має крупну перфорацію, лусочки розсіяні …….. *C. crispata*
– Подеції проліферують по краях кубків бахромчастими, короткими виростами та лусочками, лусочкі рясні, кубки не продірявлені або зрідка з нерегулярними дрібними перфораціями ……..……... (*C. phyllophora*)
24(22) Подеції зеленувато-сірі з мармуровидною поверхнею, що представлені білуватими ділянками серцевини та вкритими коровим шаром ареолами, звичайно слань представлена у щільних дернинках, слань від К + жовтіє …….… *C. rangiformis*
– Подеції зеленувато-коричневі, коровий шар вкриває подеції одноманітним шаром, звичайно слань утворює пухкі дернинки, слань від К – або деякі хемотипи від К+ жовтіють ……. *C. furcata*
25(19) Подеції утворюють добре розвинуті кубки, кубки ширше ніж їх ніжка …… 26
– Подеції шилоподібні, загострені або утворюють вузькі кубки, б.м. однакової ширини з ніжкою …… 39
26 Кубки несоредіозні …….. 27
– Кубки соредіозні …….……..……..……32
27(26) Кубки проліферують по центру ……...…..…..……. 28
– Кубки проліферують по краю ……...…… 29
28 (27) Первинна слань у вигляді щільних дернинок, переважає, кубки рідкісні, невисокі (до 1 см заввишки), нечасто утворюють дрібні вторинні проліфікації по центру …… ……*C. cervicornis*
– Первинна слань звичайно не утворює щільних дернинок, кубки розвинуті (1-3 см заввишки), часто двічі або тричі проліфікують ……. *C. verticillata*
29(27) Кубки зовні та/або всередині рясно вкриті лусочками …… 30
– Кубки зовні та всередині вкриті лише ареолами або шизідіями, лусочкі трапялються рідко ……..…… 31

30(29) Лусочки рясно розвиваються всередині кубків, часто розділені або розсічені, нагадують пелюстки і виходять за краї кубків……. (*C. magyariaca*)
– Лусочкі рясно розвиваються на ніжках, щиткоподібні, не заповнюють кубки і не виходять за його краї……...……...(*C. monomorpha*)
31 (29) Слань розеткоподібна, на карбонатних субстратах …….. *C. pocillum*
– Слань не розеткоподібна, на різних субстратах ……. *C. pyxidata*
32(26) Подеції повністю або частково, у верхній частині та всередині кубків, вкриті борошнистими сорідіями, 20-40 мкм діаметром..…….. 33
– Подеції звичайно всередині кубків, рідше на ніжках, вкриті зернистими сорідіями 40-80 мкм діаметром …….…… 35
33(32) Подеції повністю вкриті борошнистими сорідіями ……. *C. fimbriata*
– Подеції при основі вкриті коровим шаром …… 34
34(32) Подеції К – або буріють…… (*C. conista*)
– Подеції від К жовтіють…….(*C. humilis*)
35 (30) Подеції від К жовтіють, потім червоніють …… (*C. cryptochlorophaea*)
– Подеції від К - …….……. 36
36 (35)Подеції від С червоніють або жовтіють …….……37
– Подеції від С - …….……. 38
37 (34) Подеції від С жовтіють …… (*C. novochlorophaea*)
– Подеції від С червоніють …….. (*C. merochlorophaea*)
38(36) Подеції від UV -, края кубків звичайно рівні, рідко проліферують…. *C. chlorophaea*
– Подеції від UV+ стають блакитно-білими, края кубків рвані, часто проліферують ……..
……. (*C. grayi*)
39(25) Подеції несоредіозні …….…….. 40
– Подеції соредіозні ……
40(39) Подеції з дуже розколотими стінками, що надає їм специфічного трухлявого вигляду, невисокі (1-1,5 см заввишки) …….. *C. cariosa*
– Подеції не з розколотими стінками, гладенькі або щільно вкриті лусочками …..…... 41
41(40) Подеції щільно вкриті мікролусочками ……..…... 41
– Подеції не вкриті лусочками або вони дуже рідкісні і розсіяні ……..…... 43
42 (41) Слань від К жовтіє ……... *C. subsquamosa*
– Слань від К не змінюється ……. (*C. squamosa*)
43(41) Подеції з кубками що не проліферують по краю або кубки проліферують короткими (2-5 мм заввишки) виростами з апотеціями, що нагадують корону … *C. gracilis*
– Подеції без кубків, шилоподібні іноді слабко розгалужені, апотеції рідкісні ……...
……*C. macroceras*
44(39) Подеці високі, 4-15 см заввишки, вище половини вкриті гладеньким коровим шаром, від Pd стає оранжевим …… *C. cornuta*
– Подеції невисокі 1-4 см заввишки, лише при основі вкриті коровим шаром ……..…. 45
45(44) Подеції з повздовжніми жолбками, сірувато-зелені з блакитним відтінком, Pd-
…….. (*C. glauca*)
– Подеції без повздовжніх жолобків, без блакитного відтінку, Pd- або Pd+ ……..…. 46
46(46) Подеції білувато-сіруваті, від Pd відразу стають червоними…… *C. subulata*
– Подеції коричнево-сірі звичайно від Pd не змінюються або зрідка від Pd+ жовтіють і повільно червоніють …….....… *C. rei*

ДОДАТОК К

Публікації за результатами реалізації проєкту

К.1 Наукові публікації

Публікації в журналах, що входять до наукометричних баз даних Scopus і WoS

1. Axmanová I., Kalusová V., Danihelka J., Dengler J., Pergl J., Pyšek P., Večeřa M., Attorre F., Biurrun I., Boch S., Conradi T., Gavilán R.G., Jiménez-Alfaro B., Knollová I., **Kuzemko A.**, Lenoir J., Leostrin A., Medvecká J., Moeslund J.E., Obratov-Petkovic D., Svenning J.-C., Tsiripidis I., Vassilev K. & Chytrý M. Neophyte invasions in European grasslands. *Journal of Vegetation Science*, 2021, 32 (2): e12994. https://doi.org/10.1111/jvs.12994. **Q1**, (АК надала дані для аналізу, взяла участь у встановленні статусу видів-неофітів для території України, взяла участь в інтерпретації отриманих даних)

2. Biurrun I., Pielech R., Dembicz I., Gillet F., Kozub Ł., Marcenò C., Reitalu T., Meerbeek K.V., Guarino R., Chytrý M., Pakeman R.J., Preislerová Z., Axmanová I., Burrascano S., Bartha S., Boch S., Bruun H.H., Conradi T., Frenne P.D., Essl F., Filibeck G., Hájek M., Jiménez-Alfaro B., **Kuzemko A.,** Molnár Z., Pärtel M., Pätsch R., Prentice H.C., Roleček J., Sutcliffe L.M.E., Terzi M., Winkler M., Wu J., Aćić S., Acosta A.T.R., Afif E., Akasaka M., Alatalo J.M., Aleffi M., Aleksanyan A., Ali A., Apostolova I., Ashouri P., Bátori Z., Baumann E., Becker T., Belonovskaya E., Alonso J.L.B., Berastegi A., Bergamini A., Bhatta K.P., Bonini I., Büchler M.-O., **Budzhak V.**, Bueno Á., Buldrini F., Campos J.A., Cancellieri L., Carboni M., Ceulemans T., Chiarucci A., Chocarro C., Conti L., Csergő A.M., Cykowska-Marzencka B., Czarniecka-Wiera M., Czarnocka-Cieciura M., Czortek P., Danihelka J., de Bello F., Deák B., Demeter L., Deng L., Diekmann M., Dolezal J., Dolnik C., Dřevojan P., Dupré C., Ecker K., Ejtehadi H., Erschbamer B., Etayo J., Etzold J., Farkas T., Farzam M., Fayvush G., Calzado M.R.F., Finckh M., Fjellstad W., Fotiadis G., García-Magro D., García-Mijangos I., Gavilán R.G., Germany M., Ghafari S., Giusso del Galdo G.P., Grytnes J.-A., Güler B., Gutiérrez-Girón

A., Helm A., Herrera M., Hüllbusch E.M., Ingerpuu N., Jägerbrand A.K., Jandt U., Janišová M., Jeanneret P., Jeltsch F., Jensen K., Jentsch A., Kącki Z., Kakinuma K., Kapfer J., Kargar M., Kelemen A., Kiehl K., Kirschner P., Koyama A., Langer N., Lazzaro L., Lepš J., Li C.-F., Li F.Y., Liendo D., Lindborg R., Löbel S., Lomba A., Lososová Z., Lustyk P., Luzuriaga A.L., Ma W., Maccherini S., Magnes M., Malicki M., Manthey M., Mardari C., May F., Mayrhofer H., Meier E.S., Memariani F., Merunková K., Michelsen O., Mesa J.M., Moradi H., **Moysiyenko I.**, Mugnai M., Naqinezhad A., Natcheva R., Ninot J.M., Nobis M., Noroozi J., Nowak A., Onipchenko V., Palpurina S., Pauli H., Pedashenko H., Pedersen C., Peet R.K., Pérez-Haase A., Peters J., Pipenbaher N., Pirini C., Pladevall-Izard E., Plesková Z., Potenza G., Rahmanian S., Rodríguez-Rojo M.P., Ronkin V., Rosati L., Ruprecht E., Rusina S., Sabovljević M., Sanaei A., Sánchez A.M., Santi F., Savchenko G., Sebastià M.T., **Shyriaieva D.**, Silva V., Škornik S., Šmerdová E., Sonkoly J., Sperandii M.G., Staniaszek-Kik M., Stevens C., Stifter S., Suchrow S., Swacha G., Świerszcz S., Talebi A., Teleki B., Tichý L., Tölgyesi C., Torca M., Török P., Tsarevskaya N., Tsiripidis I., Turisova I., Ushimaru A., Valkó O., Mechelen C.V., Vanneste T., **Vasheniak I.**, Vassilev K., Viciani D., Villar L., Virtanen R., Vitasović-Kosić I., Vojtkó A., **Vynokurov D.**, Waldén E., Wang Y., Weiser F., Wen L., Wesche K., White H., Widmer S., Wolfrum S., Wróbel A., Yuan Z., Zelený D., Zhao L., & Dengler J. (2021) Benchmarking plant diversity of Palaearctic grasslands and other open habitats. *Journal of Vegetation Science*, 2021, 32(4): e13050. https://doi.org/10.1111/jvs.13050. **Q1,** (до колективу авторів увійшло шестеро виконавців проєкту, які надали дані з території України, взяли участь в інтерпретації даних проведених аналізів, АК взяла участь у підготовці рукопису статті, решта – вносили правки та коментарі до рукопису)

3. Dembicz, I., Dengler, J., Steinbauer, M.J., Matthews, T.J., Bartha, S., Burrascano, S., Chiarucci, A., Filibeck, G., Gillet, F., Janišová, M., Palpurina, S., Storch, D., Ulrich, W., Aćić, S., Boch, S., Campos, J. A., Cancellieri, L., Carboni, M., Ciaschetti, G.,

Conradi, T., De Frenne, P., Dolezal, J., Dolnik, C., Essl, F., Fantinato, E., García-Mijangos, I., Giusso del Galdo, G. P., Grytnes, J.-A., Guarino, R., Güler, B., Kapfer, J., Klichowska, E., Kozub, Ł., **Kuzemko, A.**, Löbel, S., Manthey, M., Marcenò, C., Mimet, A., Naqinezhad, A., Noroozi, J., Nowak, A., Pauli, H.,. Peet, R. K, Pellissier, V., Pielech, R., Terzi, M., Uğurlu, E. , Valkó, O., **Vasheniak, I.**, Vassilev, K., **Vynokurov, D.**, White, H. J., Willner, W., Winkler, M., Wolfrum, S., Zhang, J. & Biurrun, I. Fine-grain beta diversity of Palaearctic grassland vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 2021, 32 (3): e13045. https://doi.org/10.1111/jvs.13045, **Q1,** (АК, IV і DV надали дані з території України для аналізу, взяли участь у редагуванні тексту рукопису)

4. Didukh, Y., **Vasheniak, I., Chusova, O**. *Stipo pulcherrimae-Festucetalia pallentis* Pop 1968 of calcareous petrophytic steppes in Ukraine. *Hacquetia* 2021, (2): 303−325. https://doi.org/10.2478/hacq-2021-0004**, Q3,** (IV провела дослідження, класифікацію описів, статистичний аналіз, підготувала рукопис статті, ОС надала матеріали для дослідження, провела DCA аналіз, взяла участь у редагуванні тексту).

5. Fristoea T. S., Chytrý M., Dawsonc W., Essl F., Heleno R., Kreft H., Noëlie M., Pergl J., Pyšek P., Seebensj H., Weigelt P., Vargas P., Yang Q., Attorre F., Bergmeier E., Bernhardt-Römermann M., Biurrun I., Boch S., Bonari G., Botta-Dukát Z., Bruun H. H., Byun C., Čarni A., Carranza M. L., Catford J. A., Cerabolini B. E. L., Chacón-Madrigal E., Ciccarelli D., Ćušterevska R., de Ronde I., Dengler J., Golub V., Haveman R., Hough-Snee N., Jandt U., Jansen F., **Kuzemko A.,** Küzmič F., Lenoir J., Macanović A., Marcenò C., R. Martin A., Michaletz S. T., Mori A. S., Niinemets Ü., Peterka T., Pielech R., Rašomavičius V., Rūsiņa S., Dias A. S., Šibíková M., Šilc U., Stanisci A., Jansen S., Svenning J.-C., Swacha G., van der Plas, Vassilev K., van Kleunen M. Dimensions of invasiveness: Links between local abundance, geographic range size, and habitat breadth in Europe's alien and native floras. PNAS, 2021, 118 (22): e2021173118. https://doi: 10.1073/pnas.2021173118 **Q1,** (АК надала дані з території України для аналізу, взяла участь в інтерпретації результатів, аналізів та редагуванні тексту рукопису)

6. Pouteau R., Thuiller W., Hobohm C., Brunel C., Conn B. J., Dawson W., de Sá Dechoum M., Ebel A. L., Essl F., Fragman-Sapir O., Fristoe T., Nejc J., Kreft H., Lenzner B., Meyer C., Pergl J., Pyšek P., Verkhozina A., Weigelt P., Yang Q., Zykova E., Aćić S., Agrillo E., Attorre F., Bergamini A., Berg C., Bergmeier E., Biurrun I., Boch S., Bonari G., Botta-Dukát Z., Bruelheide H., Campos J. A., Čarni A., Casella L., Carranza M. L., Chytrý M., Ćušterevska R., De Sanctis M., Dengler J., Dimopoulos P., Ejrnæs R., Ewald J., Fanelli G., Fernández-González F., Gavilán R. G., Gegout J.-C., Haveman R., Isermann M., Jandt U., Jansen F., Jiménez-Alfaro B., Kavgacı A., Khanina L., Knollová I., **Kuzemko A.,** Lebedeva M., Lenoir J., Lysenko T., Marcenò C., Martynenko V., Erenskjold M. J., Pätsch R., Pielech R., Rašomavičius V., de Ronde I., Ruprecht E., Rūsiņa S., Shirokikh P., Šibík J., Šilc U., Stanisci A., Stančić Z., Svenning J.-C., Swacha G., Turtureanu P. D., Valachovič M., Vassilev K., Yamalov S., van Kleunen M. Climate and socio-economic factors explain differences between observed and expected naturalization patterns of European plants around the world. *Global Ecol Biogeogr*. 2021, 30 (7): 1514-1531. https://doi.org/10.1111/geb.13316. **Q1,** (АК надала дані з території України для аналізу, взяла участь в інтерпретації результатів, аналізів та редагуванні тексту рукопису)

7. **Vasheniak, I.,** Didukh, Y., Rozenblit, I. Dry grasslands on sedimentary outcrops of the Dniester Canyon (Ukraine). *Biologia*, 2021 (76): 1109-1126. https://doi.org/10.1007/s11756-021-00709-w **Q3,** (VI сформулювала мету та завдання дослідження, провела класифікацію рослинності, статистичний аналіз, взяла участь у написанні рукопису статті)

8. Zhang J., Gillet F., Bartha S., Alatalo Juha M., Biurrun I., Dembicz I., Grytnes J.-A., Jaunatre R., Pielech R., Van Meerbeek K., **Vynokurov D.**, Widmer S., Aleksanyan A., Prasad Bhatta K.r, Campos J. A., Czortek P., Dolezal J., Essl F., García-Mijangos I., Guarino R., Güler B., Hájek M., **Kuzemko A**., Yonghong Li F., Löbel S., Moradi H., Naqinezhad A., Silva V., Šmerdová E., Sonkoly J., Stifter

S., Talebi A., Török P., White H., Wu J., Dengler J. Scale dependence of species–area relationships is widespread but generally weak in Palaearctic grasslands. *Journal of Vegetation Science* 2021 (32):e13044. https://doi.org/10.1111/jvs.13044. **Q1,** (AK і DV надали дані з території України для аналізу, DV здійснив ряд статистичних аналізв, AK і DV взяли участь у редагуванні тексту рукопису).

9. Willner W., Moser D., Plenk K., Aćić S., Demina O. N., Höhn M., **Kuzemko A**., Roleček J., Vassilev K., **Vynokurov D.**, Kropf M. Long-term continuity of steppe grasslands in eastern Central Europe: Evidence from species distribution patterns and chloroplast haplotypes. *Journal of Biogeography*. 2021;00:1–14. https://doi.org/10.1111/jbi.14269**, Q1** (AK зібрала рослинний матеріал з території України, AK і DV зібрали дані щодо поширення модельнихт видів в Україні, взяли участь у обговоренні результатів аналізів та зробили коментарі до тексту рукопису).

Публікації у вітчизняних фахових журналах

10. **Буджак В.В.** Дідух Я. П. Синфітоіндикаційна оцінка оселищ рослин Червоної книги України та ризиків їхніх втрат під впливом кліматогенних змін. *Український ботанічний журнал*, 2020, 77(6): : 434–453. https://doi.org/10.15407/ukrbotj77.06.434 (В.Б. сформулював завдання статті, підготував дані, провів аналізи та підготував рукопис)

11. **Мойсієнко І.І., Винокуров Д.С., Ширяєва Д.В.** *Thalictrum foetidum* L. у степовій зоні України: нові знахідки та еколого-ценотичні особливості. *Чорноморськ. бот. ж.*, 2021, 17 (1): 36–45. doi: 10.32999/ksu1990-553X/2021-17-1-2.

12. **Ширяєва Д.В.**, Шиян Н.М. *Trifolium vesiculosum* (Fabaceae) в Україні: нова знахідка та історичний огляд. *Український ботанічний журнал*, 2021, 78(2): 83–95. https://doi.org/10.15407/ukrbotj78.02.083. (Д.Ш. провела польові дослідження,

опрацювала гербарні зразки гербарію KW, написала основну частину тексту та підготувала ілюстрації).

Публікації в інших журналах

13. Shapoval, V., **Kuzemko, A.** Syntaxonomy of steppe depression vegetation of Ukraine. *Vegetation Classification and Survey*, 2021 (2): 87-108. https://doi.org/10.3897/VCS/2021/62825. (АК сформулювала мету і завдання дослідження, провела класифікацію описів, підготувала рукопис статті).

Публікації у матеріалах конференцій

14. **Куземко А.А., Ємельянова С.М., Ширяєва Д.В., Ходосовцев О.Є, Вашеняк Ю.А., Мойсієнко І.І., Винокуров Д.С., Буджак В.В., Кучер О.О., Токарюк А.І., Чорней І.І., Чусова О.О.** Діагностичні види степових біотопів України. *Природно-заповідна справа та управління природоохоронними територіями на Миколаївщині*: матеріали науково-правктичної конференції до 25-річчя застування природного заповідника «Єланецький степ» та дня працівника природно-заповідної справи (м. Миколаїв, 8-9 липня 2021 р.). Миколаїв: А-Веста, 2021. С. 51–57.

15. **Куземко А.А.** Порівняльний аналіз трав’яних біотопів України за показниками багатства та різноманітності. *Охорона біорізноманіття та історико-культурної спадщини у ботанічних садах та дендропарках*: матер. міжнар. наук. конференції, присвяченої 225–річчю заснування Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України (м. Умань, 28–30 вересня 2021 р.). Умань, 2021. С. 193–198.

16. Chytrý M., Preislerová Z., Jiménez-Alfaro B., Mucina L., Berg C., **Kuzemko A.,** Marcenò C., Monteiro-Henriques T., Novák P., **Vynokurov D.**, Bergmeier E., Dengler J., Apostolova I., Bioret F., Biurrun I., Bonari G., Campos J.A., Capelo J., Čarni A., Çoban S., Csiky J., Duk M., Dušterevska R., Daniëls F., De Sanctis M., Didukh Ya., Dítě D.,

Fanelli G., Golovanov Ya., Golub V., Guarino R., Hájek M., Iakushenko D., Indreica A., Jansen F., Jašková A., Jiroušek M., Kalníková V., Kavgacı A., Kucherov I., Küzmič F., Lebedeva M., Loidi J., Lososová Z., Lysenko T., Milanovid Đ., Onyshchenko V., Perrin G., Peterka T., Rašomavičius V., Rodríguez-Rojo M.P., Rodwell J.S., Rūsiņa S., Sánchez Mata D., Semenishchenkov Yu., Shevchenko N., Šibík J., Škvorc Ž., Smagin V., Steševid D., Stupar V., Šumberová K., Theurillat J.-P., Tikhonova E., Tzonev R., Valachovič M., Vassilev K., Willner W., Yamalov S., Večeřa M. Distribution maps of vegetation alliances in Europe // Revegetating Europe – Contributions of the EVS to the UN Decade on Ecosystem Restoration. 29th Conference of European Vegetation Survey, online conference, 6–7 September 2021/ Chytrý M., Biurrun I., Attorre F. & Agrillo E. (Eds.), 2021. P.23.

17. **Khodosovtsev A.**, Darmostuk V., **Prylutskyi O.**, **Kuzemko A.** Towards a consistent classification of the silicicolous epilithic lichen communities of the Ukrainian Crystalline Shield // Revegetating Europe – Contributions of the EVS to the UN Decade on Ecosystem Restoration. 29th Conference of European Vegetation Survey, online conference, 6–7 September 2021/ Chytrý M., Biurrun I., Attorre F. & Agrillo E. (Eds.), 2021. P. 40.

18. Shapoval V., **Kuzemko A.** Syntaxonomy of steppe depressions (pody) vegetation of Ukraine // Revegetating Europe – Contributions of the EVS to the UN Decade on Ecosystem Restoration. 29th Conference of European Vegetation Survey, online conference, 6–7 September 2021/ Chytrý M., Biurrun I., Attorre F. & Agrillo E. (Eds.), 2021. P.43.

19. **Shyriaieva D.**, Kolomiets H., **Vynokurov D.**, **Kuzemko A.** Grasslands of the Buzkyi Gard National Nature Park (Ukraine): inventory, mapping, and management // Revegetating Europe – Contributions of the EVS to the UN Decade on Ecosystem Restoration. 29th Conference of European Vegetation Survey, online conference, 6–7 September 2021/ Chytrý M., Biurrun I., Attorre F. & Agrillo E. (Eds.), 2021. P. 58.

20. **Kuzemko A., Budzhak, V.; Chorney, I.; Chusova, O.; Iemelianova, S.; Khodosovtsev, A.; Kucher, O.; Moysiyenko, I.; Prylutskyi, O.; Shyriaieva, D.; Tokaryuk, A.; Vasheniak, Y.; Vynokurov, D.** Inventory of grassland habitats of Ukraine using phytosociological databases. // 63rd IAVS Symposium, September 20-23, 2021. Book of Abstracts. / Edited by Debinski E., Diekmann M., Loidi J., Wiser S. & Zelený D. P. 96.

21. **Kuzemko, A.; Budzhak, V.; Chorney, I.; Tokaryuk, A.** Predicting the risk of grassland habitat loss in Ukraine due to global warming based on phytoindication methods // 63rd IAVS Symposium, September 20-23, 2021. Book of Abstracts. / Edited by Debinski E., Diekmann M., Loidi J., Wiser S. & Zelený D. P.97

22. **Shyriaieva, D.; Prylutskyi, O.** Exploratory analysis of the spectral reflectance curves of habitat types: a case study on Southern Bug River valley, Ukraine // 63rd IAVS Symposium, September 20-23, 2021. Book of Abstracts. / Edited by Debinski E., Diekmann M., Loidi J., Wiser S. & Zelený D. P.149.

23. Axmanová, I., Kalusová, V.; Danihelka, J.; Dengler, J.; Pergl, J.; Pyšek, P.; Večeřa, M.; Attorre, F.; Biurrun, I.; Boch, S.; Conradi, T.; Gavilán, Rosario G.; Jiménez-Alfaro, B.; Knollová, I.; **Kuzemko, A**.; Lenoir, J.; Leostrin, A.; Medvecká, J.; Moeslund, J. E.; Obratov-Petkovic, D.; Svenning, J.-C.; Tsiripidis, I.; Vassilev, K.; Chytrý, M. Neophyte invasions in European grasslands // 63rd IAVS Symposium, September 20-23, 2021. Book of Abstracts. / Edited by Debinski E., Diekmann M., Loidi J., Wiser S. & Zelený D. P.18.

Брошури:

24. Найпоширеніші трав’яні біотопи степової зони України та Криму / **В.В. Буджак, А.А.Куземко, І.І. Мойсієнко, О.Є. Ходосовцев, Д.В. Ширяєва, Д.С. Винокуров, Т.П. Дзюба, С.М. Ємельянова, О.О. Кучер, О.О. Чусова**. Чернівці : Друк Арт, 2021. 16 с. : іл.

25. Найпоширеніші трав’яні біотопи лісової та лісостепової зон України / **В.В. Буджак, А.А.Куземко, Ю.А. Вашеняк, Д.С. Винокуров, Т.П. Дзюба, С.М. Ємельянова, О.О. Кучер, І.І. Мойсієнко, А.І. Токарюк, О.Є. Ходосовцев, І.І. Чорней, О.О. Чусова, Д.В. Ширяєва**. Чернівці : Друк Арт, 2021. 16 с. : іл.

26. Найпоширеніші трав’яні біотопи Карпатського регіону / **В.В. Буджак, А.А.Куземко, І.І. Чорней, А.І. Токарюк, Ю.А. Вашеняк, О.О. Кучер, І.І. Мойсієнко, О.Є. Ходосовцев, О.О. Чусова, Д.В. Ширяєва**. Чернівці : Друк Арт, 2021. 16 с. : іл.

У друці:

27. **Moysiyenko I.I.**, Umanets O.Yu., Dengler J., Guarino R., Dembicz I., **Kucher O.O.** *Torilis pseudonodosa* Bianca (*Apiaceae*) – new species for the flora of Ukraine. *Чорноморський ботанічний журнал*

28. **Ширяєва Д.В.** Еколого-ценотична диференціація лучної рослинності Національного природного парку «Бузький Гард». *Український ботанічний журнал*.

29. **Ходосовцев О.Є., Куземко А.А.,** Безсмертна О.О., **Ширяєва Д.В., Чусова О.О., Вашеняк Ю.А.** Лишайники роду *Cladonia* в трав'яних біотопах України. *Чорноморський ботанічний журнал*

30. **Кучер О.О., Мойсієнко І.І., Ємельянова С.М., Вашеняк Ю.А., Буджак В.В. Дзюба Т.П., Куземко А.А.** Аналіз синантропізації трав’яних біотопів України. *Чорноморський ботанічний журнал*

31. **Токарюк А.І., Чорней І.І., Буджак В.В.,** Волуца О.Д., Якушенко Д.М. Поширення, ценотичні та екологічні особливості *Bupleurum tenuissumum* L. (*Apiaceae*) у Чернівецькій області. *Біологічні системи*.

32. **Токарюк А.І., Чорней І.І., Буджак В.В.** Види інвазійних рослин у національному природному парку «Вижницький»: *Lupinus polyphyllus* Lindl. і *Quercus rubra* L. *Біологічні системи*

33. **Khodosovtsev A.,** Darmostuk V., **Prylutskyi O.**, **Kuzemko A.** Silicicolous lichen communities of the Ukrainian Crystalline Shield. *Applied Vegetation Science*

В.2 Публікації у мережі Facebook та ЗМІ

Наука є! Чим займаються українські науковці - https://lb.ua/society/2021/10/06/495602_nauka_ie_chim_zaymayutsya_ukrainski.html?fbclid=IwAR2yfRe6ZzLUmbZ1rCmTCHRq6093-bLWychJR-L8_D2ehWHKeE_w07yZ9AA

Зараз лише 2-3% площі України — степи, а раніше їх було 40% — Анна Куземко https://hromadske.radio/podcasts/hromadska-hvylya/v-ukraini-lyshylosia-2-3-stepiv-anna-kuzemko?fbclid=IwAR11GrFX_trpYy6BrrCYVVkOVwThnNOB_NmUWFTzJExxr_OcoPlrVz0w6dY

Як врятувати планету та чому потрібно зберігати біорізноманіття? Лекторка: екологиня Анна Куземко - http://www.nrcu.gov.ua/schedule/play-archive.html?periodItemID=2917887&fbclid=IwAR1JxURvEEcY__7rE9vZDvoRDvC8LbliRHXbVoR4tT6TqoKanXzH5Q-tMZA

Триває гарячий експедиційний сезон! - https://uncg.org.ua/ekspedytsijnyj-sezon/

Про багаті луки і пишне різнотрав'я до обрію: де в Україні ще можна знайти такі місця і чим загрожує зникнення багатих природних угідь? Розкаже Анна Куземко - http://ukr.radio/schedule/play-archive.html?periodItemID=2839975&fbclid=IwAR0BxM0VBSAQuGxfyzFC-4EwC6hqQFSTlA58ZsTfQPg9_OMyCi0m_me4SAM

https://www.facebook.com/groups/938367279561202/permalink/4313820828682480/

https://www.facebook.com/ivan.moysiyenko/posts/6114710925209383

https://www.facebook.com/ivan.moysiyenko/posts/6127679047245904

https://www.facebook.com/ivan.moysiyenko/posts/6132648046749004

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2930350603904394

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2930371857235602

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2930585067214281

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/videos/2930618847210903/

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/videos/2931149233824531/

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2932110040395117

https://www.facebook.com/olesya.bezsmertna/videos/5511002925638039/

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2954218968184224

https://www.facebook.com/photo/?fbid=6262873497059791&set=a.902996629714198

https://www.facebook.com/anna.kuzemko/posts/10219926337297102

https://www.facebook.com/ivan.moysiyenko/posts/6268513966495744

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2958515454421242

https://www.facebook.com/photo/?fbid=6271997429480731&set=a.902996629714198

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2958626417743479

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2958640497742071

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2958775464395241

https://www.facebook.com/photo/?fbid=6276925482321259&set=a.902996629714198

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2960372440902210

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2979578808981573

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2980007222272065

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2981664435439677

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2983321161940671

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2984876998451754

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2985428428396611

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2985470648392389

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2986429664963154

https://www.facebook.com/a.khodosovtsev/posts/2988008804805240

https://www.facebook.com/UkrainianNatureConservationGroup/posts/809165179771646

https://www.facebook.com/photo/?fbid=3133822903562707&set=a.1506078649670482