

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ



СУЧАСНІ ЕКОВИКЛИКИ. СТРАТЕГІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДОВКІЛЛЯ

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
присвяченої 25-річчю кафедри екології
Львівського НУП**

22-23 травня 2024 року

Львів 2024

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова наукового комітету:

Лопушняк Василь Іванович – доктор с.-г. наук, професор, в.о. ректора Львівського національного університету природокористування;

Снітинський Володимир Васильович – доктор біол. наук, професор, академік НААН України, головний науковий співробітник Інституту біології тварин НААН;

Заступник голови наукового комітету:

Хірівський Петро Романович – к.б.н., завідувач кафедри екології

Члени наукового комітету:

Бальковський Володимир Васильович – к.с.-г.н., доцент, декан факультету агротехнологій та екології;

Разанов Сергій Федорович – д.с.-г.н., професор кафедри екології;

Лисак Галина Антонівна – к.б.н., доцент кафедри екології;

Мазурак Оксана Тимофіївна – к.т.н., доцент кафедри екології;

Качмар Наталія Василівна – к.с.-г.н., доцент кафедри екології;

Салига Юрій Тарасович – д.б.н., член-кореспондент НААН України, директор Інституту біології тварин НААН;

Данилик Іван Миколайович – д.б.н., професор, директор Інституту екології Карпат НАН України;

Mariusz Kulik – доктор наук, професор Університету природничого в Любліні, Польща

Члени організаційного комітету:

Панас Наталія Євгенівна – к.б.н., доцент кафедри екології;

Корінець Юрій Ярославович – к.б.н., доцент кафедри екології;

Дацко Тетяна Миколаївна – к.с.-г.н., доцент кафедри екології;

Зеліско Олег Васильович – к.с.-г.н., доцент кафедри екології;

Кректун Богдан Васильович – к.с.-г.н., доцент кафедри екології;

Соловодзінська Ірина Євгенівна – к.б.н., доцент кафедри екології;

Уйгелій Ганна Юріївна – к.хім.н., доцент кафедри екології;

Шкумбатюк Роман Стефанович – к.хім.н., доцент кафедри екології;

Іванків Мар'яна Ярославівна – к.с.-г.н., доцент кафедри екології;

Дидів Андрій Ігорович – к.с.-г.н., доцент кафедри екології;

Жиліщич Юстина Василівна – к.с.-г.н., доцент кафедри екології;

Саламаха Ірина Юріївна – к.с.-г.н., доцент кафедри екології;

Лопотич Наталія Ярославівна – к.с.-г.н., доцент кафедри екології;

Германович Ольга Мирославівна – к.с.-г.н., в.о. доцента кафедри екології;

Верхола Галина Богданівна – старший викладач кафедри екології;

Іщенко Ольга Ярославівна – старший викладач кафедри іноземних мов.

УДК 502/.504:574

С 91

СУЧАСНІ ЕКОВИКЛИКИ. СТРАТЕГІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

ДОВКІЛЛЯ: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 25-річчю кафедри екології Львівського НУП, 22-23 травня 2024 р. Львів-Дубляни : ЛНУП, 2024. 371 с.

Розглянуто актуальні питання екобезпеки складових довкілля, агроекологічні проблеми сучасності та стратегії Європейського зеленого курсу, ПЗФ та біоресурсів, стратегії відновлення екосистем у повоєнний час, утилізації, рекуперації та рециклінгу відходів, екоосвіти, екотуризму та екорекреації.

Для наукових працівників, фахівців екологів та технологів захисту навколишнього середовища, аспірантів, магістрів і здобувачів вищої освіти.

Вітальне слово доктора с.-г. наук, професора, в.о. ректора Львівського національного університету природокористування Василя Лопушняка

Розвиток екологічної науки незмінно пов'язаний із суспільним розвитком людства. Використання природних ресурсів, широке залучення їх у матеріальне та нематеріальне виробництво вимагає підвищеної уваги до збереження природного стану довкілля.

Оптимізація співіснування людини та природи на засадах сталого розвитку повинна супроводжуватися мінімальною шкодою, якої завдають живим організмам і неживій природі, запобіганням зникненню окремих видів тваринного та рослинного світу, дискомфорту урбанізованого середовища та зростання захворюваності населення. Тому локальні екологічні катастрофи зумовлюють необхідність розробки дієвих заходів щодо зниження викидів шкідливих речовин у довкілля та його забруднення, створення екологічно ощадних, маловідходних і безвідходних технологій, економії ресурсів.

А цього можна досягти економічною регламентацією господарської діяльності людини, раціональним використанням природних ресурсів. Для вирішення цієї проблеми необхідні екологічні знання та виховання екологічної свідомості різних верств населення та рішучі дії в галузі охорони природи.

Розв'язанню означених питань значну увагу приділяють і науковці кафедри екології Львівського національного університету природокористування, наукова тематика якої тісно пов'язана з основними напрямками української та світової екологічної науки. Зокрема, на порядку денному з'явилися нові екологічні виклики, пов'язані з воєнними діями. Таким чином, формується новий екомілітарний напрям наукових досліджень, на який буде спрямовано увагу світової наукової спільноти та науковців кафедри екології Львівського національного університету природокористування.

Бажаю учасникам Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні ековиклики. Стратегії екологічної безпеки довкілля», присвяченої 25-річчю кафедри екології Львівського національного університету природокористування, плідної праці, міцного здоров'я та нових наукових здобутків!

ВІД ВИТОКІВ ДО СЬОГОДЕННЯ

П. Р. Хірівський, к. б. н.

ORCID ID: [0000-0001-7246-9260](https://orcid.org/0000-0001-7246-9260)

Львівський національний університет природокористування

Кафедру екології створено при агрономічному факультеті Львівського державного аграрного університету 1 липня 1999 р. На той час до її складу частково увійшли кафедри біології, селекції та захисту рослин та секція хімії, кафедри агрохімії та ґрунтознавства. Новостворену кафедру очолив академік УААН, професор Володимир Васильович СНІТИНСЬКИЙ.

Її історія фактично сягає початку ХХ ст., а витоками слід вважати кафедру загальної ботаніки та фізіології рослин Академії рільництва у Дублянах. Кафедру загальної ботаніки і фізіології рослин одночасно з 17 базовими на той час кафедрами створено у 1919 р. Нею керував професор Северин Кжеменевський, який протягом 1919–1924 рр. на кафедрі викладав бактеріологію рослин.

На кафедрі зберігається фондовий гербарій професора Волощака та колекції експонатів, зібрані ще у другій половині минулого століття професором Мауріціо, які є основою музею природи ЛНУП. Музей налічує понад 500 експонатів, серед яких є фіксовані препарати представників безхребетних та різних класів хребетних, зразки кишковопорожнинних, молюсків, голкошкірих, викопні рештки давніх організмів, а також опудала птахів і ссавців, окрім цього музей містить цікаву колекцію комах.

Протягом 1919–1924 рр. кафедру очолювала Гелена Кжеменевська (Хойнович). Вона була автором 48 праць із ґрунтової мікробіології, співпрацювала з Нобелівським лауреатом С. М. Виноградським, а також з А. Ваксманом та іншими видатними мікробіологами із США, Англії, Німеччини. На її честь Р. Станієр у США назвав одну з видів бактерій (*Cytophaga krzemieniewska*, *Penicillium krzemieniewska*).

Наступником Гелени Кжеменевської протягом 1924–1944 рр. став Дезидерій Шимкевич, який у 1925 р. отримав ступінь доктора з ботаніки і протягом усіх цих років викладав ботаніку і фізіологію рослин. Він запропонував багато фізичних

методів досліджень для ботаніки і фізіології рослин. Коло його досліджень було досить широким і різнобічним та стосувалося статистики і біометрії, флористичної географії і екології рослин з основами кліматології. Дезидерій Шимкевич у 1927 р. заснував у Дублянах першу в Польщі екологічну станцію. На основі своїх досліджень написав і видав у 1932 р. у Львові «Екологію рослин», підручник «Ботаніка», який витримав два перевидання (у Львові в 1928 р. та у Варшаві у 1949 р.), а також у 1947 р. «Фізіологію рослин для лісників». Як редактор підготував «Бібліографію польської флори з 1753 до 1923 років».

Одночасно з кафедрою загальної ботаніки і фізіології рослин в Академії рільництва функціонувала кафедра лісової ботаніки. Протягом усіх цих років кафедру очолював Симон Вердакович, який був автором 50 праць із дендрології, флористики, охорони лісів. На кафедрі вивчали такі дисципліни: «Лісова ботаніка», «Систематика дерев і лісу», «Хвороби дерев», «Соціологія лісу». При кафедрі функціонували теплиці та дендрарій.

З 1939 по 1947 р. кафедри ботаніки і фізіології рослин та лісової ботаніки функціонували при рільничо-лісовому факультеті Львівської політехніки. Після звільнення Львова і відновлення роботи Львівського політехнічного інституту у 1945 р. кафедрою завідував професор А. С. Лазаренко. Тут працювали доценти О. М. Левін, Т. Є. Парфілова, Т. Є. Козинець, П. О. Мурзіна.

З 1946 р. у зв'язку з переходом професора А. С. Лазаренка на роботу до Академії наук України очолив кафедру ботаніки і фізіології рослин доцент О. М. Левін, який працював на цій посаді до 1954 р.

До створеного у 1946 р. Львівського сільськогосподарського інституту увійшли кафедри рільничо-лісового факультету ЛПП. З 1954 по 1961 р. кафедрою завідувала доцент Т. Є. Козинець. Із 1961 р. кафедрою керував М. Т. Гончар, який близько 30 років очолював також і ЛСПІ. Він заслужений працівник вищої школи України, професор. Його наукові зацікавлення пов'язані з проблемами лісової фітоценології, лісознавства, біологічної рекультивації техногенних відвалів родовищ корисних копалин, з екологією сільськогосподарського виробництва. Він є автором понад 110 наукових та науково-популярних і публіцистичних робіт,

серед яких книги «Земля – наша годувальниця», «Лісові фітоценози: підвищення продуктивності і охорона», «Біологічні взаємозв'язки деревних порід в лісі», «Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва». Під його керівництвом захищено 8 кандидатських дисертацій.

З 1999 р. очолює кафедру відомий учений у галузі біологічних і сільськогосподарських наук, заслужений діяч науки і техніки України, академік Української академії аграрних наук, доктор біологічних наук, професор Володимир Васильович Снітинський.

Сьогодні на кафедрі працюють два професори, 18 доцентів, 2 кандидати наук, 2 старших викладачі, завідувач лабораторії, два старших лаборанти та два лаборанти.

Кафедра екології провадить підготовку фахівців за двома спеціальностями: 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» першого бакалаврського рівня та спеціальності 101 «Екологія» другого та третього освітнього рівня вищої освіти.

Налагоджено тісну наукову та дидактичну співпрацю з зарубіжними партнерами. Це університети Польщі, Іспанії, Австрії. Науково-педагогічні працівники кафедри – постійні учасники міжнародних європейських проєктів Tempus та Erasmus+.

Викладачі кафедри екології в 2009–2012 рр брали участь у проєкті «Environmental Curricula At Agriculture Universities – ENAGRA», були учасниками в 2013–2016 рр. програми «Qualification Frame work for Environmental Studies at Ukrainian Universities – QUANTUS»

З 2019 працівники кафедри беруть участь у робочій групі Львівського НУП з виконання міжнародного проєкту “Enhancing capacity of universities to initiate and to participate in clusters development on innovation and sustainability principles” (UniClaD) Program Erasmus +,

З 2017 року студенти, аспіранти та викладачі кафедри екології беруть участь у програмі Еразмус+ академічної мобільності в університеті м. Ллейда (Іспанія) та Природничого університету м. Люблін (Польща)

Науковими спрямуваннями вчених кафедри є дослідження екологічного стану агроєкосистем, збереження та відтворення біоценозів, вивчення гідроекологічних особливостей водних систем, техноекоекологічні проблеми виробництв, розробка новітніх методів утилізації та рекуперації відходів.

Науковці кафедри одержали понад двадцять авторських свідоцтв і патентів.

З 2015 по 2021 в університеті працювала спеціалізована вчена рада по захисту кандидатських дисертацій спеціальності 03.00.06 – «Екологія».

Кафедрою налагоджена тісна співпраця багатьма організаціями та установами екологічного спрямування. Відкрита філія кафедри на базі Яворівського національного природного парку.

Викладачі кафедри читають понад 63 навчальних дисципліни екологічного і біологічного спрямування для студентів усіх шести факультетів Львівського НАУ. Видано низку навчальних підручників та навчальних посібників, десять монографій.

Історія кафедри, її витoki нероздільно пов'язані з історією нашого університету. Майбутнє кафедри екології, її розвиток пов'язане від забезпечення якісної підготовки фахівців екологів та технологів захисту навколишнього середовища, адже тільки висококваліфікований фахівець гордо несе ім'я Львівського національного університету природокористування.

СЕКЦІЯ 1.

ЕКОБЕЗПЕКА СКЛАДОВИХ ДОВКІЛЛЯ

ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

О. Д. Зинюк, к. т. н.,

ORCID ID: [0000-0001-7486-9583](https://orcid.org/0000-0001-7486-9583)

Західний науковий центр НАН України і МОН України

Систематичні спостереження за еколого-економічним станом певної території дає змогу оцінити тенденції і динаміку зміни низки визначених показників, якими він характеризується, та результативність реалізації природоохоронних заходів. Результати таких спостережень мають використовувати органи державної влади різного рівня за прийняття управлінських рішень.

Результати моніторингових спостережень наводимо за певними групами показників, які характерні для різних природних компонентів навколишнього природного середовища та відходів, а також способами поводження з ними під час використання й видалення.

Займаючи 21,6% території України, в її західному регіоні утворювалось 12,9% викидів забруднювальних речовин у 2010 році та 15,1% – у 2021 році, а 54,5% (2010 р.) і 59,8% (2021 р.) цих викидів утворювалось на території Івано-Франківської (Бурштинська ТЕС АТ «ДТЕК Західенерго», Івано-Франківський адміністративний район [1; 2]) та Львівської (Добротвірська ТЕС АТ «ДТЕК Західенерго» та шахти Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну, Червоноградський адміністративний район [3]) областей.

Аналіз даних щодо кількісної зміни викидів у досліджуваний період (2010-2021 рр.) свідчить про те, що у середньому по Україні кількість викидів зменшилась у 1,76 разу, у західному регіоні України – у 1,4 разу (табл. 1). Однак у 2015-2021 рр. (без врахування території тимчасово окупованого Криму і частини окупованих територій Донецької і Луганської областей) таке зменшення було у 1,19 і 1,25 разу відповідно. Можемо стверджувати, що за однакових інших умов

зменшення рівня забруднень на території областей західної України є інтенсивнішим, ніж для усїєї території України.

Таблиця 1

Викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря, тис. т

Рік	Україна	Області західного регіону України								Разом по областях західного регіону України
		Волинська	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Рівненська	Тернопільська	Хмельницька	Чернівецька	
2010	6678,0	57,2	87,3	224,9	246,3	56,2	63,9	83,8	44,5	864,1
	3920,1	8,2	17,4	169,2	113,2	12,9	18,5	19,1	3,8	362,3
2015	4521,3	42,8	54,2	266,4	203,1	52,2	46,4	75,5	34,1	774,7
	2857,4	4,7	4,4	223,9	102,4	10,2	8,5	18,3	3,2	375,6
2018	4121,2	38,2	49,5	260,9	192,9	44,1	42,9	77,2	26,6	732,3
	2508,3	5,1	4,0	221,4	106,7	9,1	10,2	22,1	2,7	381,3
2019	4108,3	36,7	41,8	242,0	173,7	45,1	42,0	72,7	24,1	678,1
	2459,5	5,3	3,7	205,0	88,9	9,9	9,4	20,3	2,4	344,9
2020	3675,3	36,8	36,6	173,4	148,1	39,5	41,6	58,2	20,0	554,2
	2238,6	5,1	3,3	140,4	76,0	10,1	9,5	18,2	1,8	264,4
2021	3788,8	36,4	42,6	210,3	159,0	42,4	39,4	64,0	23,8	617,9
	2242,0	5,6	2,8	172,4	75,4	9,4	8,3	21,1	1,7	296,7

Чисельник – сумарні викиди забруднювальних речовин; знаменник – викиди від стаціонарних джерел.

Побудовано автором за даними Державної служби статистики України [4] та Головних управлінь статистики в областях.

Викиди зі стаціонарних джерел забруднення впродовж досліджуваного періоду становили в середньому 60,5% (для України) і 48,2% (для західного регіону України), а значних коливань цього відсотка як і тенденції його зміни (збільшення/зменшення) не відбувалось. Для західного регіону найбільший відсоток забруднень від стаціонарних джерел зафіксували в Івано-Франківській (82,4%) і Львівській (50,2%) областях, а найменший – 9,0% у Чернівецькій області. При цьому сумарні викиди забруднювальних речовин підприємствами Івано-Франківської і Львівської областей у 2021 році становили 59,0% (у 2010 – 54,5%), а від стаціонарних джерел – 83,5% (у 2010 – 77,9%), тобто дещо збільшились.

Існує велика різниця в кількості викидів від стаціонарних джерел забруднення для областей регіону – в Івано-Франківській області вони найбільші (210,3 тис. т у 2021 р.) і у 124 рази більші, ніж у Чернівецькій області (1,7 тис. т). У розрахунку на одну особу ці викиди більші у 66,7 разу, а в розрахунку на 1 км² – у 59,1 разу.

Також спостерігаємо велику різницю в кількості викидів від пересувних джерел забруднення для областей регіону – у 2021 році вони найбільші у Львівській області (83,6 тис. т), що в 3,8 разу більше, ніж у Чернівецькій області (22,1 тис. т).

Оскільки Івано-Франківська і Львівська області є достатньо великими за площами, а відтак лежать у різних природних зонах і мають нерівномірний розподіл промислових підприємств, тому важливо виділити на їхній території райони з особливо забрудненим і переважно чистим атмосферним повітрям. Показниками, які характеризують рівень забруднення атмосферного повітря, обрали кількість викидів у розрахунку на 1 км² і кількість викидів у розрахунку на 1 особу (табл. 2).

Аналіз поданих у табл. 2 даних показує, що існує значна відмінність у рівнях забруднення атмосферного повітря в досліджуваних областях. В Івано-Франківській області кількість викидів у розрахунку на 1 км² у 3,6 разу перевищує цей показник для Львівської області, а кількість викидів у розрахунку на 1 особу більша у 4,2 разу. За кількістю викидів у розрахунку на 1 км² в Івано-Франківський район майже у два рази перевищує цей показник для Червоноградського району Львівської області, хоч кількість викидів у розрахунку на 1 особу більша лише в 1,06 разу.

Оцінювання рівня забруднення території окремих адміністративних районів у складі Івано-Франківської і Львівської областей показало, що і у цьому разі існують значні (а інколи – разючі) відмінності. Кількість викидів у розрахунку на 1 км² в Івано-Франківському районі у 3360 разів (!!!) перевищує цей показник для Верховинського району, а кількість викидів у розрахунку на 1 особу більша у 1370 разів.

**Результати розрахунків рівня забруднення атмосферного повітря
в Україні та Івано-Франківській і Львівській областях (2021 рік)**

	Площа, км ²	К-сть населення, тис. чол.	Викиди від стаціонарних джерел, тис. т (%)	К-сть викидів у розрахунку на 1 км ² (кг)	К-сть викидів у розрахунку на 1 особу (кг)
Україна	603630	38108,5	2242,0	3714	59
Івано-Франківська обл.	13900,0	1368,1	172,4 (100)	12403	126,0
у т. ч. райони					
Верховинський	1248,3	30,5	0,006 (3,5 · 10 ⁻⁵)	4,7	0,2
Івано-Франківський	3873,0	559,9	152,2 (88,3)	39298	271,8
Калуський	3562,7	284,7	15,5 (9,0)	4351	54,4
Інші (3)	5216,0	493,0	4,7 (2,7)	901	9,5
Львівська обл.	21823,0	2512,1	75,4 (100)	3455	30,0
у т. ч.					
Львівський	4976,2	1149,0	4,4 (5,9)	884	3,8
Самбірський	3247,1	225,9	0,4 (0,5)	123	1,8
Стрийський	3854,0	325,5	5,4 (7,2)	1401	16,6
Червоноградський	3001,2	231,0	59,3 (78,6)	19759	256,7
Інші (3)	6754,5	579,7	5,9 (7,8)	873	10,2

Побудовано автором за даними Державної служби статистики України [4], Головних управлінь статистики в областях та [5].

Між районами Львівської області таких значних відмінностей не спостерігаємо, хоч вони і залишаються суттєвими – кількість викидів у розрахунку на 1 км² в Червоноградському районі лише у 160 разів перевищує цей показник у Самбірському районі, а кількість викидів у розрахунку на 1 особу – в 143 рази.

Істотні міжрегіональні відмінності є результатом певних тенденцій розвитку нашої держави, коли зростали традиційні потужні промислові центри і не відбувались структурні зміни в регіонах.

За результатами проведених розрахунків зробимо висновки, які можна врахувати за прийняття певних управлінських рішень:

– не допускати реалізації на території районів із чистим повітрям (Верховинський, Самбірський тощо) інфраструктурних проєктів, які могли б призвести до погіршення якості атмосферного повітря, і всіляко сприяти розвитку рекреаційної діяльності на цих територіях у різних організаційних формах;

– забезпечити впровадження сучасних технологій спалювання вугілля і очищення димових газів при модернізації теплоелектростанцій на території західного регіону України;

– впровадити технології вловлювання і використання метану, викиди якого становлять близько 98% усіх викидів під час роботи вугільних шахт у Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейні [3], зважаючи також на те, що метан належить до парникових газів.

Бібліографічний список

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області у 2021 році. URL: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/Regionalna-dopovid-Ivano-Frankivskoyi-obl.-2021.pdf>

2. Загальні викиди забруднювальних речовин і парникових газів суб'єктами господарювання, які мають великі спалювальні установки, у 2019 році. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/ns.htm

3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2021 році. URL: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-Lvivska-ODA-2021.pdf>

4. Державна служба статистики України. URL: ukrstat.gov.ua

5. https://decentralization.ua/state?sort_direction=&sort_by=

ПРОБЛЕМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

**В. М. Боголюбов, доктор педагогічних наук,
ORCID ID: [0000-0001-5181-6892](https://orcid.org/0000-0001-5181-6892);**

Т. В. Довга, аспірантка 2-го року навчання
Національний університет біоресурсів і природокористування України

У березні 2023 року Верховна Рада України прийняла закон «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо державної системи моніторингу довкілля,...», яким внесла деякі зміни практично у всі Кодекси і суттєві доповнення у статті 20 і 22 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [1]. Зокрема, державна система моніторингу довкілля (ДСМД) повинна сприяти як створенню, так і функціонуванню «загальнодержавної екологічної автоматизованої інформаційно-аналітичної системи забезпечення прийняття управлінських рішень та доступу до екологічної інформації...» [1, пп. 4,9]. Що стосується підсистеми моніторингу атмосферного повітря, то Кабінет Міністрів України Постановою №827 від 14 серпня 2019 року встановив порядок проведення моніторингових спостережень за станом атмосферного повітря шляхом імплементації положень Директиви 2008/50/ЄС [2].

З 2019 року в Україні, паралельно з державними (регіональними), з'явилися і активно розвиваються громадські мережі моніторингу атмосферного повітря – до найбільших мереж громадського моніторингу відносять платформи громадських організацій (ГО) Eco City, SaveDnipro, ЛУН Місто Air та інші. Загальна чисельність автоматичних станцій моніторингу атмосферного повітря в Україні на кінець 2023 року перевищила 1500 [3].

Є декілька причин зростання мережі станцій громадського моніторингу, одна з них полягає у тому, що чинна підсистема моніторингу атмосферного повітря практично не виконує функцію інформування населення про стан атмосферного повітря. З іншого боку, вказані ГО дають змогу кожній особі чи підприємству придбати автоматичну станцію моніторингу, зареєструвати її на сайті провайдера й отримувати інформацію з інших аналогічних станцій. Станції практично всіх цих

мереж (окрім станцій EcoCity) передають інформацію на платформи aqicn.org та waqi.info, веб-сайти яких створені проєктом World Air Quality Index [4].

У липні 2023 року Кабінет Міністрів України затвердив нову Концепцію Державної цільової екологічної програми моніторингу довкілля, виконання якої сприятиме, зокрема, утворенню регіональних центрів моніторингу довкілля [5]. Першим прикладом реалізації такого регіонального центру можна вважати затвердження Київською міською радою у листопаді 2023 року Плану дій «Зелене місто». Підготовка такого плану дій розпочалась ще в 2019 році шляхом під'єднання до програма ЄБРР «Зелені міста» [6]. Можна вважати, що це дало змогу Департаменту захисту довкілля та адаптації до зміни клімату Київської міської ради до 2023 року встановити 53 автоматичних станції моніторингу атмосферного повітря на території міста (з них 7 референтних і 46 індикативних).

Поява сучасних автоматичних станцій моніторингу атмосферного повітря створило певну колізію на тлі наявних у місті Києві 16 стаціонарних постів, які функціонують за старою програмою, тобто відбір проб здійснюється тільки 4 рази на добу з лабораторним аналізом концентрації поллютантів у Центральній геофізичній обсерваторії. Це означає, що частково не виконується Постанова КМУ №827, нераціонально витрачаються державні кошти і формується не зовсім коректна інформація про середньодобові концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі (похибка до 16%). Наприклад, середньодобова концентрація дрібно-дисперсного пилу ТЧ_{2,5}, за даними автоматичної станції на вулиці Героїв оборони, 13 (4-й корпус НУБПУ) з 07 ранку 13.04.2024 до 01 ночі 14.04.2024 становить 11.26 мкг/м³ за щогодинного усереднення і 13,2 мкг/м³ за усереднення 4-х вимірювань – о 0.7, 13, 19 і 01 (табл. 1). У табл. 1 внесено аналогічні дані цієї ж станції з 07 ранку 14.04.2024 до 01 ночі 15.04.2024 – відповідно середньодобові концентрації ТЧ_{2,5} становлять 4,93 мкг/м³ за щогодинного усереднення і 4,42 мкг/м³ за усереднення 4-х вимірювань. В обох випадках різниця середньодобових концентрацій перевищує 10%.

Дані автоматичної станції¹ на платформі SaveDnipro

Час	0,7	0,8	0,9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	0,1
Sun	8,9	9,7	10	12	11	9	7,9	8,1	8,5	8,5	9,9	9,6	9,2	9	9,2	12	14	20	27
Man	5,6	6,1	4,8	3,5	3	3,2	3,5	4,8	5,4	6	5,7	5,2	4,7	5	7,3	6,4	5,5	4,1	3,9

Бібліографічний список

1. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо державної системи моніторингу довкілля, інформації про стан довкілля (екологічної інформації) та інформаційного забезпечення управління у сфері довкілля (ВВР, 2023, № 63, ст.208). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2973-20#Text>

2. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Постанова КМУ від 14.08.2019 р. №827. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text>

3. Сорока М. Розвиток та трансформація громадських ініціатив моніторингу якості повітря в умовах війни в Україні. URL: <https://home.ednannia.ua/analytics/data-catalog/3160/>

4. WAQI.Info: Світовий Індекс Якості Повітря. URL: <https://waqi.info/#/c/50.4/30.445/11.2z/>

5. Концепція Державної цільової екологічної програми моніторингу довкілля. URL: https://zakononline.com.ua/documents/show/519753_755138#n9.

6. У рамках Програми ЄБРР розпочато роботу над підготовкою Плану дій «Зелене місто» для міста Києва. URL: https://kyivcity.gov.ua/navkolyshnie_seredovyshe_mista/Green_City/

¹ <https://aqicn.org/station/ukraine-kyiv-13-street-heroiv-oborony/#/z/11>

PEDODIVERSITY AS A BASIS FOR BIODIVERSITY CONSERVATION

O. Haskevych, cand. of. Geografic Sc.,

ORCID: [0000-0002-4354-3860](https://orcid.org/0000-0002-4354-3860)

Lviv National Environmental University

Increased anthropogenic pressure on the environment in recent decades has been accompanied by significant, sometimes catastrophic, changes in the functioning of ecosystems that threaten their stable existence. Agricultural and industrial activities and the steady growth of residential areas cause air and hydrosphere pollution, soil destruction, and a decline in the natural biodiversity of territories. Therefore, assessing the human impact on certain components of ecosystems in order to eliminate or prevent negative consequences is an extremely urgent task today.

Soil is a very important and dynamic component of ecosystems, the specificity of which is explained by the fact that it performs both ecosystem, economic and social functions. Ecosystem functions are related to ensuring life on Earth, maintaining biodiversity, and regulating hazardous natural processes [3]. Irregular use of soils leads to a decrease in their ability to perform these functions. Therefore, every type of human activity directly or indirectly related to soil should be based on a balance between economic/social benefits and feasibility in terms of environmental impact.

The peculiarity of soil as a natural body is also related to the fact that the spatial combination of different soil types forms the soil cover, which cannot be considered only as the sum of its individual components. Changes in soil areas in accordance with changes in the nature of vegetation, soil-forming rocks, meso- and microclimate, and relief create a certain spatial pattern, forming the structure of soil cover or pedodiversity.

The concept of pedodiversity emerged in soil science in the second half of the twentieth century. In Ukraine, the equivalent of soil diversity is the doctrine of soil cover structure. Pedodiversity refers to the variability of soil properties according to a certain classification level. The most accurate assessment of pedodiversity can be obtained by studying soils at the lowest taxonomic level. However, for the purpose of typing/zoning large areas or systematizing land cover data, pedodiversity is also characterized at a smaller scale.

Soil variability in space can have different manifestations – from changes in soil formation factors and, accordingly, soil genesis (genetic diversity), to changes in classification units in space (classification diversity), fluctuations in individual properties (parametric diversity), and peculiarities of soil use (functional diversity).

Pedodiversity, like biodiversity, is under threat from anthropogenic environmental impact. Human impact on soil diversity can be direct and indirect. In particular, examples of direct impacts include changes in the nature of soil use, such as urbanization processes, destruction of natural vegetation and formation of agricultural land, mining, etc. Indirect anthropogenic impacts include global climate change, intensification of degradation processes (water and wind erosion, desertification), which are in one way or another provoked by human activity. Changes are recorded based on the analysis of indicators of the geometric structure of soil areas, classification diversity of soils within a certain territory, indicators, contrast (classification distance), heterogeneity, Shannon's entropy, etc.

Studies of anthropogenic transformations of soil cover conducted in different countries clearly state its significant degradation, which is manifested in the loss of diversity. In particular, certain classification groups of soils receive the status of rare, endangered, or extinct in a certain area (similar gradations have been developed for US soils).

Studies of soil cover changes in agro-landscapes conducted in Ukraine show an increase in its contrast and heterogeneity, but this cannot be considered evidence of improved soil diversity conditions and a positive phenomenon in terms of the quality of ecosystem functions. Although the number of soil areas within agricultural landscapes is increasing, their geometric shape is becoming more complex, but this is mainly due to the emergence/increase in the number of eroded soil areas. In this case, we can talk about an increase in the level of classification and parametric diversity of the soil cover. At the same time, the quality of ecosystem functions of the soil cover deteriorates.

In general, it can be argued that the analysis of indicators of pedodiversity and their temporal dynamics is controversial and requires further study. The key to obtaining reliable data on pedodiversity and its dynamics should be the establishment of monitoring

not only of individual soil individuals, but also of spatial parameters of soil cover and indicators of its structure. To ensure the effectiveness of such monitoring, it is necessary to solve methodological problems first of all - to outline the system of indicators and the frequency of information collection, to determine the observation network. It is advisable to conduct research both to study microheterogeneity and meso- and macroheterogeneity of soil cover.

To determine the system of indicators, it is first necessary to establish which soil properties determine the contrast of the GP (large-scale soil maps can be used). Among these properties, it is advisable to choose those that are the most variable. For example, the genetic affiliation of a soil to a certain type remains unchanged over the years, while the humus content or the thickness of the soil profile/humus layer can change quite rapidly. It is advisable to include in the system of indicators those that allow detecting changes in the position of the soil at the lowest levels of its classification, taking into account the peculiarities of local soil formation conditions (development of erosion processes, salinization, glazing, etc.). For the Western Forest-Steppe, such indicators can include humus content, particle size distribution, and the degree of soil leaching (recorded through the thickness of the soil profile and humus content).

An important issue when organizing monitoring of the state of the soil cover based on the analysis of its structure is the frequency of collecting/updating information on soil properties. Since monitoring of the mesostructure of the soil cover is based on the analysis of the dynamics of soil properties, data collection can be synchronized with standard soil monitoring (most indicators are updated once every 5 years).

As for the observation network, we can use the experience of the UK and Germany, where the collection of information on the structure of the soil cover is established, and use an irregular method of locating observation points, with their greater concentration in the so-called hot-spot areas where degradation processes develop in soils due to anthropogenic loads [5].

The study of soil micro-heterogeneity is of considerable interest to large and medium-sized agricultural enterprises that implement precision agriculture. Many of these agricultural enterprises conduct soil analyzes and use the results for practical

purposes such as differentiated sowing or fertilization. At the same time, such data would be valuable for determining the degree of contrast and heterogeneity of the soil cover and, accordingly, for assessing the level of parametric diversity.

The materials of large-scale soil surveys of the last century can be used as a starting point for processing the information. Such cartographic materials, as well as the results of the following years' adjustments, should be used to study the dynamics of contrast and heterogeneity indicators for the mesostructure of the soil cover. At the present stage, it is advisable to use remote sensing methods and GIS technologies for monitoring [7]. The creation of a database of soil properties and digital maps will allow for prompt updating of information and processing of significant volumes of information [1, 2]. The calculation of indicators characterizing the structure of the soil cover will be based on the analysis of cartographic material.

In conclusion, monitoring the state of the soil cover, estimating its heterogeneity and contrast is a significant contribution to the conservation of pedodiversity, and at the same time to the maintenance of biodiversity and sustainable functioning of ecosystems.

References

1. Achasov A. B., Titenko G. V., Vlasov O. V., Kurilov V. I. Geographic Information Systems as the basis of modern soil mapping. *Man and environment. Issues of neoecology*. 2014. № 1-2. P. 9-14. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ltd_2014_1-2_3.
2. Bidolakh D.I., Hulko V.I. Geoinformation soil mapping as a means of effective planning of agronomic activities. *KHNAU Bulletin. Series: Economic sciences*. 2020. № 4. Vol. 1. P. 346-360. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_ekon_2020_4\(1\)_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_ekon_2020_4(1)_27).
3. Dmytruk Y.M. Soil biogeochemistry in the Anthropocene: necessity and possibility. *Agrochemistry and Soil Science. Collected papers*. No.87. 2018. NSC ISSAR. Kharkiv. P.46-51.
4. Ibán`ez J.J., De-Albs S., Bermúdez F.F., García-Álvarez A. Pedodiversity: concepts and measures. *Catena*. Vol. 24. Issue 3. 1995. P. 215–232. [https://doi.org/10.1016/0341-8162\(95\)00028-Q](https://doi.org/10.1016/0341-8162(95)00028-Q)

5. Medvedev V. V. Methodology of effective monitoring of a soil cover (on the basis of the analysis of 25-years European experience). *Soil Science*. 2016. Vol. 17. № 3-4. P. 5-14.

6. Mikhailova. E. A., Zurqani H. A., Post C. J., Schlautman M. A., Post G. C. Soil Diversity (Pedodiversity) and Ecosystem Services. *Land*. Vol. 10. 2021, 288 p. <https://doi.org/10.3390/land10030288>.

7. Truskavetsky S. R., Byndych T. Yu., Viatkin K. V., Sherstiuk O. I., Koliada L.P. Progressive approach to traditional large-scale soil surveys. *Agrochemistry and Soil Science. Collected papers*. No. 86. ISSAR. Kharkiv. P.58-63. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimigrn_2017_86_9

БРЮФІТИ МАСИВУ СИРА ПОГОНЯ РІВНЕНСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА ЯК ІНДИКАТОРИ НЕГАТИВНИХ ЗМІН БОЛОТНИХ ЕКОСИСТЕМ

І. В. Рабик, к. б. н.

ORCID ID: [0000-0003-2128-7496](https://orcid.org/0000-0003-2128-7496),

Інститут екології Карпат НАН України

М. П. Юсковець,

ORCID ID: [0009-0008-9804-7224](https://orcid.org/0009-0008-9804-7224),

Рівненський природний заповідник

Мохоподібні, особливо сфагнові мохи, є важливим компонентом болотних екосистем [During, H.J., van Tooren, V.F, 1987]. Залежно від мікрокліматичних умов та особливостей взаємовпливу рослинних угруповань вони проявляють едифікаторно-ценотичні властивості [Rabyuk, et al., 2018]. Болота – відносно стійкі екосистеми, однак унаслідок антропогенного впливу в них відбувається порушення колообігу речовин, що опосередковано впливає на глобальні кліматичні зміни [Narenda et al., 2018]. Падіння рівня ґрунтових вод унаслідок меліоративних робіт спричиняє відмирання сфагнових мохів, пересихання торфу та втрату здатності до адсорбування вологи, що є рушієм процесів мінералізації [Zerbe et al., 2013]. Тому моніторинг стану болотних екосистем є важливим, оскільки органічна речовина,

накопичена в торфовищах, акумулює вуглець з атмосфери, утримує значні запаси води і сприяє регулюванню рівня ґрунтових вод [Charman, 2013].

Рівненський природний заповідник (РПЗ) розташований у північній частині Рівненської області на території Володимирецького і Сарненського адміністративних районів на чотирьох відокремлених масивах: Білоозерський, Сира Погоня, Переброди та Сомине. Торфово-болотний масив Сира Погоня знаходиться на південь від с. Грабунь і на північ від с. Більськ Сарненського району Рівненської області. Загальна площа масиву – 9 926 га, з них лісів – 5 059 (51%), боліт – 4 650,9 (46,9%) і водойм – 12,2 (0,1%) [Літопис природи..., 2022]. Сира Погоня розташована в межиріччі Случа, Горині та Уборті й значною мірою формує гідрологічний режим цієї території. Глибина торфового покладу становить 4 м. Торфово-болотний масив Сира Погоня включений до переліку Рамсарських водно-болотних угідь [Ukraine. Syra Pogonia Bog, 2016].

Метою роботи було визначення екологічних і біоморфологічних особливостей бріофлори торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ для оцінки її сучасного стану та прогнозування динамічних тенденцій.

Об'єктами досліджень були мохоподібні торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ. Бріологічний матеріал опрацювали в лабораторії Інституту екології Карпат НАН України (м. Львів) за допомогою мікроскопів Stemi-2000 і Primo Star (Carl Zeiss) загальноприйнятим морфологічним методом. Для встановлення життєвих форм та екологічних груп мохоподібних використовували критерії Д. Гляйм [Glime, 2020].

На території торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ виявлено 68 видів мохоподібних з 31 родини і 39 родів. Загалом для РПЗ станом на 2023 р. наводиться 156 мохів і печіночників з 91 роду та 49 родин [Літопис природи..., 2022], отже, видовий склад масиву Сира Погоня досить багатий і становить близько половини (44%) від бріофлори Заповідника. На першому місці за видовим розмаїття (15 видів, 22,2%) – родина Sphagnaseae, представники якої відіграють роль едифікаторів у болотних екосистемах. Види сфагнових мохів мають різні екологічні особливості: одні з них ростуть на купинах, які піднімаються до 50 см

над поверхнею болота, інші – у пониженнях між купинами, що формує відповідний мікрорельєф і комплексний характер розподілу угруповань. На купинах найпоширенішими є *S. divinum* Flatberg & Hassel, *S. medium* Limpr., *S. fuscum* (Schimp.) Klinggr., *S. rubellum* Wils., *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw., у пониженнях – *S. fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr. У затоплених місцях росте *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm., який у таких умовах утворює специфічну життєву форму – водну колонію. Купини на певному етапі розвитку починають пересихати на верхівках, особливо влітку за умови підвищеної інсоляції та температури, як наслідок – починаються первинні процеси мінералізації торфу. Створюються сприятливі умови для їх заселення *Polytrichum strictum* Menzies ex Brid., згодом – *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. На ділянках без вираженого мікрорельєфу також спостерігається пересихання сфагнових мохів, що спричинено зниженням рівня води внаслідок порушень гідрологічного режиму, що в подальшому призводить до мезо- та еутрофізації таких ділянок. На другому місці за кількістю видів розміщується родина Polytrichaceae (8 видів, 11,8%), представники якої домінують на оліготрофних (*Polytrichum strictum*) та мезотрофних (*P. commune* Hedw., *P. longisetum* Sw. ex Brid.) ділянках боліт і поширені в соснових і березово-соснових лісах (*P. formosum* Hedw., *P. juniperinum* Hedw., *P. piliferum* Hedw., *Atrichum tenellum* (Röhl.) Bruch & Schimp., *A. undulatum* (Hedw.) P. Beauv.). До родин Mniaceae і Dicranaceae належать по 5 видів (7,5%), це типові види наземного покриву соснових та березово-соснових лісів.

У соснових і березово-соснових лісах на ґрунті найпоширенішими видами є *Dicranum polysetum* Sw. ex Anon. і *D. scoparium* Hedw. Рідко на піщаному ґрунті трапляється *Vuxbaumia aphylla* Hedw., у вологих місцях – *Pohlia bulbifera* (Warnst.) Warnst. В основі листяних дерев ростуть *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske, *Ptilidium pulcherrimum* (Weber) Vain., вище на стовбурах – *Ulota crispa* (Hedw.) Brid., *Lewinskya speciosa* (Nees) F. Lara, Garilleti & Goffinet, на гнилому дереві – *Tetraphis pellucida* Hedw., *Dicranum flagellare* Hedw., *D. tauricum* Sapjegin.

Значну частку на досліджуваній території становлять види, які належать до моновидових родин (30,2%), що свідчить про наявність локалітетів з різними мікроумовами. Спостереження за змінами співвідношення таких видів є ефективним показником позитивних чи негативних тенденцій на торфво-болотному масиві.

Щодо трофності субстрату відзначено переважання мезотрофних видів – 33,8%, оліготрофи становлять 30,1%, також виявлено мезоевтрофні та евмезотрофні види (19,1% і 2,9% відповідно) й значний відсоток (5,9%) евтрофних видів, що свідчить про наявність ділянок з різним водно-температурним режимом. За вологістю місцевиростань переважають мезофіти (24 види, 35,3%), до гігрофітів та ксеромезофітів належать по 14 видів (20,6%), гігромезофіти представлені 10 видами (14,7%), гігрогідрофіти – 4 (5,9%), гідрофіти – 2 (2,9%). Проаналізовано біоморфологічну структуру бріофітів, встановлено, що найбільше видів утворюють життєву форму високої дернинки (39,7 %): окрім класичних високих дернинок, відзначено їх відміни: пучкувато-гілчасті (19,1%), пучкові (1,5%) та дернинки з повзучими галузками (3,5%). Низькі дернинки становлять 23,5% від усіх видів; плетива – 19,1% (пухкі – 11,8%, щільні – 7,3%); килимки – 10,3% (шерехаті – 4,4%; гладкі – 4,4; сланеві – 1,5%). Домінантними життєвими формами бріофітів є високі дернинки, які трапляються на вологих і перезволожених ділянках болотних і лісових екосистем.

Отже, на території торфво-болотного масиву Сира Погоня РПЗ за кількістю видів домінують родини перезволожених і вологих екотопів (*Sphagnaceae*, *Polytrichaceae*, *Mniaceae* і *Dicranaceae*), однак також відзначено 30,2% моновидових родин, що свідчить про значну диференційованість локальних мікроумов. Гетерогенність екобіоморфологічного спектру мохоподібних торфво-болотного масиву, зокрема значна представленість ксеромезофітних і мезоевтрофних видів із життєвими формами низьких дернинок свідчить про негативну тенденцію мезо- та евтрофізації окремих ділянок оліготрофного болота. Оцінка змін видового складу та еколого-біоморфологічна диференціація бріофлори масиву може слугувати хорошим індикатором стану болотних екосистем.

Бібліографічний список

1. Літопис природи Рівненського природного заповідника (2022). РПЗ: Сарни, Т. 24, 384 с.
2. Charman D.J., Beilman D.W., Blaauw M., Booth R.K., Brewer S. Chambers F.M., Christen J.A., Gallego-Sala A., Harrison S.P., Hughes P.D.M., Jackson S.T., Korhola A., Mauquoy D., Mitchell F.J.G., Prentice I.C., van der Linden M., De Vleeschouwer F. Yu, Alm J., Bauer I.E., Corish Y.M.C., Garneau M., Hohl V., Huang Y., Karofeld E., Le Roux G., Loisel J., Moschen R., Nichols, J.E., Nieminen T.M., MacDonald G.M., Phadtare N.R., Rausch N., Sillasoo P., Swindles G.T., Tuittila E.S., Ukonmaanaho L., Välranta M., van Bellen S., van Geel B., Vitt D.H., Zhao Y. (2013). Climate-related changes in peatland carbon accumulation during the last millennium, *Biogeosciences*, 10(2): 929–944.
3. During H.J.; van Tooren B.F. (1987). Recent developments in bryophyte population ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 2: 89–93.
4. Glime, J. Bryophyte biology. (2020). Michigan Technological University [Online]; <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/> (accessed March 27, 2024).
5. Harenda K.M., Lamentowicz M., Mateusz M., Samson M., Chojnicki B.H. (2018). The role of peatlands and their carbon storage function in the context of climate change. *GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences*, in book: *Interdisciplinary approaches for sustainable development goals*: 169-187. doi: [10.1007/978-3-319-71788-3_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71788-3_12)
6. Rabyk I.V., Lobachevska O.V., Kyyak N.Y., Shcherbachenko O.I. (2018). Bryophytes on the devastated territories of sulphur deposits and their role in restoration of dump substrate. *Biosystems Diversity*, 26(4): 339-353. doi: [10.15421/011850](https://doi.org/10.15421/011850)
7. Ukraine. Syra Pogonia Bog [Online]; Ramsar Sites Information Service. Created by RSIS V.1.7 on 13 December 2016. https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/UA2274RIS_1612_en.pdf (accessed Oct 28, 2022)
8. Zerbe S., Steffenhagen P., Parakenings K., Timmermann T., Frick A., Gelbrecht J., Zak D. (2013). Ecosystem service restoration after 10 Years of rewetting peatlands in NE Germany. *Environmental Management*, 51(6): 1194–1209. doi: [10.1007/s00267-013-0048-2](https://doi.org/10.1007/s00267-013-0048-2)

МОХОПОДІБНІ ЯК ІНДИКАТОРИ ЗМІН МІСЦЕВИРОСТАНЬ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ Й АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ

О. В. Лобачевська, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0001-7141-4153](https://orcid.org/0000-0001-7141-4153),

Л. І. Карпінець, к. б. н.,
ORCID ID: [0009-0003-0969-2402](https://orcid.org/0009-0003-0969-2402),
Інститут екології Карпат НАН України

Мохоподібні є індикаторами стану лісових екосистем не лише на основі перемін їх родової і видової приналежності, а й еколого-біоморфологічної структури та показників метаболічних процесів, які можуть свідчити про певні механізми пристосувань організму в нестабільних умовах навколишнього середовища. Моховий покрив бере визначальну участь у збільшенні вологості ґрунту в лісових екосистемах, оскільки швидкість випаровування її у мохоподібних нижча, ніж у трав, і вони здатні утримувати велику кількість води протягом вологих періодів [Thielen et al., 2021]. В основному під час процесу випаровування значна кількість вологи транспортується від мохоподібних до поверхні ґрунту. Крім того, мохи з високим вмістом води можуть суттєво зменшувати її випаровування з поверхні ґрунту, оскільки вони часто утримують воду впродовж тривалого часу.

Мохоподібні залежно від типу життєвих форм, морфологічної структури пагонів створюють своєрідні умови власного мікросередовища, що впливає на продуктивність мохових синузій і сприяє покращенню водного режиму верхнього шару ґрунту, що надалі спричиняє зміни його біологічної активності в лісових екосистемах. Форма мохової дернини значно впливає на вміст вологи у ній під час взаємодії з вітром та сприяє ефективнішому вловлюванню водяних крапель і розподілу їх по сусідніх пагонах [Thielen et al., 2021]. Навіть за незначного напруження водного режиму мохів, спричиненого дефіцитом вологи, порушується нормальний перебіг метаболічних процесів, у результаті чого знижується їх продуктивність.

Метою дослідження було встановити пристосувальні особливості морфологічної структури дернинок домінантних епігейних видів мохів та виявити

відмінності їхнього водного обміну і первинної продуктивності залежно від екологічних умов місцевиростань в лісових екосистемах в умовах повного заповідання і різного ступеня антропогенного навантаження.

Об'єктами досліджень були епігейні види бріофітів з дослідних ділянок, що відрізнялися за водним і температурним режимами та інтенсивністю освітлення: Природного заповідника “Розточчя” – зона повного заповідання старовікових букових лісів, території вирубки 40-річного віку Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату та зони стаціонарної рекреації Яворівського Національного природного парку.

З кожного місцевиростання у п'яти випадково відібраних дернинах моху розміром 3x3 см визначали кількість чоловічих, жіночих і стерильних рослин. Показники коефіцієнтів водоутримання (в %) визначали ваговими і розрахунковими методами [Польчина, 1991]. Біомасу бріофітного покриву у зразках однакової площі встановлювали за методикою Б. Ван Торена із співавторами [van Tooren et al., 1990]. Концентрацію фотосинтетичних пігментів вимірювали за методом Г. Хольма та Д. Ветштейна [Мусієнко та ін., 2001]. Для визначення хлорофільного індексу (ХІ) використано показники вмісту хлорофілів *a* і *b* та дані фітомаси усіх компонентів мохових угруповань [Тарчевський, Андріанова, 1980]. Для статистичного опрацювання отриманих результатів використовували програми “Excel” і “Statistica”.

Встановлено, що в дернинках *Plagiomnium* залежно від екологічних умов, насамперед від вологості та інтенсивності освітлення, змінюється як висота окремих пагонів у дернині, частота і розміри листків, так і її щільність (за біомасою). Визначено істотне збільшення довжини стерильних повзучих пагонів на антропогенно порушених ділянках у *P. cuspidatum* (1,8–2 рази) та *P. ellipticum* (1,4–1,5 рази), порівняно з старовіковою ділянкою, тоді як довжина ортотропних фертильних пагонів достовірно зростала (в 1,4–1,5 разу) лише у *P. cuspidatum*. Для обох видів мохів відзначено незначне підвищення показників частоти і розмірів листків та біомаси дернин як прояв пристосування до високих рівнів сонячного опромінення і зниження вологості місцевиростань.

Виявлено, що мохи проявляють здатність пристосовуватися до мінливих мікрокліматичних умов навколишнього середовища завдяки різному співвідношенню фертильних і стерильних пагонів, змінюючи висоту, форму та щільність дернинок залежно насамперед від водного режиму, температури та інтенсивності освітлення. Результати аналізу статевої структури мохових дернин свідчать, що на території старовікових лісів у пухких низьких дернинках двостатевого моху *P. cuspidatum* переважають (до 70–77%) фертильні пагони, тоді як на ділянках, що зазнали вирубки та рекреаційних навантажень, кількість фертильних пагонів істотно зменшувалася, а за значного дефіциту вологи у ґрунті стерильних пагонів ставало значно більше (до 91%). Найбільшу кількість жіночих рослин і дернинок зі спорогонами встановлено на території старовікової бучини. Очевидно, в затінених вологих умовах старовікових лісів неоднакова висота фертильних та стерильних пагонів *Plagiomnium* збільшувала шорсткість її поверхні, що могло істотно впливати на регуляцію вмісту вологи й активність фотосинтезу внаслідок підвищення інтенсивності випаровування через стимулювання турбулентності повітряного потоку та проникнення вітру всередину дернинок мохів

Отже, зміни морфології пагонів і щільності структури мохових дернинок у вертикальній площині відігравали подвійну роль – регулювали турбулентність повітряного потоку та посилювали перехоплення світла у вологих умовах. Коли верхівки пагонів всихали, зменшувалася швидкість втрати води з нижніх пагонів, які ставали більше фотосинтетично активними. Вважають, що такі життєві форми можуть бути ефективнішими для надходження поживних речовин із середовища, сприяння дифузії CO₂ до хлоропластів, а також спроможності конкурувати за простір з іншими рослинними організмами [Bates, 1998]. У разі дефіциту вологи утворювалися дернинки з відносно гладкою поверхнею внаслідок переважання стерильних пагонів, що обмежувало турбулентний потік повітря і значне проникнення вітру в їхню середину.

Серед проаналізованих мохів найбільші коефіцієнти водоутримання визначені для *Plagiomnium ellipticum* (95,2±7,5%) і *Polytrichum formosum* (78,7±8,1%)

з території рекреації, *Plagiomnium cuspidatum* ($77,7 \pm 9,2\%$) і *Polytrichum formosum* ($70,5 \pm 6,3\%$) з території соснових насаджень та для *Atrichum undulatum* ($66,1 \pm 10,5\%$) та *Polytrichum formosum* ($60,4 \pm 5,3\%$) з території старовікових букових лісів.

Визначено, що фотосинтетична продуктивність мохового покриву за показником потенційної здатності до зв'язування атмосферного вуглецю – хлорофільного індексу (ХІ) змінюється залежно від видового складу мохових синузій, показників їх фітомаси та вмісту хлорофілів у різних мікрокліматичних умовах місцевиростань. Найбільші показники фітомаси, вмісту хлорофілів і відповідно хлорофільного індексу визначено для домінантних видів Polytrichaceae (*Atrichum undulatum*, *Polytrichum formosum*, *P. commune*, *P. juniperinum*). У Верещицькому лісництві фітомаса цих видів залежно від мікроумов місцевиростань досягала $337,55\text{--}2058,45$ г/м², показники вмісту хлорофілів $a+b$ змінювалися в межах $3,18\text{--}4,61$ мг/г маси сухої речовини, ХІ становив $1,27\text{--}7,87$ г/м². Дещо менші показники фітомаси ($584,86\text{--}784,57$ г/м²) визначено для субдомінантних синузоутворюючих видів *Plagiomnium*, які формують пухкі дернини з повзучими галузками (*P. ellipticum*, *P. rostratum*, *P. affine*, *P. medium*, *P. cuspidatum*): у Верещицькому лісництві, показники вмісту хлорофілів $a+b$ змінювалися в межах $3,18\text{--}3,73$ мг/г маси сухої речовини, ХІ становив $1,86\text{--}2,93$ г/м².

У зріджених деревостанах на території вирубки буково-дубового лісу і насаджень сосни звичайної збільшується площа живлення дерев, що у свою чергу підвищує інтенсивність фотосинтезу рослинного покриву, пришвидшує розпад і мінералізацію лісової підстилки, сприяє збагаченню ґрунту. На цій території нами виявлено у вологих місцевиростаннях *Polytrichum commune*, для бріосинузії якого визначено найбільші показники фітомаси $3203,01$ г/м² та ХІ – $5,29$ г/м², тоді як у сухих місцевиростаннях *P. juniperinum* утворював меншу ($2620,20$ г/м²) фітомасу, проте мав дещо більші показники ХІ – $7,78$ г/м². Для значно поширенішого *P. formosum* встановлено значно менші показники як фітомаси ($1226,89$ г/м²), так і фотосинтетичної продуктивності ($3,26$ г/м²). У домінантних видів лісових мохів на території стаціонарної рекреації навіть у вологих місцевиростаннях фітомаса

Plagiomnium ellipticum була удвічі меншою, ніж на території вирубки та 2,5 раза – на ділянці старовікового лісу.

Отже, мохи пристосовувалися до мінливих мікрокліматичних умов лісових екосистем завдяки морфологічним адаптивним механізмам водоутримання в зовнішньому капілярному просторі: зміні висоти, форми та щільності дернинок, морфології пагонів, різному співвідношенню фертильних і стерильних рослин та їх фізіологічних функціональних ознак.

Показники первинної продуктивності свідчать, що здатність бріофітного покриву до зв'язування атмосферного вуглецю має індикаційне значення для оцінки стану і функціональних особливостей лісових екосистем та залежить від видового складу бріосинузій, показників їх фітомаси, вмісту хлорофілів у різних умовах локалітетів.

Бібліографічний список

1. Мусієнко М.М., Паршикова Т.В., Славний П.С. (2001). Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ: Фітосоціоцентр, 200 с.
2. Польшина С.М. (1991). Методичні рекомендації до лабораторних і практичних робіт з ґрунтознавства. Чернівці : Chernivtsi : ЧДУ, 60 с.
3. Тарчевський І.А., Андріанова Ю.Є. (1980). Вміст пігментів як показник потужності розвитку фотосинтетичного апарату у пшениці. *Фізіологія рослин*, 27 (2): 341–347.
4. Bates J.W. (1998). Is 'life-form' a useful concept in bryophyte ecology? *Oikos*, 82, 223–237. <https://doi.org/10.2307/3546962>
5. Thielen S.M., Gall C., Ebner M., Nebel M., Scholten T. & Seitz S. (2021). Water's path from moss to soil: A multi-methodological study on water absorption and evaporation of soil-moss combinations. *Journal of Hydrology and Hydromechanics* 69(4): 421–435. <https://doi.org/10.2478/johh-2021-0021>
6. Van Tooren B.F., Ode B., During H.J. & Bobbink R. (1990). Regeneration of species richness in the bryophyte layer of Dutch chalk grasslands. *Lindbergia* 16: 153–160.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОБОВИХ ЗМІН КОНЦЕНТРАЦІЇ ЧАСТИНОК ПИЛУ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ

Я. С. Адаменко, аспірант

ORCID ID: [0009-0008-1678-0036](https://orcid.org/0009-0008-1678-0036)

Л. М. Архипова, д. т. н., професор

ORCID ID: [0000-0002-8725-6943](https://orcid.org/0000-0002-8725-6943)

Я. О. Адаменко, д. т. н., професор

ORCID ID: [0000-0001-5665-7958](https://orcid.org/0000-0001-5665-7958)

Івано-Франківській національній технічній університет нафти і газу

Частки пилу в атмосферному повітрі є важливими для їх вивчення з екологічної точки зору. PM10 належить до частинок в атмосферному повітрі, діаметр яких менший або дорівнює 10 мікрометрам (мкм). PM2.5 (частки менше за 2,5 мкм), є більш небезпечними для здоров'я людей в надмірних концентраціях, оскільки проникають ще глибше в легені та мають більший вплив на захворюваність. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) та Європейський Союз (ЄС) встановлюють щоденний ліміт концентрації часток пилу – 50 мкг/м³ (за умови не більше ніж 35 перевищень на рік), річний середній: – 20 мкг/м³ [1].

Дослідження змін у часі концентрації частинок пилу в атмосферному повітрі проводили на основі даних станцій громадського моніторингу Ecoscity, які фіксують показники щогодини [2].

Середні годинні значення концентрації частинок пилу PM2,5 отримано із загальної кількості 7344 значення за 2019 рік зі станції громадського моніторингу в центральній частині міста Івано-Франківська (рис. 1). Статистичний розподіл середніх годинних значень (кожне значення отримано як середнє арифметичне з – понад 600 показників цієї години протягом року) доводить, що концентрація PM2.5 має тенденцію до зниження протягом ранкових і денних годин, обсягаючи мінімуму близько 16-17 години, а потім починає швидко зростати ввечері та досягає максимальних значень близько опівночі (23-24 години). Мінімальне та максимальні значення в межах урбанізованої території (станція розташована в центрі м. Івано-Франківська) коливаються від 6,5 до 15 мкг/м³, що знаходиться в допустимих межах якості повітря.



Рис. 1. Добові зміни концентрації частинок пилу $PM_{2.5}$ в м. Івано-Франківську

Надалі спробуємо порівняти отримані середні годинні значення для $PM_{2.5}$ та PM_{10} (рис. 2). Очікувана гіпотеза подібного розподілу підтвердилась, чого і слід було очікувати, оскільки PM_{10} включає $PM_{2.5}$.



Рис. 2. Порівняння добових змін концентрацій частинок пилу $PM_{2.5}$ та PM_{10} в м. Івано-Франківську

Particulate matter (PM) – це мікроскопічні тверді частинки. Фактично – це все в повітрі, що не є газом, і складається з величезного розмаїття хімічних сполук та матеріалів, деякі з яких можуть бути токсичними [3].

PM10 має також тенденцію до зниження протягом ранкових і денних годин, обсягаючи мінімуму о 17 годині, а потім швидко зростає в часі та обсягає максимальних значень о 24 годині. Мінімальне та максимальні значення в межах м. Івано-Франківська коливаються від 12,5 до 27 мкг/м³, що знаходиться в межах задовільної якості повітря.

Висновки. Отже, в результаті проведених досліджень доведено, що добовий розподіл концентрацій пилу в часі обидвох показників PM2.5 та PM10 має схожі тренди і закономірності, де концентрація зменшується вдень о 17 годині та зростає вночі, обсягаючи максимуму о 24 годині. Для м. Івано-Франківська абсолютні значення концентрацій не перевищують встановлених норм доброї та задовільної якості повітря за Індексом якості повітря [4].

Ці спостереження вказують на те, що джерела і процеси, які впливають на денні концентрації PM2.5 та PM10, є подібними або взаємопов'язаними. Ймовірно, часові зміни концентрацій підпорядковуються добовим змінам метеорологічних параметрів. Це є предметом наших подальших досліджень.

Бібліографічний список

1. Directive 2008/50/EC «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_950#Text
2. Карта пунктів моніторингу якості повітря. URL: <https://eco-city.org.ua/>
3. Що таке PM2.5 та PM10. URL: <https://meteopost.com/info/PM/>
4. AQI – індекс якості повітря. URL: <https://cleanairlove.com/vse-shcho-potribno-znati-pro-indeks-yakosti-povitrya-aqi/>

GLOBALNE ZMIANY KLIMATU A EFEKTYWNOŚĆ WYKORZYSTANIA POTENCJAŁU BIOKLIMATYCZNEGO W AGROCENOZACH

Dr hab. Andrzej Samborski, prof.

ORCID ID: [0000-0001-7437-1267](https://orcid.org/0000-0001-7437-1267)

Akademia Zamojska, Polska

Prof. dr hab. Ivan Shuvar

ORCID ID: [0000-0002-4149-1761](https://orcid.org/0000-0002-4149-1761)

Lwowski Narodowy Uniwersytet Ekologiczny, Ukraina

Prof. dr hab. Antin Shuvar

ORCID ID: [0000-0002-6016-0896](https://orcid.org/0000-0002-6016-0896)

Zachodnio-Ukraiński Uniwersytet Narodowy, Ukraina

Wstęp. Przyczyną obserwowanych na Ziemi zmian klimatu są rozprzestrzeniające się, emitowane przez przemysł i gospodarkę komunalną zanieczyszczenia. W górnej warstwie atmosfery w stratosferze powodują one powstawanie tzw. dziury ozonowej, a w troposferze są przyczyną pogłębiającego się efektu cieplarnianego [Mannion 2001].

Od wieków wiadomo, że powietrze jest jednym z czynników przenoszących zanieczyszczenia i choroby. O roli czynników środowiskowych, w tym atmosferycznych pisał już Hipokrates w dziele „O powietrzu, wodach i okolicach” [Łuczkiwicz 1890].

Współcześnie atmosfera jest nie tylko środkiem transportu czynników szkodliwych dla człowieka, ale także źródłem samych zanieczyszczeń. Zanieczyszczone substancjami pyłowymi i gazowymi powietrze powoduje schorzenia alergiczne i zatrucia, których stopień szkodliwości zależy od stężenia czynników chorobotwórczych zawartych w tym powietrzu. Zanieczyszczenia wpływają negatywnie na człowieka i środowisko. Dla roślin szczególnie szkodliwe są tlenki siarki, siarkowodór, związki fluoru, tlenki azotu, chlor, pyły, sadze, substancje smołowe i inne. Jedne z tych gazów niszczą komórki, inne substancje zatykają aparaty szparkowe i ograniczają fotosyntezę. Substancje gazowe wnikają przez uszkodzone warstwy komórek do wnętrza roślin wywołując reakcje prowadzące do zanikania chlorofilu, brązowienia i opadania liści. Wszystkie zanieczyszczenia atmosfery w mniejszym lub większym stopniu docierają i zanieczyszczają glebę powodując jej degradację [Misztal 1999]. Osłabione rośliny są bardziej podatne na infekcje, których nasilenie uzależnione jest w wielu przypadkach od

warunków atmosferycznych, w tym temperatury powietrza i opadów atmosferycznych [Samborski 2003; Shuvar i in. 2023].

Aktualnie obserwowane zmiany klimatu, polegają m.in. na obserwowanym stałym wzroście temperatury powietrza i zmianie charakteru opadów atmosferycznych. Elementy te mają istotny wpływ na koncentrację zanieczyszczeń w atmosferze. Opady atmosferyczne wymywają zanieczyszczenia z powietrza, a powietrze suche w podwyższonej temperaturze przy odpowiednio silnym wietrze powoduje rozprzestrzenianie zanieczyszczeń na dużych obszarach.

Na Zamojszczyźnie występują bardzo dobre warunki uprawy roślin, o czym świadczy wysoki wskaźnik jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej wynoszący 98,3 pkt [Witek i in. 1994]. W ostatnich latach obserwujemy na tym terenie niepokojący fakt wzrostu, nie tylko w okresie wegetacji, temperatury powietrza i zmiany charakteru opadów atmosferycznych. Procesy te prowadzą do powolnego pogłębiania się procesu posuchy i stepowienia tego obszaru.

Wiadomo, że w warunkach polowych tempo wzrostu i rozwoju roślin zależy zarówno od temperatury powietrza, która może przyspieszać proces rozwoju roślin [Galant 1988], jak i od opadów atmosferycznych, których korzystny rozkład i wielkość wpływa na kondycję, wzrost, rozwój oraz wielkość i jakość uzyskiwanych plonów [Kołodziej, Galant 1987]. U zbóż okresem krytycznym jest faza intensywnego wzrostu poprzedzająca bezpośrednio kłoszenie się. Okres ten obejmuje trzy dekady przed ukazaniem się kłosów i czwartą dekadę, w której się one pojawiają, natomiast deszcze po kwitnieniu mają mały wpływ na plony [Demolon 1965].

Metodyka:

Na podstawie danych pochodzących ze stacji meteorologicznych w Zamościu obliczono średnie wartości temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych w kolejnych miesiącach okresu wegetacyjnego w latach 1976-2020.

Na wstępie zebrane materiały obserwacyjne poddano weryfikacji w celu uzyskania jednorodnego materiału, a następnie korzystając z arkusza kalkulacyjnego Excel i programu PQ Stat v.1.8.6 wyznaczono kierunek spodziewanych zmian wartości

temperatury powietrza i sum opadów atmosferycznych przedstawiając równania trendu wg wzoru $Y = ax + b$, gdzie:

Y – prognozowana temperatura lub suma opadów,

ax – kolejny rok obserwacji,

b – wyraz wolny.

W dalszej części pracy przedstawiono przebieg temperatury powietrza w latach, kiedy średnia temperatura w okresie wegetacji (kwiecień-październik) była najwyższa i najniższa na tle wartości średnich z analizowanych lat 1976-2020.

Podobnie przedstawiono wartości sum opadów atmosferycznych i na tle wartości średnich rozkład opadów atmosferycznych w dwóch sezonach wegetacyjnych: o największej i najmniejszej sumie opadów.

Wyniki badań:

Przeprowadzona analiza zebranych wyników obserwacji meteorologicznych wykazała stałą tendencję wzrostową temperatury powietrza w okresach wegetacyjnych w kolejnych latach. Średnia wartość temperatury powietrza w okresie od kwietnia do października zmieniała się od $11,7^{\circ}\text{C}$ w 1978 r. do $16,9^{\circ}\text{C}$ w 2006 r.

Równanie trendu opisujące zmiany wartości temperatury na przestrzeni lat 1976-2020:

$Y = 0,829x + 12,22$, gdzie:

Y – temperatura powietrza w okresie wegetacji,

x – kolejny rok obserwacji,

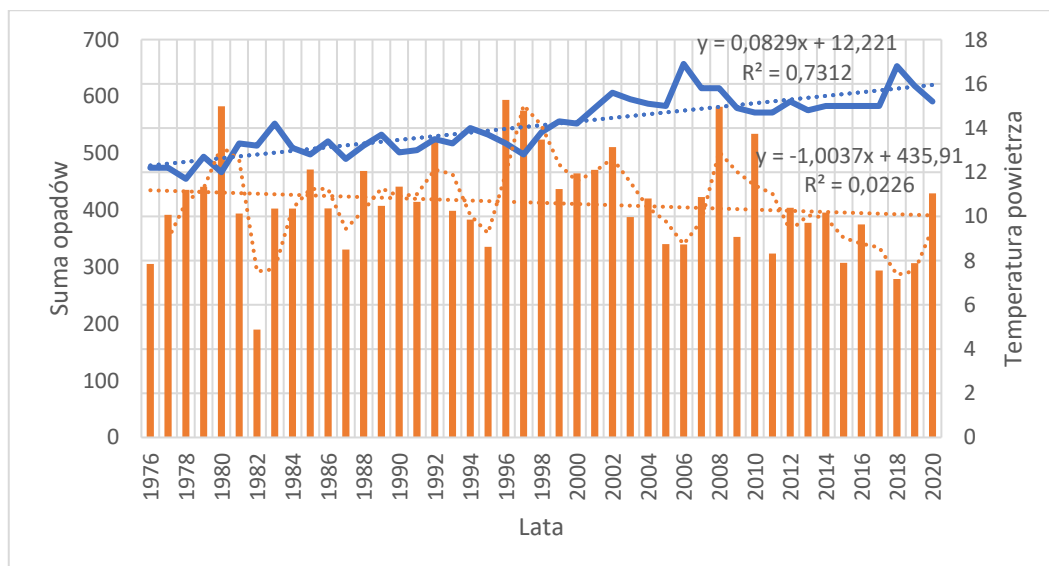
wskazuje, że każdego roku z bardzo dużym prawdopodobieństwem (współczynnik determinacji równania regresji $R^2 = 0,731$) należy oczekiwać wzrostu średniej wartości temperatury w okresie wegetacji o około $0,08^{\circ}\text{C}$.

Odmienne prezentuje się przebieg opadów atmosferycznych w sezonach wegetacyjnych w latach 1976-2020. Współczynnik determinacji równania regresji: $Y = -1,004x + 435,91$, gdzie

Y – suma opadów atmosferycznych w okresie wegetacji

x – kolejny rok obserwacji,

wynosi $R^2 = 0,0023$ i statystycznie jest nieistotny (rys. 1).

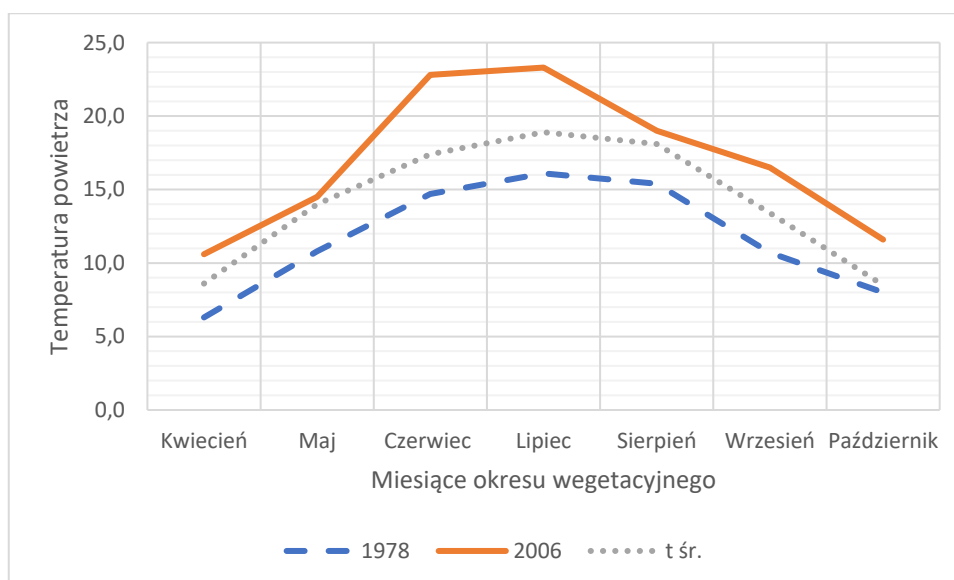


Rys. 1. Przebieg temperatury powietrza i rozkład sumy opadów w okresie wegetacji w latach 1976-2020

O ile w przypadku przebiegu temperatury widzimy wyraźny trend rosnący tego elementu meteorologicznego, o tyle w opadach daje się zauważyć pewną cykliczność, co trzy – cztery lata suma opadów maleje, a później wzrasta, przy czym generalnie mimo, że statystycznie nieistotny jest to ciąg wskazujący na coraz mniejszą wartość sumy opadów (rys. 1).

W badanym okresie 1976-2020 najchłodniejszym sezonem wegetacyjnym był okres w 1978 r., a najcieplejszym w 2006 r.

Przebieg temperatury powietrza w tych latach prezentuje rys. 2. Praktycznie w 1978 r. w każdym miesiącu temperatura powietrza w okresie wegetacji była o co najmniej 3,0°C niższa od temperatury w 2006 r. W czerwcu różnica ta była największa i wynosiła 8,1°C.

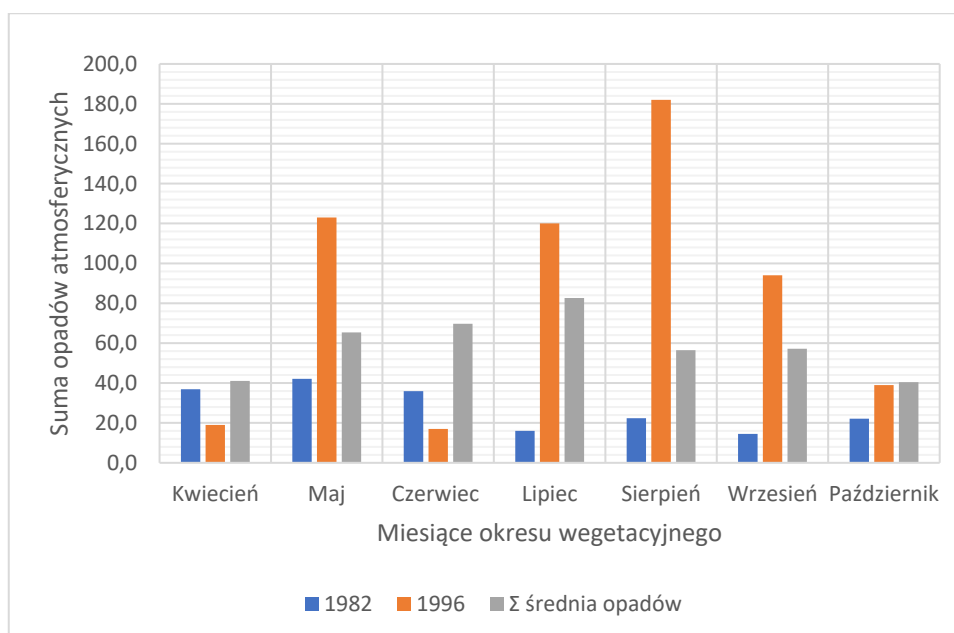


Rys. 2. Przebieg temperatury powietrza w najcieplejszym i najchłodniejszym okresie wegetacyjnym w latach 1976-2020 na tle wartości średnich

Szczególnie duży wzrost temperatury w 2006 roku na tle najchłodniejszego okresu wegetacyjnego i średnich wieloletnich wartości temperatury wystąpił w dwóch miesiącach w czerwcu i w lipcu.

Również bardzo duże różnice wystąpiły pomiędzy wartościami sum opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach okresów o największej 1996 r. i najmniejszej 1982 r. sumie opadów.

W okresie wegetacyjnym w 1996 r. notowano 594,0 mm opadów, a w 1982 r. tylko 189,9 mm. Mimo, że 1982 r. był stosunkowo suchy, to rozkład opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym w tym roku był o wiele korzystniejszy, aniżeli w roku o największych sumach opadów, czyli w 1996. W 1982 r. wiosną i na początku lata (kwiecień i czerwiec) sumy opadów były wyższe niż w 1996 r. Natomiast zbyt duże sumy opadów w lipcu, czy w sierpniu w 1996 r. znacznie utrudniały zbiory roślin zbożowych, zaś bardzo wilgotne, z dużą sumą opadów, miesiące wrzesień i październik w tym roku nie sprzyjały zbiorom roślin okopowych i siewom ozimin.



Rys. 3. Rozkład opadów atmosferycznych w najsuchszym i najwilgotniejszym okresie wegetacyjnym w latach 1976-2020 na tle wartości średnich

Podsumowanie:

Przedstawione w pracy wyniki badań wskazują, że na przestrzeni ostatnich 45 lat nastąpiły wyraźne zmiany w wartościach temperatury powietrza i w rozkładzie opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym.

Zarysowująca się tendencja spadku sumy opadów w okresie wegetacyjnym prowadzi do bardzo niekorzystnych procesów w środowisku naturalnym, których efektem jest obserwowany już od kilku lat proces postępującej posuchy. Zjawisko to potęguje wzrost temperatury powietrza, który sprzyja parowaniu już i tak ograniczonych zasobów wody w glebie.

Literatura:

Demolon A., 1965. Wzrost i rozwój roślin uprawnych. PWRiL Warszawa, 114.

Galant H., 1998. Pojawy fenologiczne roślin uprawnych w obserwatorium agrometeorologicznym w Felinie w latach 1963-1995. [w:] *Problemy współczesnej klimatologii i agrometeorologii regionu lubelskiego*. Wyd. UMCS, 51-55.

Kołodziej J., Galant H., 1987. Charakterystyka średnich sum i częstości opadów atmosferycznych w kolejnych pentadach roku na obszarze Polski (1951-1975). *Folia Societ. Scien. Lublinensis*, vol. 29, 9-38.

Łuczkiwicz H., 1890. Dwie księgi Hipokratesa. O powietrzu, wodach i okolicach. Warszawa, Nakład Gebethnera i Wolfa, s. 7-52.

Mannion A.M., 2001. Zmiany środowiska po 1700 r. spowodowane rozwojem przemysłu. [w:] Zmiany środowiska Ziemi. Historia środowiska przyrodniczego i kulturowego. PWN Warszawa, 195-244.

Misztal M., 1999. Podstawowe problemy ochrony środowiska z elementami ekologii. Wydawnictwo AR w Lublinie, ss.120.

Samborski A., 2003. Agrometeorologiczne uwarunkowania pojawiania się chorób grzybowych na częściach nadziemnych pszenicy ozimej na Zamojszczyźnie w latach 1976-1995.

Witek T., Górski T., Kern H., 1994. Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski według gmin. Suplement. IUNG Puławy.

Shuvar I. A., Korpita H. M., Halyna Lipińska, Tereza Vylupek, Andrzej Samborski, 2023. Globalne zmiany klimatyczne a produktywność rolnictwa na Ukrainie i w Polsce. Innowacyjne technologie w produkcji roślinnej: kl. materiały z VI Ogólnoukraińskiej Naukowej Konferencji Internetowej (28.04.2023). Kamieniec Podolski: Wydawnictwo ZVO „PSU”, s. 195-197.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ РУСЛОВИХ ПРОЦЕСІВ РУСЛА РІЧКИ СТРИЙ НА ПІДВИЩЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ ЗСУВІВ

**І. Р. Гнатів, доктор філософії,
ORCID ID: [0000-0002-2987-1673](https://orcid.org/0000-0002-2987-1673)**

**С. П. Мельничук, старший викладач,
ORCID ID: [0009-0004-7824-6526](https://orcid.org/0009-0004-7824-6526)**

Національний лісотехнічний університет України

Річка Стрий є найбільшою правою притокою Дністра у верхній течії, довжиною понад 230 км та площею басейну близько 3055 км². Річка протікає широкою долиною в досить нестійкому, гравійному руслі, а береги русла – здебільшого круті, часто скелясті, у верхній течії висотою до 40 м. Річка має велику мінливість рівневого режиму [1].

На річках можуть виникати безліч проблем під час проектування, будівництва, експлуатації споруд, які залежать від місцевих природних умов та особливостей конструкцій і видів споруд. Завжди маємо чотири основних питання, на яким потрібно обов'язково приділити велику увагу, а саме вибір оптимальних місць розміщення споруди, основні вимоги до їх конструкції, заходи захисту та стан екологічної безпеки. Для активних споруд, тобто здатних суттєво впливати на розвиток деформацій річкових русел і заплав (греблі, мостові переходи, дамби обвалування та ін), термін тривалості їхньої роботи можна обчислювати століттями. Для таких споруд потрібно оцінити тенденції розвитку деформацій русел і заплав не лише для ділянок річок великої протяжності, а й для мережі приток, що знаходяться в межах впливу цих споруд. У цьому разі прогноз ґрунтується на оцінці змін факторів руслоформування і вже на основі цього оцінюють, як змінені фактори руслоформування вплинуть на руслової процес та його зміни.

Наявність на русловій території піщано-гравійних сумішей спонукає до їх видобутку, який часто є несанкціонованим, що спричиняє деформаційні процеси русла річки та її берегів. Легкі за механічним складом ґрунти розмиваються, особливо під час паводків. Це зумовлює розвиток ерозійних процесів у руслах і прилеглих територій [2; 3].

У наших дослідженнях проведено аналіз розподілу інтенсивності та показників розвитку деформацій русла, а також оцінку ризиків у басейні річки Стрий. У грудні 2017 р. за значного зростання об'ємів річкового стоку течія річки проходила з руйнуванням нижнього схилу дамби, а також затоплювалися старі русла на ділянці с. Верчани. На рис. 1 показано зміну течії р. Стрий з 2002-2017 рр. біля м. Стрий та с. Верчани та розміщення зони пошкодженої в 2024 р. дамби, де спостерігаємо зміщення русла в сторону м. Стрий, але наявність дамби забезпечувала захист міста від підтоплення та повеней. Однак на ділянці мікрорайону об'їзної дороги були ознаки підмиву земляної дамби за повеней, тому нами було дано рекомендації щодо необхідності заходів для її відновлення. За період дослідження 2002-2017 рр. основне русло річки змістилось на 98 м у бік

м. Стрий, що ймовірно сприятиме подальшому підмиванню берегів та дамби укріплення під час паводків та повеней [3].

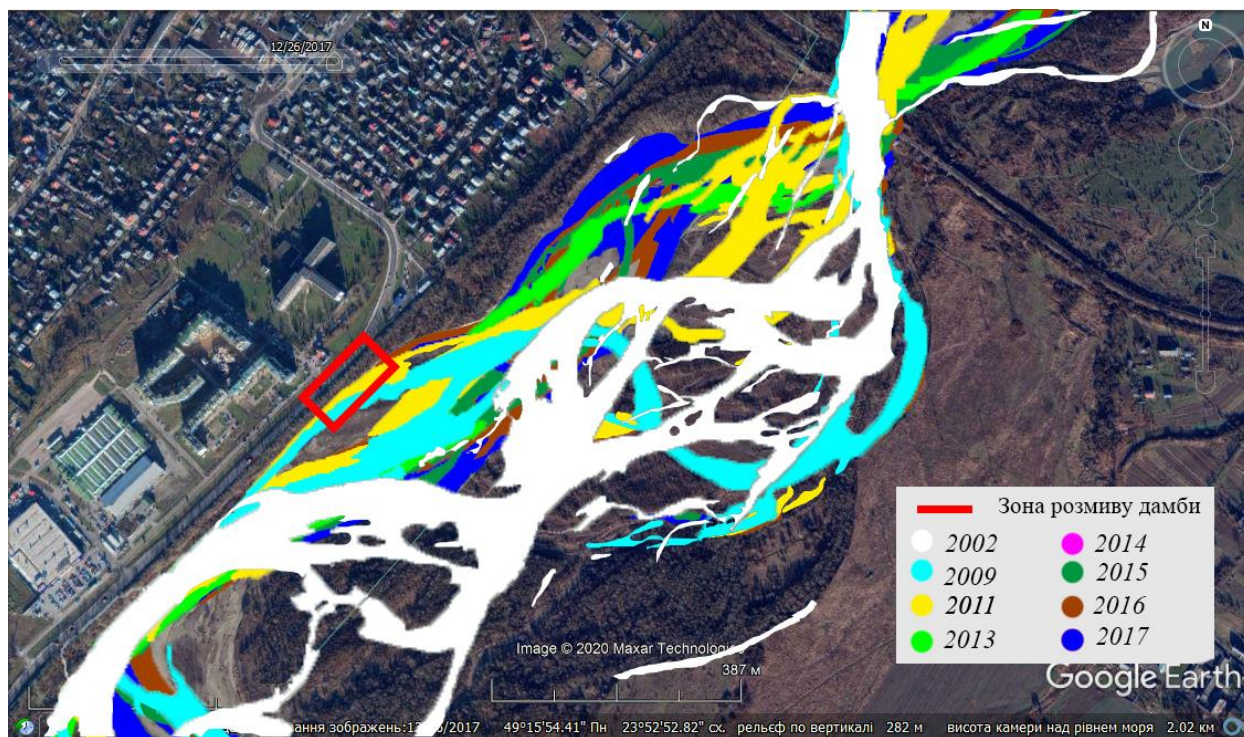


Рис. 1. Зміна положень русла р. Стрий біля м. Стрий за період 2002 -2017 роки із наведеною зоною розмиву дамби [3]

Підтвердженням цього стало проходження дощових паводків і весняних повеней 2024 року, що спричинило руйнування частини лівого берега річки Стрий, а, як наслідок, зсув земляної дамби в межах об'їзної траси Київ-Чоп (рис. 2). За декілька днів фахівці оціненими поточною ситуацією та надали рекомендації щодо ліквідації аварійності земляної дамби. Після цього, на позачерговому засіданні місцевої комісії з питань ТЕБ і НС, 1 квітня прийняли рішення негайного реагування для попередження виникнення надзвичайної ситуації. Аварійно-відновлювальні роботи розпочали одразу, передусім вони полягали в розчищенні під'їзних шляхів до місця руйнування і створення тимчасової дороги для під'їзду великогабаритної техніки, яка укріплюватиме дамбу [4]. Враховуючи вже наведену раніше тенденцію русла р. Стрий до зміщення у напрямку міських територій було б доцільно, крім оперативного ремонту пошкодженої земляної дамби, проінспектувати також стан решти берегоукріплювальних споруд міста.



Рис. 2. Обвал земляної дамби на трасі Київ – Чоп внаслідок весняної повені річки Стрий у 2024 році [4]

Висновки. Результати наших досліджень за період 2002-2018 роки показують, що русло не має стабільної форми, значно змінило конфігурацію, суттєво зменшилась багаторукавність і збільшилась його випрямленість, а місцями річка змінила своє положення на 60–98 метрів. Роботи з відновлення берегоукріплень, проведених на деяких ділянках русла за цей період, виявились недостатньо ефективними, підтвердження чого можемо бачити вже цієї весни. Вода в різних місцях русла підмиває береги, що зумовлює небезпечні зсувні процеси, які відбуваються безпосередньо біля русла. На цих ділянках необхідно ефективніше проводити заходи з регулювання стоку та відновлення берегоукріплень.

Бібліографічний список

1. Львівська область: природні умови та ресурси: монографія [за заг. ред. д-ра геогр. наук, проф. М. М. Назарука]. Львів : Видавництво Старого Лева, 2018. 592 с.
2. Шевчук В. М., Бурштинська Х. В. Методика моніторингу рік на урбанізованих територіях. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2011. Вип. 75. С. 73-82.
3. Hnativ I., Balkovskyi V., Cherniuk V., Panas N., Korinec Y., Yakhno O., Hnativ R. Development of Channel Processes and the Need to Forecast Deformations of the Stryi Riverbed. *JEE* 2022, 23(5), 187–195.
URL: <https://doi.org/10.12911/22998993/147320>
4. Стрийська міська рада. «У Стрию обвалилась земляна дамба на трасі Київ – Чоп» <https://stryi-rada.gov.ua/news/y-стрию-розпочали-роботи-з-ліквідації/>

ВПЛИВ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКИ БОРЖАВА

М. О. Вовкунович

ORCID ID: [0009-0006-7273-0418](https://orcid.org/0009-0006-7273-0418)

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Річки за своїми властивостями є найбільш рухомою та забрудненою частиною гідросфери, тому вивчення їхнього екологічного стану повинне базуватися на основі комплексного аналізу гідрохімічних показників, які дозволяють фіксувати у воді рівні концентрації забруднювальних речовин природного та антропогенного походження [9]. Досліджувана річка Боржава є однією з основних правих допливів річки Тиса, басейн якої загальною площею близько 1450 км² приурочений до південно-західних схилів Українських Карпат та Закарпатської низовини [1]. Результатом цього є своєрідне поєднання в басейні гірської та рівнинної території, а значна амплітуда абсолютних висот (понад 1 500 м) зумовлює формування висотної поясності у верхів'ї та урізноманітненню кліматичних умов, ґрунтово-рослинного покриву тощо на території басейну загалом.

Визначальним чинником погіршення екологічного стану поверхневих вод є людська діяльність, яка часто супроводжується неконтрольованим використанням водних ресурсів, інтенсивним забрудненням водного середовища стічними водами та скидами із чужорідними для водойм хімічними та біологічними речовинами тощо. Типовим прикладом негативного антропогенного впливу є річка Боржава, у басейні якої активно ведеться сільське господарство з використанням різноманітних добрив, розміщені численні населені пункти, прокладені автотрас міжнародного і загальнодержавного рівня та ін.

Закономірності зміни концентрації розчинених хімічних речовин у воді р. Боржава головно зумовлені не тільки змінами ролі різних видів її живлення (атмосферні опади, підземні води) протягом року, а й особливостями антропогенної діяльності у басейні річки [2; 4; 7]. На основі проведеного аналізу гідрохімічного режиму досліджуваної річки та встановлення класу якості води можна виділити декілька основних забрудників річки Боржава, чинником наявності та збільшення концентрації яких є господарська діяльність.

Серед найбільших забрудників вод р. Боржава із значною амплітудою коливання та приростом концентрації у воді за період із 2009 по 2018 роки доречно виокремити мідь, залізо, а також азот амонійний та нафтопродукти (рис. 1а, 1б). Якщо висока концентрація заліза то міді головно зумовлено особливістю геологічної будови, що неодноразово відзначалося під час досліджень поверхневих вод Закарпатської області, то інтенсивне збільшення у воді азоту амонійного та нафтопродуктів повністю спричинено виключно господарською діяльністю.

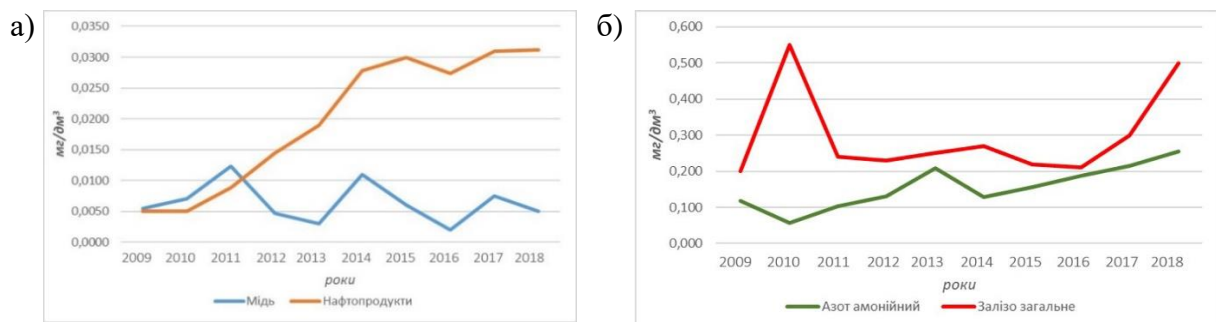


Рис. 1. Динаміка вмісту основних забруднюючих речовин у водах річки Боржава (за даними створу "с. Бене, Держкордон УР" Держекоінспекції у Закарпатській області [6]): а) мідь та нафтопродукти; б) азот амонійний та залізо загальне

Характерною рисою р. Боржава є відмінності в динаміці концентрації забруднювачів природного та антропогенного походження: для природних забруднювачів притаманне інтенсивне періодичне коливання їх кількості у водоймі, тоді як для забруднювачів антропогенного походження притаманний загальний інтенсивний приріст, який іноді підсилюється природними процесами. Прикладом останнього є аномально різке збільшення азоту амонійного у водоймі у 2010 році, що стало результатом великої кількості опадів у вигляді зливових дощів та збільшення поверхневого змиву з прилеглих до річки с/г угідь, на яких широко використовуються різноманітні добрива. У процесі вирощування с/г культур (кукурудза, капуста та ін.) великі агрофірми та приватні господарства також активно використовують аміачну селітру, яка містить значну кількість нітрогену (до 34–35%) та сприяє його забрудненню річкових вод.

Негативний вплив на екологічний стан річки Боржава мають населені пункти, що розміщені в її басейні, які є великими осередками забруднення водойми [5; 8; 10]. Більшість з них зосереджені в центральній частині басейну річки та не мають повноцінної каналізаційної системи і водовідведення, що сприяє потраплянню у водойму великої кількості стічних вод без будь-якого очищення. Наприклад, у межах басейну р. Боржава у селі Довге тільки медичні об'єкти селища у річку щорічно скидають до 50 000 дм³/рік стічних вод. Найбільший скид припадає на санаторій «Боржава» (32 150 дм³/рік) та диспансер (16 060 дм³/рік) [4]. Також біля згаданого санаторію «Боржава» та поблизу фтизіатричного відділення районної лікарні вміст фосфатів перевищує норму на 0,8 мг/дм³, що свідчить про забруднення вод річки Боржава у цій місцевості. Основна небезпека фосфатів – це сильне забруднення навколишнього середовища, тобто підвищується ризик евтрофікації водойми. Фосфати забруднюють води і негативно розкладаються у природі [4]. Разом із стічними водами у річкові води потрапляють елементи мийних, зволожувальних, емульгуючих, дезінфікувальних тощо синтетично поверхнево-активних речовин, які іноді зумовлюють на поверхні води піни [4; 5; 8].

Концентрація населених пунктів і значна кількість населення, окрім збільшення скидів у води р. Боржава у вигляді стічних вод, зумовлюють серйозне

забруднення водойми побутовим сміттям. Ця проблема є дуже актуальною для цієї річки, про що свідчать численні повідомлення у засобах масової інформації та на сайтах ряду екологічних організацій області. Через значне коливання ширини та низьку швидкість вод річки тут періодично формують сміттєві затори. Наприклад, у 2013 році на річці Боржава було зафіксовано близько 18 таких заторів, 5 із яких були зосереджені на проміжку русла в селі Квасово. При розчищенні одного з них із водойми тут було вилучено близько 80 м³ пластику, 15 тонн скляних пляшок та 5 тон іншого сміття [3]. У результаті у воді річки потрапляє цілий спектр забруднювачів, серед яких найбільш небезпечними є збільшення мікрочастинок пластику й нафтопродуктів. Інтенсивне збільшення їхньої концентрації у воді підсилюється веденням капітальних ремонтних доріг основних автошляхів із асфальтним покриттям у регіоні із використанням бітуму. Негативний вплив на якість води в р. Боржава також мають невеликі приватні підприємства, які надають послуги з обслуговування та ремонту автомобілів. Наприклад, у с. Довге підвищення концентрації поліфосфатів у водах досліджуваної річки також пов'язують із функціонуванням на березі річки автомобільної мийки.

Таким чином, основним фактором погіршення екологічного стану річки Боржава є антропогенна діяльність. У межах річкового басейну активно ведеться сільське господарство з використанням різноманітних добрив та розміщені низка населених пунктів, які зумовлюють інтенсивне забруднення водного середовища стічними водами та скидами з чужорідними для водойм хімічними та біологічними речовинами, відбувається активне прокладання автомобільних доріг із використанням нафтопродуктів тощо. Наприклад, результатом широкого застосування у с/г аміачної селітри, у складі якої нітроген займає до 34–35%, є збільшення концентрації у водах азоту амонійного. Господарська діяльність сприяє також потраплянню у водойму фосфатів й нітритів. Украв негatifний вплив на екологічний стан річки Боржава має проблема з сміттям, яке у водоймі часто формує масивні сміттєві затори.

Бібліографічний список

1. Басейнове управління водних ресурсів річки Тиса. Офіційний сайт. URL: <https://buvrtyisa.gov.ua> (дата звернення: 14.04.2024 р.).
2. Глух О.С., Борисова Н. С. Динаміка зміни деяких гідрохімічних показників річки Боржави і каналу Верке. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту Сер. Хімія*. 2011. Вип. 2 (26). С. 101–104.
3. З Боржави виловили 80 метрів кубічних пластику та 15 тонн скла / *Газета «Закарпаття онлайн»*. URL: <https://zakarpattya.net.ua/News/111830-Z-Borzhavy-vylovyly-80-metriv-kubichnykh-plastyku-ta-15-ton-skla-FOTO> (дата звернення: 14.04.2024 р.).
4. Роман Л. Ю., Білинець Т.Б. Антропогенний вплив смт. Довге Іршавського району на якість води річки Боржава. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія*. 2014. № 2 (32). С. 78–83.
5. Роман Л. Ю., Чундак С.Ю. Моніторинг екологічного стану води малих річок Іршавського району Закарпаття. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту Сер. Хімія*. 2019. Вип. 2 (42). С. 105–111.
6. Система моніторингу довкілля Закарпатської області / Держекоінспекція у Закарпатській області; Департамент екології та природних ресурсів Закарпатської державної обласної адміністрації. URL: <https://ecozakarp.at.gov.ua/> (дата звернення: 14.04.2024 р.).
7. Трапезнікова Л. В., Дзихор Я.М., Ридей О.В. Комплексна оцінка якості води р. Боржава. *Науковий вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія*. 2010. Вип. 24. С. 190–196.
8. Трапезнікова Л. В., Монич І.І., Хрипта Ю.В. Екологічний стан поверхневих та ґрунтових вод басейну р. Іршава. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту Сер. Хімія*. 2013. № 1 (29). С. 87–93.
9. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії : підручник. Київ: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
10. Чонка І. І., Палько В. В. Стан малих річок Боржавського басейну на території Виноградівського району. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. Хімія*. 2009. Вип. 21. С. 67–71.

ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ ПІД ВПЛИВОМ ВІЙНИ

Н. І. Градович, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-1634-2561](https://orcid.org/0000-0002-1634-2561)

*Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С. З. Гжицького*

Подальший суспільний розвиток органічно переплітається з проблемами довкілля. Зокрема, на сьогодні, до найболючіших глобальних екологічних проблем слід віднести забрудненість, тероризм та осередки воєнних конфліктів, які, на жаль, не припиняються. Екоризик, спричинений техногенною дією, несе найбільшу екологічну небезпеку, що призводить до деструкції біогеосистем, зокрема ґрунтового шару, оскільки є основою життя. На жаль, рівень такого роду ризиків невпинно зростає та, відповідно, порушує екологічну рівновагу [1; 2].

В окремих зонах України, де інтенсивність військового впливу н припиняється, земельні ресурси стають одними з найбільш постраждалих компонентів екосистем. Постають питання сумнівного характеру чи побоювання щодо стану екобезпеки едафотопу. Під загрозою стоїть також харчова екобезпека, яка також матиме глобальний відбиток. Деструкції та забруднення ґрунтового шару є серйозною проблемою, оскільки військові дії можуть призвести до фізичного пошкодження родючого шару ґрунту через вибухи, обстріли та використання важкої техніки. Це може спричинити втрату родючості, ерозію та забруднення ґрунтових вод токсичними речовинами, що ускладнює відновлення екологічної стійкості. Спалювання лісів і рослинності, що нерідко відбувається внаслідок військових конфліктів, призводить до масштабного втрати біорозмаїття та зменшення природних ресурсів. Великі пожежі, спричинені військовими діями, також призводять до значного викиду вуглекислого газу в атмосферу, що погіршує умови кліматопу та призводить до змін у глобальному значенні. Крім того, вибухи відбуваються внаслідок використання бомб та важкої артилерії, що створює кратери на поверхні землі. Ці кратери не лише пошкоджують ґрунт, а й ускладнюють ведення сільського господарства, функціонування чи розбудову транспортної інфраструктури. Наразі вважають, що третина території України

перебуває в зоні підвищеної небезпеки для сільськогоспвиробництва. Також страждають і лісові ресурси через військові дії, втрати яких складають третину від загальнодержавного фонду. Інтенсивні бойові дії в лісових масивах та їхній безпосередній близькості спричиняють масштабні пожежі. Наприклад, навесні в зоні відчуження Чорнобильської атомної електростанції та в навколишніх районах вогнем знищено понад 10 тисяч гектарів лісу. Зазнали теж ушкоджень ліси Херсонщини, зокрема на Кінбурнському півострові, Луганщини (понад 17 тисяч гектарів), Харківщини та Донеччини вздовж лівого берега річки Сіверський Дінець. Згадані регіони характеризуються високим рівнем інтенсивності бойових дій. Усього було знищено під впливом війни 60 га лісу. Відновлення цих ресурсів навіть за повної деокупації потребує довготривалості в часі (понад 10 років) [3; 4].

Висновки. Усі ці фактори разом ускладнюють відновлення екологічної стійкості в постраждалих війною регіонах, створюючи серйозні виклики для охорони довкілля, здоров'я населення та сталого розвитку. Змінне перетворення ландшафтів вимагає негайного та комплексного дослідження з подальшим розвитком впроваджень та врегулюванням екополітики. Бездіяльність може згубно прискорювати деструкції, що негативно позначиться на виробництві, зумовивши поширення токсично-забрудненої продукції, а також створить екозагрози здоров'ю. Потребує вдосконалень моніторинг стану едафотопу, оскільки наразі є фрагментарним.

Бібліографічний список

1. Василюк О., Норенко К. Вплив військової діяльності на природу України : посібник. Львів : Манускрипт. 2019. 68 с.
2. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу / О. Голубцов, Л. Сорокіна, А. Сплодитель, С. Чумаченко. Київ : "Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с.
3. Дудзяк О. А. Значення екології для розвитку сільських територій. *Агросвіт*. 2019. № 6. С. 55–58. DOI: [10.32702/2306-6792.2019.6.55](https://doi.org/10.32702/2306-6792.2019.6.55).
4. Офіційний ресурс Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <http://www.slovoidilo.ua/2023/02/10/>.

ГІДРОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДИ В ОЗЕРІ «ЛІСОВЕ»

Л. П. Драган, к. б. н., с. н. с.

ORCID ID: [0000-0002-8793-6818](https://orcid.org/0000-0002-8793-6818)

Н. Г. Михайленко, с. н. с.

ORCID ID: [0000-0003-0773-4886](https://orcid.org/0000-0003-0773-4886)

Т. О. Берсан, с. н. с.

ORCID ID: [0000-0002-9088-4940](https://orcid.org/0000-0002-9088-4940)

Інститут рибного господарства НААН України, м. Київ, Україна

Погіршення екологічного стану водойм зумовлює певні зміни якості водного середовища та залишається актуальною проблемою у сфері аквакультури. Пріоритетного значення набула проблема визначення ступеня забруднення рибогосподарських водойм як одного з важливих складових елементів екологічно безпечного природокористування та вирощування високоякісної рибної продукції.

В умовах змін клімату та погіршення екологічного стану рибогосподарських водойм України зростає актуальність оперативного реагування на виникнення екстремальних явищ у гідроекосистемах. При цьому ситуація, що склалась упродовж попередніх десятиліть, може істотно загострюватись внаслідок ведення активних бойових дій на великих територіях. Зазначені обставини підвищують значення регулярних екологічних досліджень в усіх типах водойм рибогосподарського призначення, що є необхідною умовою подальшого сталого розвитку рибного господарства та забезпечення високої якості рибної продукції в Україні. Підвищити рибопродуктивність можливо за умов комплексного дослідження провідних показників у рибництві – фізико-географічних, геологічних, фізико-хімічних, біологічних та антропогенних, які дозволяють охарактеризувати особливості технології вирощування молоді та товарної риби у конкретних умовах рибного господарства. При цьому, гідрохімічні характеристики традиційно є маркерами, що дають змогу робити висновок про екологічний стан водойм та їх призначення для рибогосподарського використання.

Мета роботи полягала в оцінці сучасної гідрохімічної характеристики води в озері «Лісове» для визначення можливостей вирощування та розведення риби.

Експерименти проводили в лабораторії екологічних досліджень Інституту рибного господарства згідно з загальноприйнятими методами у гідрохімії [1]. Об'єктом дослідження були зразки води з ставка «Лісове» приватного господарства селища Вабля Бородянського району Київської області.

Результати лабораторного визначення хімічного складу зразків води, а також аналізу значень гранично допустимих концентрацій для водойм рибогосподарського призначення дають підставу для оцінки сучасного гідрохімічного стану води з досліджуваного ставка (табл.).

Таблиця

Хімічний склад ставкової води у ставку «Лісове»

Показники якості води	Ставкова вода	Гранично допустимі концентрації
Водневий показник, рН, одиниці рН	8,3	6,5-8,5
Вільний аміак, NH_3 , мг N/дм ³	0,07	до 0,05
Перманганатна окисність, мг O/дм ³	11,2	до 15,0
Біхроматна окисність, мг O/дм ³	27,5	до 50,0
Амонійний азот, NH_4^+ , мг N/дм ³	0,78	до 2,0
Нітриди, NO_2^- , мг N /дм ³	0,04	до 0,1
Нітрати, NO_3^- , мг N/дм ³	0,48	до 2,0
Мінеральний фосфор, PO_4^{3-} , мг P/дм ³	0,42	до 0,7
Загальне залізо, $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$, мг Fe/дм ³	0,79	до 1,0
Кальцій, Ca^{2+} , мг/дм ³	52,9	до 70
Магній, Mg^{2+} , мг/дм ³	18,7	до 30
Натрій + калій, $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, мг/дм ³	31,2	до 50
Гідрокарбонати, HCO_3^- , мг/дм ³	276,2	до 400
Хлориди, Cl^- , мг/дм ³	37,8	до 70
Сульфати, SO_4^{2-} , мг/дм ³	12,6	до 70
Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	4,9	5-7
Мінералізація, мг/дм ³	473,6	до 1000

Згідно з класифікацією О.О. Альокіна [2] вода досліджуваної водойми належить до гідрокарбонатного класу, що є характерним для природних вод цієї фізико-географічної зони Лісостепу.

Відзначимо, що для водойм рибогосподарського призначення водневий показник урегульовується в межах 6,5-8,5, а у досліджуваній воді становив рН 8,3. Основним чинником зрушення рН у водоймі, на наш погляд, є вільний азот, концентрація якого в період обстеження складала 0,07 мгN/дм³, що перевищує фонові значення в 1,4 раза. За умов достатньої кількості кисню у воді однією з причин підвищення рівня вільного аміаку в досліджуваному ставку ймовірно пов'язано з надходженням нових порцій забруднювальних речовин у ґрунтові води. Такими чинниками можуть бути господарсько-побутові стічні води, поверхневі стоки із сільгоспугідь за використання азотних і органічних добрив, а також забруднювальні рідини промислових підприємств та можливі сусідні джерела забруднення (комунальні очисні споруди, відстійники промислових відходів, тваринницькі ферми, скупчення гною, азотних добрив, поселення і турбази, тощо).

Варто зазначити, що внаслідок відносно тривалої високої концентрації аміаку у воді відбувається накопичення останнього в тканинах риб, що може призвести до їх загибелі. У цьому разі виникає потреба в обмеженні у годуванні риб з метою зменшення виділення рибами аміаку, вжити заходів щодо зниження рН води та усунення застосування азотовмісних добрив. Також слід враховувати, що надмірне нагрівання води зумовлює інтенсивний розвиток фіто- і зоопланктону і пов'язане з ним біохімічне розкладання органічних речовин, особливо в літній період. Внаслідок короткого життєвого циклу фіто- і зоопланктонних організмів і масового їх розвитку та відмирання відбувається накопичення продуктів їх життєдіяльності, що сприяє підвищенню показників окиснюваності, а це, в свою чергу, призводить до зміщення водневого показника води (рН) в лужний бік.

Відомо, що показник перманганатної окиснюваності визначає наявність у воді легкоокиснюваних органічних речовин і є одним з важливих показників ступеня забруднення водойми залишками органічних речовин. Зокрема, на час

проведення дослідження встановлено, що перманганатна окиснюваність у водоймі становила 11,2 мгО/дм³, що відповідає допустимій концентрації для вирощування та розведення риб; кисневий режим водоймища був задовільний. Кількість нітритів та нітратів у досліджуваному зразку складала 0,04 та 0,48 мгN/дм³, відповідно. Встановлено, що вміст гідрокарбонатів у воді дорівнював 276,2 мг/дм³, концентрація іонів кальцію – 52,9 мг/дм³, магнію – 18,7 мг/дм³, що не перевищує граничні нормативні показники. Виявлений вміст кальцію та магнію зумовлюють загальну жорсткість води на рівні 4,9 мг-екв./дм³. Мінералізація води складала 473,6 мг/дм³. Вміст хлоридів та сульфатів у воді не перевищував меж нормативних показників відповідно до стандарту для розведення риби.

Висновки. За основними гідрохімічними показниками якості води у ставку «Лісове» рибогосподарського призначення селища Вабля, Бородянського району, Київської області відповідає нормам галузевого стандарту і допускає можливість використовувати цю водойму для вирощування та розведення товарної риби.

Бібліографічний список

1. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В. Д. та ін. Київ : Символ-Т, 1998. 28 с.
2. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: підручник. Київ : Ніка-Центр, 2012. 312 с.

ВПЛИВ ЕРОЗІЇ НА ГІРСЬКІ ЛІСОВІ ҐРУНТИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ТА ПРОТИЕРОЗІЙНІ ЗАХОДИ НА ЛІСОСІКАХ

Ю. Я. Корінець, к.б.н.,
ORCID ID: [0000-0001-8920-3186](https://orcid.org/0000-0001-8920-3186)

П. Р. Хірівський, к.б.н.,
ORCID ID: [0000-0001-7246-9260](https://orcid.org/0000-0001-7246-9260)

О. В. Зеліско, к.с.-г.н.,
ORCID ID: [0000-0003-1713-4243](https://orcid.org/0000-0003-1713-4243)

Р. І. Рижук, студент 3-го курсу бакалаврату
Львівський національний університет природокористування

Зі зростанням впливу людини на природу відбулися досить значні порушення рівноваги природи, що відбилось на фауні та житті багатьох видів рослин зв'язаних з лісом. [1; 2]. Рубки лісу та ерозія набули глобальних розмірів.

Насадження на гірських схилах мають велике значення не лише як джерело отримання деревини, а й як важливий водоохоронно-захисний фактор. Вони виконують протиерозійну, водорегулюючу, водоохоронну та ґрунтозахисну функції: запобігають змиву і розмиву ґрунту, утворенню зсувів та обвалів, захищають нижні частини схилів і річки від селевих потоків та повеней, забезпечують стабільність запасів мінеральних джерел та ін. [3].

Завданням досліджень було встановити вид та характер ерозійних процесів у зв'язку з рубками лісу і властивостями бурих лісових ґрунтів Карпат, виявити абсолютну величину виносу дрібнозему на сильнокам'янистих ґрунтах за різних умов рельєфу, способах трельовки деревини і сезону лісозаготівель. Ці дані послужили обґрунтуванням розробки нових способів рубок, нової техніки й технології гірських лісозаготівель, які різко зменшують ерозійні процеси і підвищують родючість гірських лісових ґрунтів.

Аналіз результатів наших досліджень дозволив простежити процес внутрішньоґрунтової ерозії на вирубках.

У досліджуваному районі природного поширення чистих і змішаних ялинових лісів проявляється діяльність цілої низки факторів, які мають вплив на розвиток ерозійних процесів.

Досліджувані ділянки неоднорідні за розміром втрат ґрунту, внаслідок механічного зносу і наступної водної ерозії.

Розподіл ерозії на площах вирубок у найбільш типовому випадку характеризується підсиленням цього процесу від верхньої до нижньої частини схилу.

Переміщення ґрунтової маси в межах лісосіки і утворення наносів проходить головним чином за участю механічних сил, які діють при первинному транспорті лісу.

Зміна фізичних властивостей була в тісному корелятивному зв'язку зі ступенем порушення верхнього горизонту ґрунту.

Інтенсивність ерозії ґрунту не завжди має прямий зв'язок із загальною довжиною схилу, тому що в умовах Карпат важко знайти рівні схили без яруг і дрібних потоків, які поділяють їх на малі водозбори.

Під час валки й розробки дерев, особливо під час наземного спуску лісоматеріалів, внаслідок механічної ерозії здирається лісова підстилка, мохове покриття й верхній шар ґрунту.

Опади, що потрапили на оголений ґрунт за наявності великих пустот, вмивають дрібнозем у щілини між камінням.

Під час інтенсивних і тривалих опадів за сильного внутрішньо-ґрунтового стоку дрібнозем виноситься зі щілин між камінням до підніжжя схилів.

На ввігнутих елементах рельєфу відбувається ослаблення стоку й відкладання (кольматаж) дрібнозему в щілини між камінням і глибше на водостійкому шарі. Наприклад, на нижній частині лісосіки одразу після рубки лісу верхній шар ґрунту змитий вглибину, а на поверхні виступило каміння і щебінка. Потім сюди почав наноситися дрібнозем з вищерозташованих крутіших ділянок схилу. Поступово рівень дрібнозему в шарі уламків породи почав підвищуватись і загальний вміст його у верхніх горизонтах профілю у місцях його відкладання виявився вищим, ніж під наметом лісу.

Лише за дуже сильної скелетності ґрунту і значному об'ємі пустот та на крутих схилах може частково проходити перенос дрібнозему вниз до підніжжя схилу. Коли ж шари водостійкої материнської породи залягають паралельно до поверхні схилу, то завжди поруч із нанесенням дрібнозему нисхідними потоками

води в глибину щільного шару материнської породи переважає процес виносу його бічним стоком вниз по схилу. Внаслідок цього біля підніжжя схилу утворюються ґрунти, більше насичені дрібноземом.

Різде збільшення ерозії в нижній частині лісосіки зумовлене значною крутизною і збільшенням ширини вирубки. Поруч з вищевказаними причинами на збільшення інтенсивності ерозії могла вплинути наявність добре вираженого мезорельєфу, що утворений системою невеликих поздовжніх балок.

Наростання інтенсивності ерозії згори вниз зумовлене збільшенням сили стоку за рахунок притоку води з верхніх елементів рельєфу.

Суцільні рубки, які проводились на значних площах у поєднанні з наземною трельовкою, спричиняють значні зміни фізичних властивостей і, головним чином, інфільтрації верхніх горизонтів бурих лісових ґрунтів.

Механічний вплив під час валки і первинному транспорті, погіршуючи водно-динамічні властивості ґрунтів на схилах, сприяє формуванню поверхневого стоку і розвитку водної ерозії ґрунту.

У гірських системах екстенсивного лісового господарства вирішальне значення для попередження і боротьби з ерозією ґрунтів матиме вибір раціонального способу рубки і відповідної технології рубок. У різновікових лісах, де коливання віку окремих поколінь 60-70 років, слід проводити вибіркові рубки з тривалим циклом, який дорівнює періоду років між поколіннями. У хвойно-листяних гірських лісах за наявності у верхньому ярусі листяних, а в нижньому – цінних хвойних порід, доцільно проводити довготривалі поступові рубки: за один захід вирубати всі стиглі перестойні дерева верхнього ярусу і видаляти пошкоджені дерева, хвойного ярусу; за другий, який настане тоді, коли ярус хвойних дерев досягне стиглості, – вирубати його.

Бібліографічний список

1. Голубець М. А. Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону. Львів : Поллі, 2007. 288 с.
2. Горшенін М. М., Пешко В. С. Ерозія гірських лісових ґрунтів та боротьба з нею. Львів : Видавництво Львівського університету, 1972. 148 с.
3. Олійник В. С. Гідрологічна роль лісів Українських Карпат. Івано-Франківськ : Вид-во НАІР, 2013. 232 с.

ТЕХНОГЕННИЙ ВПЛИВ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ НА СТАН ЕКОСИСТЕМ ЗАХІДНОГО БУГУ: ПРОБЛЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ

О. Т. Мазурак, к. т. н.,
ORCID ID: [0000-0001-7846-2799](https://orcid.org/0000-0001-7846-2799);

І. Є. Соловодзінська, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0001-9233-1488](https://orcid.org/0000-0001-9233-1488);

Г. Ю. Уйгелій, к. х. н.,
ORCID ID: [0000-0001-8533-8251](https://orcid.org/0000-0001-8533-8251);

Н. В. Радей, студентка 4-го курсу бакалаврату
Львівський національний університет природокористування

Оцінювання техногенного навантаження гірничопромислового комплексу Львівсько-Волинського вугільного басейну на якісні показники вод Західного Бугу та приток ріки проводили як поблизу урбанізованих територій шахт, так і в пунктах спостережень у межах Львівської області. Екологічні навантаження на водні об'єкти оцінювали двома етапами в літньо-осінній період 2021-2023 року, з огляду на техногенну ситуацію в екосистемах вугільного басейну, зокрема, в регіоні Червоноградського гірничопромислового комплексу.

Перший етап – дослідження ґрунтів поблизу шахти «Великомостівська» та підтериконових вод шахти «Межирічанська» ДП «Львіввугілля». Другий етап – дослідження якісних показників води рік Рати та Західного Бугу в зонах впливу техногенних чинників.

Лабораторні дослідження передбачали визначення гідрохімічних показників речовин, зокрема якісні та кількісні показники вмісту у воді іонів токсичних компонентів, у тому числі, важких металів (Cr, Cu, Pb, Mn, Co, Cd, Zn, Hg тощо).

Результати попередніх років досліджень свідчили (рис. 1) про перевищення норм концентрацій деяких іонів, у тому числі, важких металів для водойм рибогосподарських водокористування, що є порушенням водоохоронного законодавства [1-3; 4].

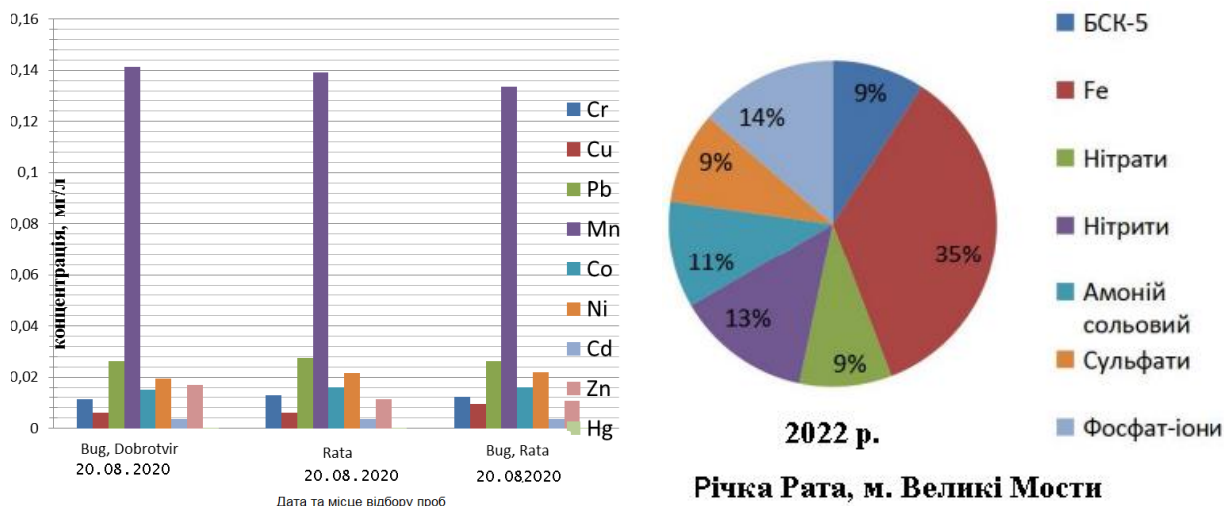


Рис. 1. Діаграми вмісту політантів у створах рік [6]

За період 2021-2023 р. було здійснено відбір проб поверхневих вод із річок басейну Західного Бугу у створах: м. Кам'янка-Бузька, м. Добротвір і м. Сокаль, а також р. Рата – у м. Великі Мости та с. Межиріччя.

Порівняння попередніх і наступних досліджень якісних показників проб поверхневих та підземних вод Львівської гідрогеолого-меліоративної експедиції (ГГМЕ) за період 2020 та 2022 років дало змогу встановити динаміку зміни забруднень досліджуваних об'єктів внаслідок впливу прилеглих шахт регіону. Очевидно, що такий вплив є наслідком того, що терикони шахт, розміщені в заплаві Західного Бугу та Рати, характеризуються високо-проникаючими піщаними та супіщаними відкладами політантів. При цьому підвищений вміст піриту в породі сприяє самозайманню териконів, приводить до формування ореолів закислених підтериконових вод, які потребують нейтралізації [1; 5] та застосування технологій очищення.

Згідно з результатами досліджень спостерігали значне техногенне навантаження шахт на ґрунти регіону та якість вод річок Західний Буг та його приток. Це підтверджують результати значного вмісту валових форм сполук металів у ґрунтах поблизу шахти «Великомостівська 1» та понаднормативні перевищення токсичних іонів у підтериконових водах шахти «Межирічанська». Це підтверджували розрахунки високого рівня екологічної небезпеки, що становив $6,3 \times 10^3$ на природні об'єкти поблизу. Крім вищенаведеного, насиченість ґрунтів і вод

аніонами кислотних залишків поблизу териконів шахт сприяє міграції та транслокації іонів важких металів в екосистеми [5; 6].

Дослідження гідрохімічних та гідрофізичних показників якості води ріки Західний Буг та її притоки річки Рати підтвердили вплив на них посиленого антропогенного навантаження. Це підтверджується кількісними показниками перевищень концентрацій важких металів, що відображають клас забрудненості та категорійність річок («помірно та слабо забруднена» вода 2 та 3 класу якості (табл. 1)), що за показниками не відповідало вимогам щодо якості вод для об'єктів рибогосподарського призначення.

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів забрудненості на профілі Західного Бугу та річці Рати (2022 – 2023р.)

№ з/п	Місцезнаходження створу	Середнє значення КЗ	Клас якості води	Категорія води за ступенем забруднення
1	р. Зах. Буг, м. Кам'янка-Бузька	2,75	2	помірно забруднена
2	р. Зах. Буг, м. Добротвір	2,53	3	помірно забруднена
3	р. Зах. Буг, м. Сокаль	2,34	3	слабо забруднена
4	р. Рата, м. Великі Мости	1,46	3	слабо забруднена
5	р. Рата, с. Межиріччя	1,41	3	слабо забруднена

Упродовж періоду досліджень (2021-2023 роки) загалом показники якості води річок басейну дещо погіршилися. Однак гідрологічні показники притоки р. Рата, загалом кращі за відповідні для Західного Бугу. Гідрофізичні показники (Т, прозорість) Західного Бугу суттєво не змінювалися, проте спостерігали незначне коливання значень прозорості води з плином часу, а показники прозорості води для окремих створів річок навіть дещо зростали.

За результатами оцінювання водних об'єктів у період з 2021 по 2023 роки за гідрохімічними та радіологічними показниками вмісту Cs-137 і Sr-90) було

виявлено, що стан ріки Західний Буг погіршився. Порівнюючи дані концентрацій радіоактивних елементів цезію і стронцію, спостерігали тенденцію до збільшення їх активності, що пов'язано з їх розпадом. При цьому, за радіологічними показниками Цезію-137 (0,27 - 0,7 Бк/дм³) і Стронцію-90 (0,3 - 1,2 Бк/дм³) не спостерігали перевищень граничнодопустимих нормативів, тобто було зафіксовано стабільний радіаційний стан вод.

Концентрації катіонів-полютантів (NH_4^+ , $\text{Fe}^{2+/3+}$, Zn^{2+} , Cr^{6+} , Mn^{2+} , NO_2^-) у трьох створах р. Західний Буг мали тенденцію до перевищення нормативів за весь період досліджень. Зокрема, для іонів амонію – в 1,4 - 12,2 ГДК; феруму (загального) – в 1,5 - 28 разів; цинку – 6,7 - 12 ГДК, хрому – 2,1 - 7 ГДК та мангану – 1,3 - 9 ГДК, нітритів – в 3,1 - 16,5 раза; фосфатів – в 1,1 - 3,7 раза. У гідрохімічному складі поверхневих вод р. Західний Буг та її притоки р. Рати за 2021-2023 роки спостерігали тенденцію перевищення нормативних значень біологічного та хімічного споживання кисню, вмісту амонію та нітритів, а також катіонів важких металів (феруму, хрому, цинку, мангану), що є прямим доказом техногенезу шахт регіону.

Технологічно та економічно ефективним способом вирішення екологічної проблеми зниження токсичності підтериконових вод шахт може стати їх взаємодія з реагентами, що хімічно перетворюватимуть іони важких металів у важкорозчинні сполуки (основні карбонати або ж гідроксиди металів), або ж сорбуватимуть полютанти. У дослідженнях було використано дрібнодисперсний кальцію карбонат CaCO_3 та лужний розчин натрію гідроксиду NaOH . Однак згідно з результатами біотестування [5], стічні води шахт після обробки лугом внаслідок високої залишкової мінералізації все ж відповідали високим показникам токсичності.

Згідно з результатами досліджень ефективності очищення підтериконових вод шахти «Межирічанська» кальцію карбонатом, вміст забруднювальних речовин (важких металів та сульфатів) у стічних водах після оброблення CaCO_3 , суттєво зменшувався. Розрахункове значення показника екологічної небезпеки ($\text{EN} = 2,5 \times 10^3$) для очищених кальцію карбонатом стічних вод шахти був у 2,5 раза менше, порівняно зі значенням цього показника для неочищених вод.

Практичне використання технології очищування кальцію карбонатом можливе, як у статичних (дрібнодисперсні фракції), так і в динамічних умовах завдяки фільтруванню підтериконових вод через крупнодисперсні шари карбонатного щебеню у геохімічному бар'єрі [2; 5], у який після попереднього відстоювання можна направляти шахтні води.

Для покращання якості очищування стічних вод від іонів важких металів, амонію та інших токсичних компонентів можна після механічного та фізико-хімічного очищування застосовувати комплексні біотехнології очищування та ремедіації з макрофітами [7 – 9].

Поверхневі води Західного Бугу перебувають у помірно забрудненому стані, порівняно з р. Ратою, котрі характеризувалися як «слабко забруднені», оскільки джерела забруднень річки є більш потужними за кількістю та обсягами (комунальні стічні води очисних споруд міст, промислового, в тому числі, вуглевидобувного, енергетичного та приватного секторів). Тому завдання оптимізування екологічного навантаження на гідрологічну систему річки Західний Буг є актуальним і багатофакторним, вимагаючи комплексності у підходах, системної періодичності, оперативності в діях та невідкладних науково-практичних вирішень.

Бібліографічний список

1. Бучацька Г. М. Гідрогеологічні умови та гідрогеохімічна зональність Львівсько-Волинського вугільного басейну: *Вісник Львівського університету. Львів: серія геол.* 2009. Вип. 23. С. 175–183.
2. Доценко О. О., Бабаєв М.В. Екологічно безпечна технологія очистки шахтних вод шахти «Любельська» № 1-2. *Хімія, хімічна технологія та екологія: зб. наук. праць. Харків: НТУ ХПІ.* 2016. № 23. С. 77–85.
3. Іванов Є А. Сучасний стан розвитку процесів підтоплення і заболочення в межах Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності.* 2003. № 6. С. 79 – 84.

4. Забокрицька М.Р., Осадчий В.І. Характеристика антропогенного навантаження в басейні р. Західний Буг. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2003. Т. 5. с. 218-225.

5. Mazurak O., Solovodzinska I., Mazurak A., Gryncyhshyn N. Reagent removal of heavy metals from waters of coal mines and spoil tips of the Lviv-Volyn industrial mine region. *Journal of Ecological Engineering*. 2019. Vol. 20, iss. 8. P. 50-59.

6. Щорічна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2022 р. URL: <https://drive.google.com/file/d/1QOIYQ-S07NZVOVr-b9IwrgOOZpmEzDva/view?pli=1>

7. M. Omenesa Idris et al. Introduction of adsorption techniques for heavy metals remediation. Chapter 1. Emerging Techniques for Treatment of Toxic Metals from Wastewater. 2023. P. 1-18.

8. Calheiros C.S., Rangel A.O., Castro P.M. Treatment of industrial wastewater with two-stage constructed wetlands planted with *Typha latifolia* and *Phragmites australis*. *Bioresour. Technol.* 2009. № 100 (13). pp. 3205-3213.

9. Józwiakowski K. et al. Technological reliability of pollutant removal in different seasons in one-stage constructed wetland system with horizontal flow operating in the moderate climate. *Separation and Purification Technology*. Volume 238. 2020. 116439 p.

ОГЛЯД І ОЦІНКА СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В УКРАЇНСЬКІЙ ЧАСТИНІ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЗАХІДНИЙ БУГ

С. Й. Кропивка, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-8095-276X](https://orcid.org/0000-0002-8095-276X);

В. Я. Момут, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-8658-8196](https://orcid.org/0000-0002-8658-8196)

*Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С. З. Гжицького*

Потреба організмів у воді є надзвичайно великою. Тому важливо раціонально використовувати цей ресурс і не забруднювати його.

Велика частина прісної води знаходиться у Світовому океані. Водяна пара, яка випаровується з поверхні океану, забезпечує вологу, необхідну для природних і штучних наземних екосистем. Чим ближче місцевість до океану, тим більше опадів там.

Водні ресурси Львівщини мають велике значення для задоволення потреб населення і розвитку економіки. Воду використовують для питного водопостачання, технічних потреб, сільськогосподарського водопостачання, рибного господарства, лікувальних цілей, а також вона є джерелом поповнення підземних водних ресурсів [3].

Метою нашої роботи є оцінка поточного стану водних ресурсів у басейні Західного Бугу в межах Львівської області, зокрема, Добротвірської ТЕС. Місцезнаходження Добротвірської ТЕС (селище Добротвір, Кам'янка-Бузький район, Львівська область) розташоване поруч із річкою Західний Буг, на південний захід від міста Львів, віддаленого на 60 кілометрів, та на північ від міста Кам'янка-Бузька на відстані 14 кілометрів [1; 2] та на відстані 1 кілометра від промислової площадки ТЕС. Місце розташування промислової площадки Добротвірської ТЕС розташоване на відстані 600 метрів від річки Західний Буг.

Західний Буг є однією з небагатьох річок України, що тече на північ. Вона має загальну довжину 772 кілометри, із них 401 кілометр у межах України, і басейн річки охоплює площу 73 500 квадратних кілометрів. Головною екологічною проблемою в басейні Західний Буг є забруднення невеликих річок, ставків та інших водойм. Це проблема спричинена недостатньою організацією збору та вивезення сміття, відсутністю офіційних сміттєзвалищ у населених пунктах, байдужістю місцевих влад і низьким рівнем екологічної свідомості серед населення [1]. Західний Буг використовують для промислового, сільськогосподарського та господарсько-побутового водопостачання, для зрошення і зволоження земель, а також для рекреаційно-оздоровчої мети.

Наприклад, поверхневі води річки Західний Буг є основним джерелом питної води для міста Варшави. Тому важливо забезпечувати високу якість води, яка надходить із території України. Для цього постійно здійснюються

спостереження за станом поверхневих вод у цьому басейні [2]. Хімічний склад поверхневих вод річки Західний Буг та її притоків значною мірою формується через вплив господарської діяльності [4]. Основними джерелами впливу на якість поверхневих вод є комунальні та промислові підприємства. У водогосподарському комплексі басейну Західного Бугу важливу роль відіграють підприємства гірничо-видобувної та хімічної промисловості, енергетичний сектор, підприємства машинобудування, автотранспортні компанії, а також виробничі управління в сферах житлово-комунального обслуговування та водопостачання і каналізації (ВУЖКГ, ВУВКГ), підприємства рибного господарства і агропромисловий комплекс.

Потенційним джерелом забруднення поверхневих вод річки Західний Буг і її притоків є стічні води осушувально-зволожувальних меліоративних систем. У басейні цієї річки було осушено понад 300 тисяч гектарів боліт, заболочених і занесених власними земельними роботами, що становить 28,8% від загальної площі водозбору. Додатковий тиск на екологічний стан басейну виникає через значне сільськогосподарське використання [5; 6].

Результати районування території водозбору Західного Бугу вказують на значне антропогенне навантаження в українській частині цього водозбору. Для покращення екологічного стану басейнів річок, які впадають у Західний Буг, запропоновано низку важливих заходів, спрямованих на оптимізацію структури ландшафту водозбірної площі та поліпшення стану водних середовищ річок.

Висновки. Отже, Львівщина забезпечена водними ресурсами достатньо, але сучасний стан водних ресурсів викликає глибоке занепокоєння. На екологічний стан поверхневих вод області впливають різноманітні чинники, які тісно пов'язані: з забрудненням ґрунтів, зі зміною ландшафтної структури; надмірним розорювання земель у схилах призвело до порушення екологічно збалансованого співвідношення ріллі, луків, лісів, що негативно позначилося на стійкості ландшафтів; з надходженням забруднюючих речовин річками, ставками тощо; з забрудненням поверхневих водних об'єктів неочищеними стічними водами; з

замуленням річок внаслідок порушення водоохоронного режиму водойми області; з розорюванням земель в прибережних захисних смугах.

Басейн Західного Бугу вимагає негайного впровадження природоохоронних заходів з метою відновлення якості річкових вод і покращення екологічного стану басейну. Пропонуємо реалізацію таких заходів шляхом стабілізації ландшафтної структури басейну, включаючи збільшення лісистості в басейнах річок до 20% у лісостеповій зоні і 49% в Поліссі, а також зменшення площі нестійких ландшафтних елементів, відновлення захисної ролі водоохоронних смуг, зменшення обсягу стічних вод, що скидаються з населених пунктів, будівництво нових або модернізація існуючих очисних споруд та дотримання технологічних норм очищення вод [4].

Бібліографічний список

1. Вознюк Н.М. Оцінка екологічного стану української частини басейну ріки Західний Буг: автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. сільськогосподарських наук. Житомир, 2006. 19 с.
2. Забокрицька М.Р. Про сучасний гідрохімічний режим р. Західний Буг та її приток. *Наукові праці УкрНДГМІ*, 2013. Вип. 251. С. 135-139.
3. Західно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів <http://zbbuvr.lutsk.ua/Department/Statut.html/>
4. Сніжко С.І. Репрезентативність показників якості води як індикаторів забруднення. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. Київ, 2020. Т. 2. С. 521–529.
5. Забокрицька М.Р., Осадчий В.І. Характеристика антропогенного навантаження в басейні р. Західний Буг. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Збірник праць*. Київ, 2013. Т. 5. С. 218-225.
6. Варламов Г. Б., Любчик Г. М., Маляренко В. А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. Київ : ІВЦ Вид-во «Політехніка», 2020. 232 с.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ НВ ТЗОВ «КОКЕР»

О. Є. Ошуркевич-Панківська, к. с.-г. н.

ORCID ID: [0000-0002-0954-865X](https://orcid.org/0000-0002-0954-865X)

Ю. І. Панківський, к. ф.-м. н.,

ORCID ID: [0000-0003-3009-9788](https://orcid.org/0000-0003-3009-9788)

Національний Лісотехнічний університет України

Діяльність об'єктів промисловості неминуче призводить до надходження в атмосферне повітря значної кількості забруднюючих речовин. З метою обмеження потрапляння викидів на територію житлової зони промислові об'єкти відділяються від житлових територій санітарно-захисними зонами (СЗЗ). Значна роль у доочищенні атмосферного повітря від забруднювальних речовин належать рослинам. Вони виконують роль зелених фільтрів, продукуючи кисень та поглинаючи сполуки сульфуру та вуглецю, пил тощо. Насамперед ця функція припадає на зелені насадження санітарно-захисних зон промислових підприємств. Від їх структури і стану залежить успішність виконання ними еколого-компенсаційних функцій.

З метою оцінки екологічної ефективності санітарно-захисної зони науково-виробничого товариства з обмеженою відповідальністю (НВТЗОВ) «Кокер» виконано розрахунки валових викидів забруднювальних речовин від технологічних ланок підприємства та балансу відтвореного зеленими насадженням санітарно-захисної зони кисню, кількості поглинутого діоксиду вуглецю та пилу.

НВТЗОВ «Кокер» розташоване у Львівській області Городоцькому районі селі Кліцко. Підприємство виготовляє керамічний кахель і декоративні керамічні вироби. Нормативна санітарно-захисна зона для виробничого майданчика становить 100 м [9].

Розрахунки валових викидів забруднювальних речовин від технологічних ланок виробництва було проведено згідно з чинними в Україні методиками, на основі довідкових і фактичних даних про обсяги використаної сировини, фонду робочого часу технологічного обладнання, питомих викидів забруднювальних речовин. Результати розрахунку наведено в табл. 1.

**Валові викиди забруднюючих речовин від виробництва керамічних виробів,
т/рік**

Технологічні ланки	Забруднювальні речовини						
	Пил	Діоксид азоту	Вуглецю оксид	Діоксид вуглецю	Сірки діоксид	Оксид діазоту	Метан
Газові конвектори (4 шт)		0,00518	0,000447				
Камери нанесення поливи (3 шт)	0,0866						
Печі випалу керамічних виробів (6 шт)	0,0502	0,0732	0,37772		0,00189		
Печі випалу гіпсових виробів (2 шт)	0,0239	0,0358	0,18146		0,00044		
Обертова піч (1 шт)	0,0114	0,0242	0,0295	19,432	0,00236	0,00003	0,0003
Дільниці виготовлення керамічних виробів (3 шт)	0,0141						
Дільниці виготовлення гіпсових виробів (2 шт)	0,0344						
Цехи виготовлення керамічних виробів (1 шт)	0,02						
Котли для опалення приміщень (2 шт)	0,0383	0,0563	0,6215	47,051		0,0012	
Конвектор и для опалення приміщень (3шт)		0,0042	0,00036	0,027			
Разом	0,2789	0,19888	1,210987	66,51	0,00469	0,00123	0,0003

Бачимо, що основними джерелами забруднення атмосфери є: пристрої для опалювання приміщень, печі випалу керамічних виробів, випалу кахлю та виготовлення кахлю, внаслідок роботи яких в атмосферу виділяються: діоксид та оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид діазоту, ангідрид сірчистий, а також тверді суспендовані частинки не диференційовані за складом (пил).

Оскільки, більшість технологічних ланок – це теплогенераторні установки, то головна забруднююча речовина – діоксид вуглецю (99% усіх масових викидів). Основний внесок у забруднення атмосферного повітря підприємством роблять

теплогенераторні установки, сумарна маса забруднень від яких становить понад 99% усіх валових викидів підприємства. Основна речовина, що виділяється, – діоксид вуглецю (97,5%).

На території санітарно-захисної зони виділено три типи ґрунтово-рослинного вкриття: лісові площі, пасовища та замощені (забудовані) території (табл. 2).

Таблиця 2

Типи ґрунтово-рослинного вкриття та їхні площі на території СЗЗ

Тип вкриття	Площа	
	га	%
Лісові площі	1,96	28
Пасовища (луг)	1,7	25
Замощені території	3,29	47
Разом	6,95	100

Майже половину (47%) території санітарно-захисної зони вкрито замощеними і забудованими територіями. Відповідно, рівень озеленення санітарно-захисної зони підприємства становить $28 + 25 = 53\%$, що є недостатньо для СЗЗ такої ширини. Оскільки, відповідно до вимог «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» мінімальна площа озеленення санітарно-захисної зони завширшки до 300 м повинна становити 60%.

Найбільш біопродуктивними лісовими угрупованнями вкрито 1,96 га СЗЗ, що становить лише 28%. Лісові насадження представлені сосново-дубовими деревостанами з домішкою інших широколистяних порід (липи серцелистої, клена гостролистого, ясеня звичайного, в'яза голого). Значну частку (25%) від загальної площі СЗЗ займають луки (пасовища), вкриті переважно багаторічними трав'янистими рослинами (злаками та осоковими).

Дослідження процесів продукування кисню та поглинання забруднювальних речовин рослинами проводили багато вчених, тому числі українських [1-8]. Оскільки вони вивчали різні за складом, віком, природними умовами зростання

рослинні угруповання, то отримано результати, що часто різняться як за числовими значеннями, так і за форматом їх подачі.

З метою оцінки екологічної ефективності СЗЗ за балансом відтвореного кисню, поглинутого діоксиду вуглецю, діоксиду сульфуру та пилу використано узагальнені питомі компенсаційні показники різних типів ґрунтово-рослинного вкриття. Результати розрахунків наведено в табл. 3.

Таблиця 3

**Екологічна ефективність СЗЗ за киснем, діоксидом вуглецю,
діоксидом сульфуру та пилом**

Речовина	Викидається (споживається), т/рік	Тип ґрунтово-рослинного вкриття	Питома продуктивність екосистем, т/рік з 1 га	Площа, га	Сумарна продуктивність при різній лісистості, т/рік		
					Фактичний рівень	60 %	100 %
Кисень	49,38	Лісові площі	12,5 [1,4]	1,96	24,5		
		Пасовища	4,5 [1,4]	1,7	7,65		
		Разом		6,95	32,15	52,13	86,9
Діоксид вуглецю	66,51	Лісові площі	20 [3]	1,96	39,2		
		Пасовища	10 [3]	1,7	17,0		
		Разом		6,95	56,2	83,4	139,0
Діоксид сульфуру	0,00469	Лісові площі	0,05 [2,7]	1,96	0,098		
		Пасовища	-	1,7	-		
		Разом		6,95	0,098		
Пил	0,279	Лісові площі	70 [8]	1,96	137,2		
		Пасовища	3 [8]	1,7	5,1		
		Разом		6,95	142,3		

Кількість спожитого технологічними процесами кисню розрахована на основі даних про викиди забруднювальних речовин становить 49,38 т/рік, а кількість кисню, що продукується зеленими насадженнями за фактичного рівня озеленення є меншою – 32,15 т/рік. Якщо збільшити рівень озеленення, санітарно-захисної зони до 60% найбільш продуктивними деревними насадженнями, то сумарна киснепродуктивність зросте до 52,13 тО₂/рік, Тобто, щоб досягнути

балансу відтвореного кисню в системі «підприємство-санітарно-захисна зона» необхідно повністю заліснити 60% території СЗЗ.

Сумарне поглинання діоксиду карбону ґрунтово-рослинним вкриттям СЗЗ становить 56,2 т/рік, а викидається 66,51 т/рік, тому некомпенсованими лишається: 10,31 тСО₂/рік. Збільшення частки лісових насаджень до 60 %, дозволить підвищити ефективність поглинання СО₂ до 83,4 т/рік. Цього більш ніж достатньо, щоб досягти рівноваги щодо діоксиду карбону.

Кількість SO₂, що викидається підприємством, є зовсім незначною, тому навіть за фактичного рівня лісистості компенсаційна здатність рослинних угруповань СЗЗ у 20 разів перевищує масу викидів.

Маса пилу, що викидається, становить 0,2789 т/рік, що у 510 разів менше від компенсаційної здатності рослинних угруповань СЗЗ навіть на рівні фактичного озеленення.

Отже, нормативна санітарно-захисна зона НВТзОВ «Кокер» за фактичного рівня і стану озеленення має високу екологічну ефективність з затримання викидів пилу та діоксиду сульфуру, а необхідну екологічну ефективність за балансом відтвореного кисню та поглинутого діоксиду вуглецю можна досягнути збільшенням рівня озеленення санітарно-захисної зони деревними насадженнями до нормативних показників.

Бібліографічний список

1. Екологія міста / за. ред. Ф.В. Стольберга. Київ : Лібра, 2000. 464 с.
2. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія / Васенко О. Г. та ін. Харків : НУГЗУ, 2015. 419 с.
3. Кузик І. Кисневідновлювальна функція природних територій міста Тернополя. *Довкілля і здоров'я: збірник матеріалів науково-практичної конференції*. Тернопіль : Укрмедкнига, 2018. С. 78-79.
4. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць : підручник. Львів : Світ, 2005. 456 с.
5. Кучерявий В. П. Урбоекологія : підручник. Львів : Світ, 2001. 440 с.
6. Литвинова Л. І., Левон Ф. М. Зелені насадження і охорона навколишнього

середовища. Київ : Здоров'я, 1986. 64. с.

7. Смирнов В. І. Гігієна в повсякденному житті. Профілактична медицина. URL: (https://profmed.org.ua/index/ozdorovche_znachennja_zelenikh_nasadzhen/0-89)

8. Технологічний регламент виробництва керамічних виробів і дослідно-виробничих партій склогрануляту, шихти-поливи і ангобу на науково-виробничому НВТзОВ «КОКЕР». Львів : НВТзОВ «Кокер», 2015. 21 с.

ЗАСОБИ МАЛОГО СТОКОРЕГУЛЮВАННЯ В ЛІСАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

І. Є. Кульчицький-Жигайло, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0009-0009-762-1167](https://orcid.org/0009-0009-762-1167),
Національний Лісотехнічний Університет України

Необхідність зарегулювання вод весняних водопіль і дощових паводків є актуальною проблемою для Українських Карпат. Після чергових повеней загострюються дискусії щодо стокорегулювальних можливостей гірських водозбірних екосистем і, зокрема, лісів як їх складової частини.

Думка про здатність гірських лісів повністю запобігти виникненню повені за будь-яких дощів віддавна заперечена лісогідрологічними дослідженнями і доводиться до громадськості [1]. Тому в гірських регіонах Європи споруджують гідротехнічні стокорегулювальні споруди. При цьому збільшення затримання води здійснюють двома способами [2 – 6]:

1. Шляхом спорудження стокорегулювальних водосховищ, які можуть накопичувати великі маси води. Це ефективний захід, проте пов'язаний з низкою екологічних проблем, необхідністю затоплення значних площ, часто переселенням людей, великими економічними витратами. Зафіксовані випадки, коли в разі перевищення максимально підпертого рівня доводилось відкривати шлюзи для спускання води, що збільшувало масштаби повені на розташованих нижче за течією територіях.

2. Затриманням води засобами малого регулювання. Це найбільш екологічно прийнятний спосіб. Йдеться про затримання стоку та зменшення його

швидкості власне у верхів'ях річок, а також на всій площі водозбору. Технічні заходи малого регулювання охоплюють будівництво перепадів у руслах, невеликих загат і дамб на площі водозбору, малих акумулювальних ємностей (мініпольдерів).

Досвід будівництва об'єктів малого водорегулювання показав, що на лісових землях є багато ділянок, придатних для спорудження малих стокорегулювальних споруд, які не лише покращують водний режим гірських річок, а й збільшують біорозмаїття, підвищують рекреаційну привабливість території. В Українських Карпатах вони могли б створюватися на землях Держлісфонду та в лісах сільських рад.

Найефективнішими серед них є мініпольдери, конструкція яких наступна. Гірський потік перегороджується греблею, через яку нормально пропускаються звичайні (меженні) витрати води та витрати невеликих паводків (для промивки русла). Під час особливо багатоводних періодів, коли існує загроза виникнення повеней, надлишок води відводиться на відповідним чином підготовлену територію (наливний польдер). Там вода затримується на час тривалості повенебезпечного періоду (найчастіше 2 – 6 днів), після чого надходить у річку. Таким чином територія польдеру вкрита водою лише кілька днів, решта часу вона використовується як звичайно (пасовище, біополяна та ін.). За потреби нагромаджена вода може використовуватися для різних цілей.

Проектні роботи повинні охоплювати такі етапи:

1. Вибір ділянки для польдеру. У гірських умовах за великих ухилів схилів і відсутності значних пологих площ непросто знайти місце для спорудження наливного польдеру достатньої водоемності за мінімальних затрат на одамбовування. Під польдер можна відвести галявини, пасовища, заболочені землі, лісостани зі стійких до тимчасового затоплення деревних порід. На цьому етапі ефективним є використання ГІС-технологій.

2. Гідрологічні розрахунки полягають у визначенні витрат паводкових вод даного водостоку різної забезпеченості і встановленні розрахункової витрати, при якій вода почне відводитися у польдер. Її можна прийняти забезпеченістю 3 – 4%. Враховуючи, що об'єм верхнього б'єфу за наявних крутих схилах і руслі буде

невеликий, немає потреби, як для великих водосховищ, враховувати час його наповнення і розраховувати гідрограф паводків.

3. Визначення місць будівництва гідротехнічних споруд та їх конструкції: гребель, обваловувальних дамб, водовідвідних каналів. Бажано максимально використати існуючий рельєф для відведення води та мінімізувати об'єм земляних робіт у разі спорудження водовідвідного каналу. Висота дамб, що визначає об'єм польдеру, встановлюється на основі еколого-економічних розрахунків. Слід передбачити можливість скидання вод у русло річки при заповненні польдеру.

4. Гідравлічні розрахунки. Водозлив на запірній греблі призначений для автоматичного регулювання рівня води у верхньому б'єфі. Визначається висота напору води у водозливі за різних витрат, і, відповідно, рівень початку водовідвідного каналу, який скидатиме надлишкові паводкові води на територію наливного польдеру. Ширина водозливу повинна бути такою, щоб у разі збільшення водності потоку рівень води над порогом водозливу відчутно піднімався. Параметри водовідвідного каналу повинні пропустити витрату води 1% забезпеченості.

Ми здійснили проектні розрахунки для будівництва двох мініпольдерів у Косівсько-Полянському та Кобилецько-Полянському лісництвах філії «Великобичківське державне лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», у басейнах річок Косівська та Крайня.

Польдер у Косівсько-Полянському лісництві розташовано у кварталі 25 у гирлі потоку, площа водозбору якого 73,4 га. Водозбір займає квартал 25, а у верхів'ї охоплює 6 га площі полонини, яка не належить до кварталу. Основна частина польдеру представлена виділом 22 даного кварталу, який є пасовищем середньої якості.

Місце для водозатримувальної греблі з водозливом вибрано в ущелині з крутими схилами. Об'єм води, нормально акумульований у верхньому б'єфі, дорівнює приблизно 110 – 180 м³. Для спорудження греблі передбачено використати габіони з кам'яним заповненням розміром 3х1х0,5 м. Ширина греблі при цьому становитиме 1,0 м, довжина – 30 м, середня висота – 1 м. За внесення до

габіону дрібнозему та посіві трав він не виділятиметься з навколишнього ландшафту. Крім габіонної конструкції, можна спорудити бетонну греблю, або відсипати її з ґрунтово-кам'яної суміші, трапецієподібної форми в перетині, з коефіцієнтами закладення укосів 1:1,4 і водонепроникним замком з поліетиленової плівки.

Максимальна витрата $Q_{\text{л}} = 0,154 \text{ м}^3/\text{с}$. Відведення води в польдер заплановано по природному рельєфу. Загальна водоемність польдеру становить 4450 м^3 . Зарегульована в польдері вода, виражена шаром стоку з водозбору, дорівнює 6,4 мм.

Польдер у Кобилецько-Полянському лісництві запроєктований у гирлі потоку Малий Ільмень, водозбір якого площею 139,2 га розташований у 9 кварталі. Греблю, як і попередню, можна спорудити з габіонів розміром $3 \times 1 \times 0,5 \text{ м}$. Лімітуюча витрата – $0,25 \text{ м}^3/\text{с}$, у польдер вода відводиться каналом довжиною 38 м.

Власне наливний польдер складається з двох водоутримувальних площ. З відвідного каналу вода надходить на першу площу з двома земляними дамбами. За невеликих паводків на наступну площу вода не знаходить. Якщо ж паводок особливо повноводний, через перелив вода подається на другу площу. Сумарний зарегульований об'єм становить 5890 м^3 , або 4,2 мм стоку.

Окрім мініпольдерів, широко використовують інші засоби стокорегулювання, які не вимагають великих капітальних затрат і можуть бути споруджені силами лісогосподарських підприємств, громадськими організаціями за незначного додаткового фінансування.

Фашинні загати різної конструкції на малих потоках, широко застосовуються для зарегулювання стоку в лісах Польщі. Вони стають своєрідними перепадами за збільшення водності потоків. З цією метою можна використати і плетені загати, які запропонувала Науково-дослідна лабораторія лісових екосистем Карпатського регіону (2001). Вони є простими у виконанні і досить надійними. Важкі фашини з кам'яним наповненням є ефективними за створення великих загат.

Ґрунтово-кам'яні та дерев'яні загати дозволяють перекрити улоговини, по яких стікає вода навесні чи під час дощів влітку. Важливо правильно підібрати

місце для їх спорудження, щоб вище від загати накопичувалось якомога більше води.

Вали з порубкових залишків на схилах створюють переважно на вирубках, розташовуючи вздовж ізогіпс. Подібно на вкритих лісом і безлісних схилах можна будувати і невеликі кам'яні вали.

Висновки. На сьогодні одними з найефективніших малих регуляторів стоку, які одночасно відповідають вимогам близького до природи господарювання з водою, можна вважати наливні мініпольдери у середній та нижній течії гірських потоків. Вони не призначені для повної акумуляції вод визначного паводку, а лише їх першої порції. Основне завдання мініпольдерів у комплексі заходів малого регулювання – розвести у часі надходження паводкових вод до русла річки та зменшити ймовірність формування повеней.

Бібліографічний список

1. Кульчицький-Жигайло І. Є. Ліс і повені: чи все так просто. *Дзеркало тижня*. Україна. 2008. 29 серпня. №32.
2. Марискевич О. Г., Шпаківська І.М. Прогнозування впливу використання протипаводкової ємності № 51 на властивості ґрунтів. *Ресурси природних вод Карпатського регіону (проблеми охорони і раціонального використання): збірник наукових статей*. Львів : ЦНТІ, 2011. С. 196-200.
3. Ciepielowski A., Dąbkowski L. Problemy małej retencji w lasach. *Sylvan. Rok CXXXIX*, nr 11: 1995. S. 17–20.
4. Miler Antoni Tadeusz Wpływ zabudowy cieku w małej zlewni leśnej na jej zdolności retencyjne. *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich. Polska Akademia nauk*, Nr. 7, 2008, S. 81–87.
5. Mioduszewski Waldemar Mała retencja w lasach elementem kształtowania i ochrony zasobów wodnych. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej R.* 10. Zeszyt 2 (18), 2008. S 33-48.
6. Mała retencja w Lasach Państwowych. URL: http://www.gugik.gov.pl/_data/assets/pdf_file/0003/91857/Mala-retencja-w-Lasach-Panstwowych-Panstwowe-Gospodarstwo-Lesne-Lasy-Panstwowe.pdf

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЛУЧЕННЯ БІЛКУ ІЗ СТОКІВ АПК ПРИРОДНИМИ СОРБЕНТАМИ

О. В. Мацуська, к. с.-г. н.,

ORCID ID: [0000-0003-0915-8878](https://orcid.org/0000-0003-0915-8878)

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Підприємства агропромислового комплексу для здійснення своєї діяльності потребують значної кількості свіжої води, 95% якої скидається з виробничих цехів у вигляді сильно забруднених промислових стоків, що потребує ефективного очищення [1; 2].

Концентрація забруднювальних речовин у стічних водах АПК багато разів вища, ніж у стоках інших виробництв. Наприклад, стічні води м'ясопереробних підприємств, які утворюються в результаті промивання води, миття м'яса, промивання шлунків і кишок тваринницьких приміщень, забійних цехів, робочих приміщень та обладнання, характеризуються високою каламутністю через механічні домішки, є особливо небезпечними, містять багато хімічних речовин як органічного, так і мінерального походження, безліч патогенних мікроорганізмів [4].

Вміст білку у стоках цих діяльностей коливається у межах 0,9-7 г/дм³. Якщо стічні води не очищаються належним чином і не видаляється білкова фракція, то, з одного боку, відбувається втрата цінного продукту харчування, а з іншого – завдають шкоди навколишньому середовищу. Адже білки та жири у стоках створюють сприятливе середовище для розвитку різноманітної гнильної мікрофлори. За розкладання органічних азотистих речовин у стічних водах утворюється аміак, а сірковмісні органічні білкові компоненти в разі розкладання утворюють сірководень [1].

Є безліч методів очищення стоків харчової промисловості [2; 3]. З метою використання білкової фракції як кормової добавки застосовують фізико-хімічні методи очищення стічних вод. Існують способи вилучення білків і з стоків у процесі сорбції за допомогою глинистих мінералів, цеоліту, які являються ефективними пористими сорбентами у технологіях очищення води [1; 3; 6]. Враховуючи, що очищенню підлягають значні об'єми стоків, то доцільним є

застосування природних сорбентів (доступна ефективна сировина), які після процесу очищення можна використовувати як добриво для потреб сільського господарства [5]. Саме тому, у роботі досліджено адсорбційну здатність торфу Верещиця-Янівського родовища до білку з водного середовища та здійснено порівняльний аналіз ефективності вилучення білків при застосуванні різних природних сорбентів.

Адсорбційну ємність сорбентів визначали за формулою:

$$A = \frac{C_{\text{поч}} - C_{\text{кін}}}{n} \times V, \quad (1)$$

де $C_{\text{поч}}$ – початкова концентрація білку в розчині, мг·екв/дм³; $C_{\text{кін}}$ – кінцева концентрація білку в розчині, мг·екв/дм³; n – наважка сорбенту, г; V – об'єм розчину білку, дм³.

Ізотерми сорбції білку на природних сорбентах, рf температурb 20°C та різних значень рН середовища, наведені на рисунку 1 (клинотилоліт, палигорскіт і Язівський бентоніт) та рисунку 2 (торф Верещиця-Янівського родовища (верховий та низинний вид)).

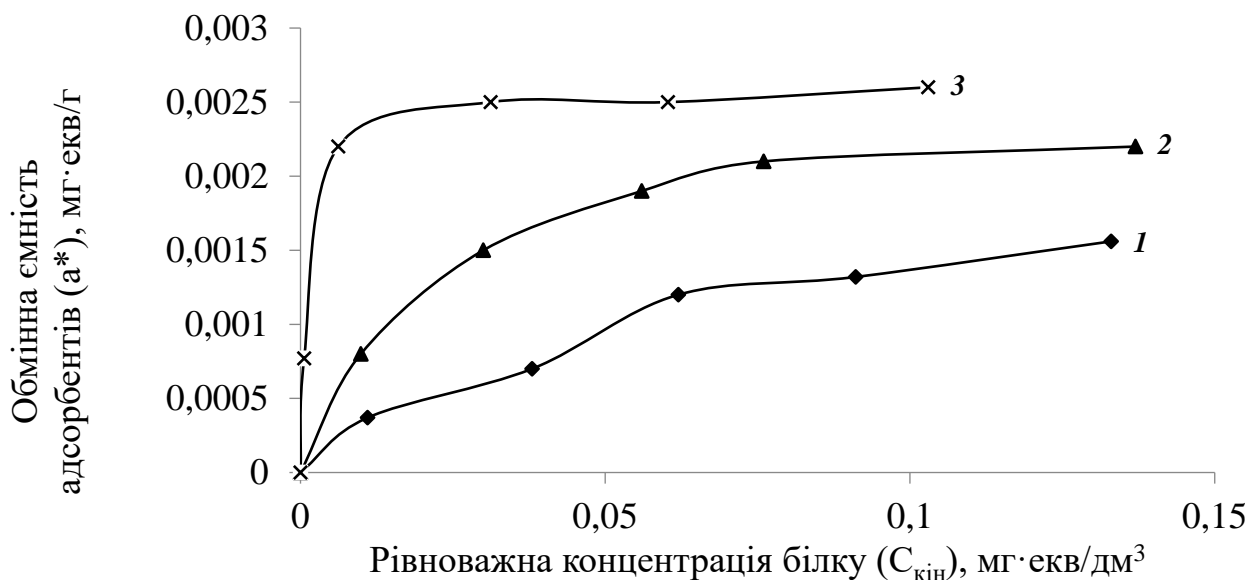


Рис. 1. Ізотерми сорбції білку на природних сорбентах:

1 – ізотерма сорбції альбуміну на клинотилоліті (рН 5,6-5,74);

2 – ізотерма сорбції альбуміну на палигорскіті (рН 6,17-7,16);

3 – ізотерма сорбції альбуміну на Язівському бентоніті (рН 3,7-3,85)

Аналізуючи рис. 1, видно, що найкращу адсорбційну здатність до білку проявляє Язівський бентоніт ($a^* = 0,0026$ мг·екв/г), оскільки в його складі міститься відносно висока кількість монморилоніту (до 50%), а також серед мінералів тут присутні каолінит, гідрослюда, кварц, польовий шпат, кальцит, доломіт тощо [6]. Палигорськіт є менш ефективним сорбентом ($a^* = 0,0022$ мг·екв/г) порівняно з бентонітом, проте ефективнішим за клиноптилоліт ($a^* = 0,00156$ мг·екв/г).

Адсорбційну здатність цеоліту щодо білків, на прикладі клиноптилоліту, можна пояснити тим, що даний сорбент не є широкопористим, має меншу вологість порівняно з бентонітовими глинами. Таким чином, макромолекули білку, розмір яких може сягати довжини 1000 нм у витягнутому стані, а поперечний переріз – 1 нм [1; 3], є більш доступними для сорбентів, що мають широкопористу структуру. До таких сорбентів й належать використані для дослідження бентонітові глини.

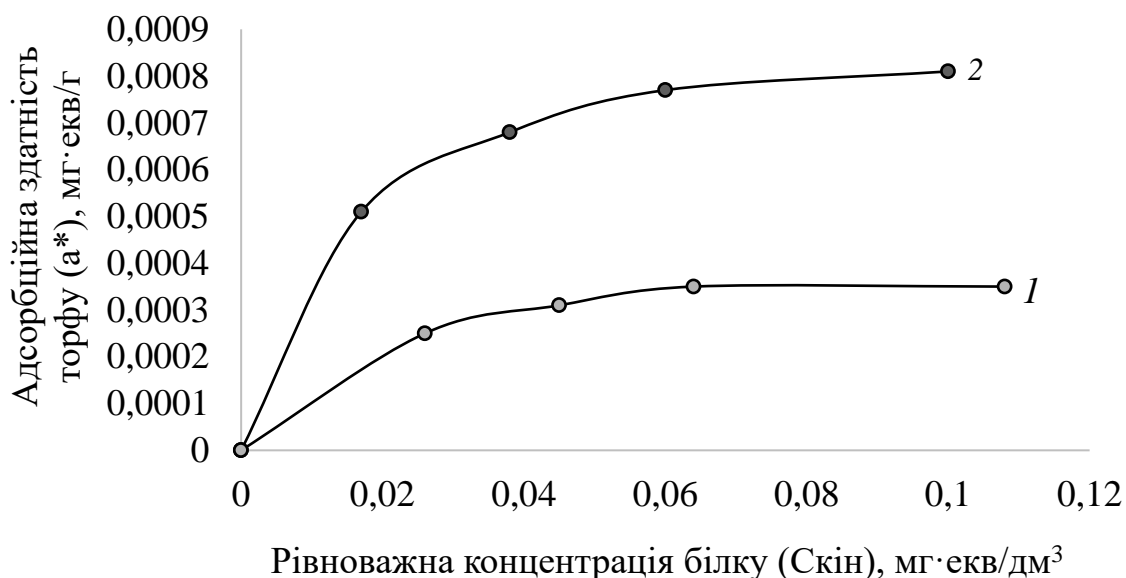


Рис. 2. Ізотерми сорбції білку на торфі Верещиця-Янівського родовища:
1 – верховий торф (рН 5,6-5,81); 2 – низинний торф (рН 6,34-6,44)

У результаті проведених досліджень встановлено, що торф Верещиця-Янівського родовища має здатність адсорбувати білок із водних розчинів. Сорбційна здатність низинного торфу до білку становить 0,00081 екв·мг/дм³. Показник сорбційної здатності для верхового торфу порівняно з низинним, нижчий утричі та становить 0,00025 екв·мг/дм³. Відповідно використання низинного торфу є доцільнішим для застосування його адсорбувального матеріалу до білку зі стоків

АПК, а торф, насичений білковими фракціями, може бути використаний як удобрювальний компонент.

Отже, сорбційна здатність торфу до білкових молекул є нижчою порівняно з клиноптилолітом (~ у 6 разів), із бентонітом і палигорскітом (~ у 10 разів). Враховуючи, що в межах Львівської області налічується 168 родовищ торфу, площею промислової глибини 48 123 га [7], варто звернути увагу на перспективи використання торфу для очищення стоків агропромислового комплексу.

Бібліографічний список

1. Мацуська О. В., Параняк Р. П., Гумницький Я. М. Очищення стоків від білків природними сорбентами. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*, 2011. Т. 13. № 2(2). С. 255-261.
2. Шестопалов О. В., Гетта О. С., Рикусова Н. І. Сучасні методи очищення стічних вод харчової промисловості. *Екологічні науки*, 2019. № 2(25). С. 20-27.
3. Параняк Р. П., Мацуська О. В. Загальна характеристика природних сорбентів та їх використання у промисловості та сільському господарстві. *Сільський господар*, 2008. №5/6. С.38-42.
4. Мацуська О. В., Гумницький Я. М. Оцінка антропогенного навантаження на водні об'єкти діяльністю АПК. С. 101-117. Економіко-екологічні аспекти сталого розвитку : колективна монографія / під заг. ред. Ж.В. Дерій. Чернігів: ЧНТУ, 2017. 157 с.
5. Мацуська О. В., Ціжовська М. В., Хапко Д. М. Перспективи екологізації процесу очищення стічних вод АПК при використанні нетрадиційних сорбентів. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія «Сільськогосподарські науки»*, 2019. Т. 21. № 91. С. 54-59.
6. Мальований М. С., Кріп І. М., Кириченко О. В. Очищення води від нафтопродуктів природними сорбентами та модифікованими глинистими сорбентами. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*, 2007. №4. С.61-65.
7. Мацуська О. В. Торф у вирішенні екологічних проблем АПК. *Екологічна безпека як основа сталого розвитку. Європейський досвід і перспективи* : матеріали Міжнародної наук.-практ. конф. м. Львів, 26 березня. 2021 р. ЛДУБЖ: Львів, 2021. С. 52-55.

ЕМІСІЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ З ГНОЮ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ, ОРГАНІЧНИХ ТА НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

В. В. Каплінський, к. вет. н.,
ORCID ID: [0000-0002-0138-9957](https://orcid.org/0000-0002-0138-9957),
Інститут біології тварин НААН

М. І. Воробель, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0003-4387-4173](https://orcid.org/0000-0003-4387-4173),

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

О. Я. Клим, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-6330-8489](https://orcid.org/0000-0002-6330-8489),

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

А. З. Пилипець, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-4730-7339](https://orcid.org/0000-0002-4730-7339)
Інститут біології тварин НААН

М. М. Цап, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-1446-0409](https://orcid.org/0000-0002-1446-0409)
Інститут біології тварин НААН

Проблема збереження навколишнього середовища від забруднення відходами агропромислового комплексу та інших галузей сільського господарства є важливим завданням для всіх регіонів України [1]. Тому актуальним завданням є вирішення проблем утилізації відходів та розроблення ефективних заходів для зниження емісії парникових газів (ПГ) у навколишньому природному середовищі.

Одним із аспектів зменшення викидів ПГ з побічної продукції тваринницьких підприємств є пошук і впровадження засобів, які б забезпечили мінімізацію негативних впливів та наслідків на навколишнє середовище [1; 5].

Дослідження проведені в лабораторії екологічної фізіології та якості продукції Інституту біології тварин НААН і лабораторії екології Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

За основу проведення досліджень взято методику, яку запропонували: д.тех.н. В.В. Шацький, к.тех.н. О.Г. Скляр, к.тех.н. Р.В. Скляр та інженер О.О. Солодка, які визначали залежність виходу біогазу від структури субстрату за метанового зброджування в лабораторних умовах [3-5].

Запланований експеримент проводили у трьох повторах. Процес проходження етапів: гідролізу, окислення (ацидогенез), утворення ацетату

(ацетогенез) становив 33 доби. За цей період спостерігали зростання рівня рН від 5,5 до 8,2 од. На початку утворення метану (стадія метаногенезу) у гноєві субстрати (розведення 1:1 з дистильованою водою) додавали препарати: варіант I – контроль (гній без внесення препаратів); II – варіант – біокомпозиція (на основі грибів Basidiomycota, полісахаридів, мінералів, біохімічних фракцій вищих рослин) у розведенні 1:10 [2]; III – біокомпозиція в розведенні 1:5; IV – нітроамофоска ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl}$) – 40 г; V – глауконіт ($(\text{K}, \text{H}_2\text{O})(\text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_2 \times n\text{H}_2\text{O}$) у кількості 9 г; VI – сірка осаджена (S) – 6 г; VII – вапно натронне ($\text{NaOH}, \text{Ca}(\text{OH})_2$) – 12 г.

Результати досліджень зі встановлення виділення біогазу із субстратів гною у трьох повторях були ідентичні, тому вони об'єднані в спільну базу. На основі одержаних результатів встановлено, що у варіантах з додаванням до субстрату біокомпозиції на основі грибів Basidiomycota, емісія CO_2 і CH_4 знижується від 93 до 100 %. У разі додавання в метаногенеруючу сировину нітроамофоски ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl}$), що складається з збалансованих пропорцій азоту, калію і фосфору, рівень вмісту CO_2 і CH_4 був меншим за контроль на 37%. Внесення у гній ВРХ глауконіту сприяло зниженню виходу біогазу на 29%. Сірка осаджена зменшувала вихід CO_2 і CH_4 на 68%. У варіанті з застосуванням вапна натронного рівень CO_2 і CH_4 був нижчим за контроль на 52%.

Висновки. У результаті експериментальних досліджень емісії парникових газів CO_2 і CH_4 (in vitro) встановлено, що найменший їх вихід із субстрату гною великої рогатої худоби спостерігається за внесення натрієвого вапна, осадженої сірки та біокомпозиції на основі грибів Basidiomycota, полісахаридів, мінералів, біохімічних фракцій вищих рослин. Застосування вищевказаних речовин і препаратів позитивно впливає на зменшення викидів парникових газів у природне середовище та знижує неприємний запах у субстраті гною, що має важливе значення для виробничих умов.

Бібліографічний список

1. Болтянський Б.В., Мовчан С.І., Дереза С.В. Використання відходів тваринництва та птахівництва. *Сучасні наукові дослідження на шляху до*

євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму, 21-22 червня 2019 р. Мелітополь : ТДАТУ імені Д. Моторного, 2019, Ч. 1. С. 61 – 64.

2. Бойко О.А., Космідайло Т.В. Біотехнологічні процеси в грибництві за вирощування *Basidiomycetes*. *Агроекологічний журнал*. 2014. №4. С. 118 – 121.

3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методи інтенсифікації процесів метанового зброджування. *Наук. вісник ТДАТУ*. 2014. Вип. 4, Т. 1. С. 3 – 9.

4. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Основи біогазових технологій та параметри оптимізації процесах зброджування. *Праці ТДАТУ*. 2009. Вип. 9, Т. 1. С. 20 – 30.

5. Шацький В.В., Скляр О.Г., Скляр Р.В., Солодка О.О. Вплив структури субстрату на вихід біогазу при метановому зброджуванні. *Праці ТДАТУ*. 2013. Вип. 13, Т. 3. С. 3 – 12.

ВИЗНАЧЕННЯ ХРОНІЧНОЇ ТОКСИЧНОСТІ ВОДИ р. ГНИЛА ЛИПА

Т. Л. Ричак, аспірант,

ORCID ID: [0009-0002-0848-6327](https://orcid.org/0009-0002-0848-6327),

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Надмірне антропогенне навантаження, особливо хімічне забруднення призводить до отруєння водного середовища. Водозбірний басейн р. Гнила Липа, що протікає по Лівобережжю Дністра, потерпає від токсикантів, які утворюються в результаті інтенсивного сільського господарства та неорганізованих поверхневих стоків комунального господарства. Сільське господарство на території дослідження є джерелом утворення різноманітних токсикантів для поверхневих вод, серед них: інсектициди, гербіциди, дефоліанти, фосфати, нітрати. Основні токсичні компоненти стічних вод комунальних господарств – це фосфати, детергенти, органічні сполуки. Токсичні компоненти поверхневим стоком приносяться в поверхневі води і перетворюють нормальне водне середовище в токсичне. Проте токсичність водного середовища може бути зумовлена метаболізмом самих гідробіонтів, тобто, мова про природну токсичність водного середовища. Небезпека викликана тим, що в трофічних ланках відбувається

накопичення токсикантів у гідробіонтів, які живляться отруєними (токсичними) водяними організмами.

Не тільки концентрація токсикантів і тривалість їх дії впливає на стан водойми і гідробіонтів. Інтوكсикація особливо гостро розвивається на тлі кисневого дефіциту та залежить від ефекту сумарної дії самих токсикантів і фізико-хімічних чинників водойми. Насамперед, це показники кислотності, вмісту діоксиду вуглецю, вмісту органічних речовин, жорсткість води, її солоність [1]. Дуже важливим показником є температура. З підвищенням температури води спостерігається різкий прояв токсичності хімічних речовин. Особливо це важливо в разі скидання у водойми підігрітих вод теплових електростанцій. У результаті, навіть незначні концентрації токсичних речовин стають небезпечними, як для водного середовища, так і для гідробіонтів, зокрема. У цьому полягає наше дослідження: надати еколого-токсикологічну оцінку якості води у р. Гнила Липа, на якій споруджено і функціонує водойма охолоджувач теплової електростанції.

Одним із найефективніших біологічних методів оцінки небезпеки різноманітних джерел забруднення є метод експериментального визначення токсичності води для гідробіонтів, який ґрунтується на реєстрації реакцій тест-об'єктів. Науковій спільноті відомі доробки з питань екотоксикології та навколишнього середовища [2], гідроекологічної токсикометрії та біоіндикації забруднень [3], метрологічного забезпечення оцінки токсичності води методом біотестування, основи нормування антропогенного забруднення аквальних ландшафтів, еколого-токсикологічної оцінки якості води річок [4].

Було проведено таке дослідження: визначити токсичність проб води у р. Гнила Липа. Взимку 2024 року ми визначали токсичність води у водоймі-охолоджувачі, яка розташована на річці. Отримані результати досліджень екологічної токсичності води у водоймі-охолоджувачі взимку стали науковим поштовхом для продовження дослідження, безпосередньо, стану якості води у р. Гнила Липа. У березні 2024 р., відібрані 5 проб води для визначення токсичності води згідно з КНД 211.1.0.009-94 [5]. Перша проба води відібрана на репрезентативному створі за 20 м до впадіння річки у водойму – охолоджувач, друга проба відібрана за нижче

за течією, за дамбою (8 км), третя проба води відібрана також нижче за течією річки (12 км), четверта за 500 м до гирла річки Гнила Липа, і п'ята після впадіння р. Гнила Липа у р. Дністер, нижче місця падіння за течією 500 м. Методи дослідження: польові, аналітичні, біотестування.

Лабораторні дослідження проводили в лабораторії еколого-токсикологічних досліджень Навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Лабораторія атестована Державним комітетом України з питань технічного регулювання та споживчої політики на проведення вимірювань токсичності методом біотестування у сфері поширення державного метрологічного нагляду. Рівні хронічної токсичності води визначено за методикою біотестування за ДСТУ 4174:2003 Якість води. Визначення хронічної токсичності хімічних речовин та води на *DaphniamagnaStraus* та *Ceriodaphniaaffinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 10706:2000, MOD). Результати експериментальних досліджень запропоновано у табл.

Таблиця 1

Результати визначення хронічної токсичності

№ репрезентативного створу відбору проби води	Місце розташування репрезентативного створу відбору води	Клас якості води	Ступінь забрудненості	Рівень хронічної токсичності, ОТх [6]
1.	р. Гнила Липа, 20 м до впадіння річки до водойми – охолоджувача	Чиста	I	1,0
2.	р. Гнила Липа, 8 км від дамби нижче за течією річки	Слабо забруднена	II	1,1-2,0
3.	р. Гнила Липа, 12 км від дамби, нижче за течією річки	Слабо забруднена	II	1,1 – 2,0
4.	р. Гнила Липа, 500 м до гирла річки Гнила Липа	Чиста	I	1,0
5.	р. Дністер, 500 м за течією нижче гирла р. Гнила Липа	Чиста	I	1,0

Для визначення хронічної токсичності використовують методику, що ґрунтується на розрахунку різниці між виживаністю чи плодючістю церіодафній у воді, що аналізується порівняно з кількістю церіодафній у воді, в якій вони утримуються.

Отримані результати свідчать, що з відібраних проб – 40% виявили хронічну токсичність, а саме – проби, відібрані за дамбою водойми-охолоджувача в межах с. Бовшів, – ступінь забрудненості II, клас якості води – слабо забруднена. Ця територія знаходиться під приватною забудовою, городами, садами, сільськогосподарськими угіддями. Місцевими мешканцями вода з річки практично не використовується, можливо, лише в спекотне літо для зрошування та для рибництва. Для 60% відібраних проб – це проби води, відібрані за 50 м до впадіння річки у водойму, 500 м до впадіння річки у Дністер, та води р. Дністер 500 м нижче за течією, – встановлено перший клас якості води і за ступенем забрудненості вода визначається – як чиста.

У результаті дослідження встановлено, води р. Гнила Липа зазнають різного антропогенного навантаження. Аналіз проб води, відібраних на 5 створах, показав, що лише у пробах води з другого і третього створів виявлена хронічна токсичність води. Першопричиною може бути надходженням забруднювальних речовин у річку Гнила Липа з поверхневим стоком і вторинним забрудненням донними відкладами навесні. Необхідним є продовження моніторингових досліджень для підвищення рівня екологічної безпеки водних об'єктів у межах впливу теплової електростанції із врахуванням зміни фізико-хімічних чинників та гідрологічних режимів.

Бібліографічний список

1. Романенко В.Д. Основи гідроекології: Підручник. Київ: Обереги, 2001. 728 с.
2. Keddy S.I., Greene J.C., Bonnell M.A. Ecotoxicol. Environ. Saf. 1995. № 3, 1995. pp. 221–251.
3. Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень / за ред. І. Т. Олексіва та Л. П. Брагінського. Львів : Світ, 1995. 437 с.

4. Крайнюков О. М. Науково-методичні основи нормування антропогенного забруднення аквальної ландшафтів: монографія / за ред. А. В. Гриценка, А. М. Крайнюкової. Харків : Екограф, 2013. 260 с.

5. КНД 211.1.4.056-97. Методика визначення хронічної токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Біотестування у природоохоронній практиці. 1997. Київ.

6. Патент на корисну модель №67014. Спосіб визначення рівня хронічної токсичності природної води/ О. М. Крайнюков, А. М. Крайнюкова; зареєстровано в державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.01.2012. (11) 67014 (13)U (51) МПК (2012) G01N 33/18.

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

В. Г. Омельченко, кандидат геологічних наук,

ORCID ID: [0000-0002-2939-4088](https://orcid.org/0000-0002-2939-4088)

О. В. Тарас, студентка

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Питання пошуків нових видів екологічно безпечних джерел енергії і розробки технологій їх використання, на сьогодні є надзвичайно важливою проблемою.

У природі існують хімічні елементи, з яких можна отримувати безпечну термоядерну енергію, яка виключає радіоактивне забруднення навколишнього середовища.

На сьогодні таким елементом є один з ізотопів гелію (**He**), а саме **He-3** (${}^3\text{He}$). Гелій (переклад з грецької Helios – Сонце) – цей елемент один із найпоширеніших у Всесвіті. За розповсюдженням і легкістю він займає друге місце після Гідрогену (**H**) в періодичній системі хімічних елементів Д.І. Менделєєва. Природній **He** складається з двох стабільних ізотопів ${}^3\text{He}$ і ${}^4\text{He}$. Крім стабільних ізотопів у склад **He** входять ще 6 не стабільних ізотопів, які отримують в лабораторіях штучно. Ядро ${}^3\text{He}$ складається з двох протонів і одного нейтрона, ${}^4\text{He}$ складається з двох протонів і двох нейтронів. Загальна кількість ${}^3\text{He}$ в атмосфері 0,000137%, що

дорівнює приблизно 35 тис. т, але він є ще також і в мантії Землі на 2 порядки більше, ніж в атмосфері. Виділення ^3He в атмосферу з надр Землі в разі активізації вулканів і через розломи в земній корі дуже мале і оцінюється не більше ніж декілька кілограмів на рік. ^4He міститься в He набагато більше, ніж ^3He . Його в гелії і на Землі приблизно 99,99986%, у той час як ^3He всього 0,00014%. ^3He є продуктом реакцій, що відбуваються на Сонці. Вважається, що ^3He викидається Сонцем у Всесвіт у дуже великій кількості. Астрофізики називають це явище «Сонячним вітром». Частинки ^3He у космічному просторі вриваються в об'єкти, що зустрічаються на їх шляху, але на Землю вони майже не потрапляють у зв'язку з тим, що магнітне поле Землі не підпускає ^3He . Дослідженнями встановлено, що ^3He в достатньо великій кількості є на Місяці. Цьому сприяє, як вважають астрофізики те, що на Місяці відсутні атмосфера і дипольне магнітне поле.

Сьогодні встановлено, що в реакторах синтезу, на відміну від реакторів ділення ^3He може слугувати елементом для одержання ядерної енергії з практично нульовою радіоактивністю.

Як свідчать результати досліджень пилу і взірців порід із Місяця, ^3He достатньо багато на місячній поверхні. Пил Місяця складається з гострих частинок і на Місяці практично не має процесів ерозії та він володіє електростатичним зарядом. В результаті місячний пил легко проникає в інші матеріальні субстанції.

З метою використання ^3He американські вчені планують політ на Місяць за програмою «Constellation» («Сузір'я») для ретельного вивчення проблеми використання поверхні Місяця для утворення баз з проживанням людей на 2040 – 2060 роки.

Сьогодні проблемою освоєння місячної поверхні і побудовою там баз зацікавились Китай, Індія, Японія. Ці країни розпочали дослідження місячної поверхні за своїми власними програмами.

Одержувати ^3He передбачають із поверхневого шару порід Місяця, який одержав назву реголіт. У місячному реголіті вміст ^3He може бути до 10 млн т. У програмі NASA передбачено видобувати ^3He на поверхні Місяця, шляхом концентрації його частинок з подальшим транспортуванням їх на Землю. У реголіті

встановлено також інші цінні для промисловості елементи, такі як: титан, алюміній, залізо. А індійський супутник у районі місячних полюсів виявив воду у вигляді льоду, що дуже важливо для утворення баз на Місяці.

Теоретично підраховано, що ККД гелієвих реакторів дуже високий. Проекти використання ^3He із реголіту Місяця, який є унікальною сировиною для одержання безпечної термоядерної енергії, інтенсивно розробляють у різних промислово-розвинених країнах.

Бібліографічний список

1. SIDC-Solar influences Data Analysis Center: <http://sidc.oma.be/sunspot-data/>
2. Лукін А. Є. Сланцевий газ і перспективи його видобутку в Україні. *Геологічний журнал*. Київ, 2010. № 3, С. 17–33.
3. Орлов О. О., Омельченко В. Г. Проблема видобування нафти і газу із бітумінозних товщ в Україні. *Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ*. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. №4 (37). С. 28-32.
4. Орлов О. О., Жученко Г. О. Потенційні можливості використання ресурсів нетрадиційних енергоносіїв у Західному регіоні України. *Тези доповіді наукової наради ІФІНГ*. Івано-Франківськ, 1992. С. 17.
5. Орлов О. О., Омельченко В. Г. Проблема використання гідротермальної енергії Землі як альтернативи вуглеводневим джерелам енергоносіїв в Україні. *Науковий вісник*. 2010. № 1. С. 121-131.
6. Вульчин Є. І. Геохімія мікроелементів у каустобіолітах Західних областей України: [монографія]. Київ : Наук. думка, 1974. 111 с.
7. Орлов О. О., Жученко Г. О. Потенційні можливості використання ресурсів нетрадиційних енергоносіїв у Західному регіоні України. *Тези доповіді наукової наради ІФІНГ*. Івано-Франківськ, 1992. С. 17.
8. Локтев А. В. Особливості дорозвідки газових покладів у тонкошаруватих піщаноглинистих відкладах неогену Зовнішньої зони Передкарпатського прогину: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. геол. наук: спец. 04.00.17 – «Геологія нафти і газу». ІФНТУНГ. Івано-Франківськ, 2004. 22 с.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Л. М. Романюк¹, М. Г. Хомин²,
Р. Р. Романюк², к. ф.-м. н., ст. н. с.,

¹ВСП «Львівський фаховий коледж Львівського національного університету природокористування»

²Західний науковий центр НАН України і МОН України

Збалансоване користування водними ресурсами вимагає дотримання певних принципів і нормативно-законодавчих актів, що тягне за собою необхідність взаємопов'язаних дій щодо оцінки, планування та контролю. Раціональне використання водних ресурсів та забезпечення якості питної води є ключовими аспектами у забезпеченні безпеки людини і держави. Україна належить до держав з порівняно низьким водоресурсним потенціалом. Середній багаторічний відновлюваний об'єм поверхневих вод приблизно становить 95 км³ на рік, що рівнозначно 2,0 тис. м³ на людину. При цьому більше половини водних ресурсів зосереджено в басейні Дунаю, де потреба у воді не перевищує 5 %. У маловодні роки на одну людину припадає біля 1,2 тис. м³, що за класифікацією ЮНЕСКО характеризує Україну як водонезабезпечену країну. Ресурси підземних вод на території України оцінюють майже у 22,5 км³ в рік. Загальна кількість розвіданих запасів підземних вод, доступних для використання, становить близько 5,7 км³ на рік, фактично використовується 2,5 км³ на рік. Для поліпшення водозабезпечення в Україні створено понад 1160 водосховищ загальним об'ємом близько 55 км.

Проведено аналіз використання водних ресурсів західного регіону України у складі Волинської, Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської, Рівненської, Тернопільської, Хмельницької і Чернівецької областей та ступінь їх використання на фоні аналогічних показників в межах України. Загальний об'єм забору (вилучення) води з природних водних об'єктів останнім часом суттєво зменшився як в Україні загалом, так і в межах західного регіону України (табл. 1). Якщо у 2015 році по Україні він становив майже 15 км³, то 2021 року – лише 8,9 км³ (зменшення у 1,7 разів), то у західному регіоні України загальний об'єм забору

води зменшився на 31%. Із загального об'єму забору води в Україні близько 48% припадає на промисловість, 26% – на сільське господарство і 25% – на комунальне господарство. Об'єм втрат води при транспортуванні у 2015 році оцінювався у 2,2 км³ в рік, а 2021 року втрати води становили лише 0,8 км³ (зменшення у 2,22 рази).

Таблиця 1

**Основні показники використання і відведення води сумарно
у восьми областях західного регіону України у 2015-2021 рр., млн м³**

Роки	2010	2015	2018	2019	2020	2021
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Забрано води з природних водних об'єктів	1240,96	906,51	894,5	868,4	758,54	857,02
Спожито свіжої води	925,72	656,46	661,44	658,53	561,44	641,1
Втрати води при транспортуванні	141,93	-	161,76	146,64	131,72	127,56
Загальне водовідведення	959,65	751,23	673,12	658,35	633,79	686,78
Водовідведення у поверхневі водні об'єкти забруднених зворотних вод	166,16	104,19	98,451	104,34	69,71	54,17
Водовідведення у поверхневі водні об'єкти нормативно очищених	370,99	415,34	405,34	333,27	379,44	378,9
Водовідведення у поверхневі водні об'єкти нормативно чистих без очищення	91,65	69,1	116,79	106,26	98,06	109,55
Потужність очисних споруд	1246,9	1182,5	1190,53	1186,26	1279,74	1166,8

Важливо зазначити, що у західному регіоні України спостерігається чітка тенденція до зменшення водовідведення у поверхневі водні об'єкти забруднених зворотних вод. Так, у 2021 році порівняно з 2015 роком таке зменшення відбулося аж на 67%. Проте, необхідно здійснити заходи щодо зменшення втрат води при транспортуванні, оскільки на фоні зменшення у регіоні споживання свіжої води та забору води з природних водних об'єктів на 31 відсоток, втрати води при транспортуванні зменшилися лише 10%.

Різниця між розміром забору води та води, що використовуються для споживання, визначає розмір втрат. Динаміку втрат води у західному регіоні на фоні відсоткових втрат у межах України можна простежити на рис. 1. Середній розмір втрат складає приблизно 25% у західному регіоні і 30% в Україні. У сільському господарстві виникають найбільші втрати, значно менше у житловому фонді та у промисловості.

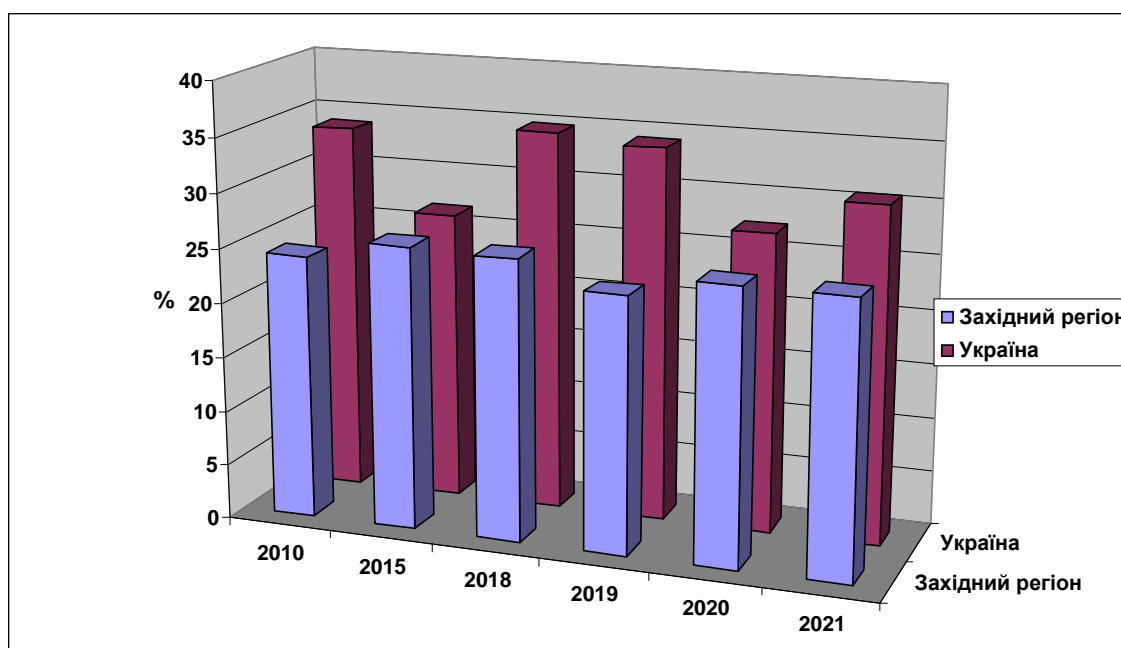


Рис. 1. Динаміка втрат води (у %) в Україні і західному регіоні України

Найбільше забруднення підземних вод чинять накопичувані промислових і побутових відходів, агресивні шахтні та рудникові води, стічні води тваринницьких комплексів. Також важливою проблемою водних ресурсів у регіоні є забруднення водотоків побутовими стоками промислових підприємств. Незважаючи на

зменшення виробничих потужностей, не спостерігається значного покращання якості стічних вод та зменшення скиду недоочищених стічних вод.

Для поліпшення екологічного стану водних ресурсів необхідно дотримуватись законодавства щодо обмеженого використання земель у межах водоохоронних зон, мінімізувати розмір скидання у водні об'єкти регіону недостатньо очищених і неочищених стоків та зменшити втрати води при транспортуванні. Збалансована господарська діяльність на землях водного фонду відкриє резерви для збільшення ресурсів чистої води і забезпечить значне оздоровлення водних екосистем.

Бібліографічний список

1. Водна стратегія України на період до 2025 року (наукові основи) / за науковою редакцією М. І. Ромашенка, М. А. Хвесика, Ю. О. Михайлова. Київ, 2015. 46 с.

ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКАРПАТТІ

Д. О. Линник, студент 3 курс бакалаврату

Г. М. Грицуляк, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: [0000-0003-2463-4772](https://orcid.org/0000-0003-2463-4772)

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Станом на сьогодні суспільство перебуває у глибокій екологічній кризі. Серйозною проблемою є глобальне забруднення навколишнього середовища. Починаючи з 50 років минулого століття, особлива увага приділяється питанню штучних техногенних полів або параметричного забруднення. Невидиме для людського ока фізичне забруднення становить серйозну загрозу для довкілля та добробуту людства. Збільшення відсотку хворіб і навіть загибелі біоти зумовило різке збільшення наукових пошукових досліджень на тему впливу параметричного забруднення. Проте цей напрям і на сьогодні залишається актуальним та малодослідженим.

Електромагнітне забруднення пов'язане з утворенням електромагнітних полів (магнітні та електричні поля, що поширюються у просторі у вигляді хвиль), у яких параметри магнітної та електричної складової перевищують встановлені гранично допустимі рівні впливу. Джерелами електромагнітного випромінювання є телевізійні та радіотрансляційні станції, радіолокаційне та радіонавігаційне обладнання, системи кабельного зв'язку, високовольтні лінії електропередач, установки, що забезпечують стільниковий зв'язок, побутова техніка, трансформатори [1]. Електромагнітне випромінювання завдяки своїм фізичним властивостям впливає на різні складові навколишнього середовища. Негативного впливу зазнає, як саме середовище проживання біоти, оскільки під дією ЕМП воно може змінювати свої властивості, так і живі організми.

Шумове забруднення являє собою збільшення рівня механічних коливання понад природній фон та є сукупністю небажаних звуків, які можуть завдати шкідливих наслідків для людини і біоти [2]. Джерела шумового забруднення: промислові підприємства, транспорт, будівельні та ремонтні роботи, вибухи тощо. Особливу небезпеку складає безперевний шум, адже шум невисокої інтенсивності при постійному впливі може зумовити важчі наслідки ніж короточасний високо інтенсивний шум. Шумове забруднення є загрозою для людини. Вплив шуму зумовлює високий ризик виникнення фізичним та психічних захворювань [4].

Радіаційне забруднення є найбільш небезпечним видом фізичного забруднення. Чорнобиль, Фукусіма, Хіросіма та Нагасакі у стали страшним доказом руйнівної сили радіації. Забруднення довкілля радіоактивними речовинами в кількості, що перевищує встановлені норми, призводить до негативних наслідків для живих організмів. До техногенних джерел радіаційного забруднення належать радіоактивні відходи, ядерна зброя, радіонукліди, які використовуються на підприємствах. Радіоактивні речовини, потрапивши в навколишнє середовище, мають властивість накопичуватися. Після осідання радіоактивних частинок у навколишньому середовищі, відбуваються процеси вивітрювання, відповідно радіонукліди згодом мобілізуються [3] Існує високий ризик переходу радіоактивних речовин по трофічним зв'язкам. Руйнівного впливу

радіаційного забруднення зазнають усі живі організми. За впливу радіації на рослини в останніх порушується стабільність структура генному та виникають мутації.

У межах дослідження проведено вимірювання таких параметрів, як: шум, радіаційний фон, електромагнітне випромінювання. Для дослідження обрано ділянку в с. Ценжів Івано-Франківської області. Фізичні параметри досліджуваної території вимірювали за допомогою таких приладів:

- 1) Шумомір PCE-323;
- 2) Дозиметр-радіометр МКС-05 “ТЕРРА”;
- 3) NFA-400 3D низькочастотний аналізатор.

На рис. 1 відображено схему розташування точок вимірювань і потенційних джерел електромагнітного забруднення.



Рисунок 1. Схема відбору проб

У табл. 1 подано результати вимірювання фізичних параметрів середовища.

Результати вимірювання фізичних параметрів середовища

№	Координати		*(137Cs) (мкЗв/год)	Шум (дБ)	Електромагнітне випромін.			
	X	Y			**E _y (В/м)	*** (нТ)		
						X	Y	Z
1	49°00'07"	24°36'17"	0	44	3,9	31	24	36
2	49°00'06"	24°36'13"	0,11	40	-	39	32	47
3	49°00'06"	24°36'08"	0,1	38,6	2,7	37	42	36
4	49°00'07"	24°36'05"	0,13	46,8	54,3	153	134	140
5	49°00'09"	24°36'06"	0,07	44,9	0,7	54	40	23
6	49°00'12"	24°36'09"	0,11	44,2	0,9	37	36	46
7	49°00'12"	24°36'11"	0,14	42	1,3	54	49	45
8	49°00'09"	24°36'01"	0,1	40,3	1,1	31	22	24
9	49°00'10"	24°36'00'	0,11	42,7	1	31	15	35
10	49°00'07"	24°35'56"	0,1	44,8	0,7	27	38	25
11	49°00'04"	24°35'51"	0,08	51,2	0,9	25	21	19
12	49°00'01"	24°35'46"	0,1	51,9	0,7	57	55	48
13	49°00'01"	24°35'39"	0,12	45,4	26,8	114	111	135
14	49°00'00"	24°36'07"	0,11	52,2	2,1	20	18	17

ПРИМІТКА

* Потужність амбієнтного еквівалента дози гамма- та рентгенівського випромінень (137Cs) (мкЗв/год)

** Електрична складова

***Магнітна складова

Згідно з Державними санітарними нормами допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови, для територій які безпосередньо прилягають до житлових будинків допустимий рівень шуму складає 55 дБ удень. На досліджуваній території не фіксується перевищення встановленого законодавством показника. Проте варто зазначити, що на точках № 11-14 фіксуються найвищі показники, що пов'язано з близькістю до підприємства. Потужність амбієнтного еквівалента дози гамма- та рентгенівського

випроміненнь не перевищує встановленої Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ-97) норми – 30 мкЗв/год. Згідно з Державними санітарними нормами і правилами гранично допустимий рівень електромагнітних полів для радіотехнічних об'єктів встановлюється на рівні 100 мкВт/см² або 19,42 В/м. Тому суттєві перевищення за цим показником не фіксуються (окрім точки № 13). У точці № 4 вимірювання відбувалося безпосередньо біля радіотехнічного об'єкта, і за рахунок вищої частоти норма буде значно вищою (50 В/м).

Підсумовуючи, хочу сказати, що фізичне забруднення є невидимою, але реальною загрозою нашого часу. Організми різних рівнів організації пригнічуються під дією даного явища, серед них і винуватці забруднення – люди. Як показують різноманітні дослідження, техногенні поля негативно впливають на життєдіяльність живих організмів, спричиняючи численні патології та підвищену смертність. Фізичне забруднення становить загрозу для біорозмаїття, а отже, є перешкодою для досягнення цілей сталого розвитку. На досліджуваній території рівень радіаційного, електромагнітного та шумового забруднення є допустимим, а виміряні показники не перевищують встановлених чинним законодавством норм. Проте побудова додаткових промислових потужностей або встановлення радіотехнічних об'єктів може суттєво погіршити екологічний стан досліджуваної території. Фізичне забруднення руйнує звичне для живих істот природне середовище, чим ставить під загрозу існування цілих екосистем. Необхідно зменшити рівень параметричного забруднення, адже прямо (безпосередньо впливаючи на здоров'я людини) чи опосередковано (шкодячи навколишньому середовищу) воно знищує людство.

Бібліографічний список

1. Кундельська Т. В., Микицей М. Т. Дослідження електромагнітного забруднення, ускладненого впливом базових станцій стільникового зв'язку, на урбанізованій території міста Івано-Франківська. *Екологічна безпека та природокористування*. 2017. № 1-2. С. 20-27.

2. Slabbekoorn, H. (2019). Noise pollution. *Current Biology*, 29(19), R957-R960. [https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(19\)30863-2.pdf](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(19)30863-2.pdf)

3. Salbu, B., Kashparov, V., Lind, O. C., Garcia-Tenorio, R., Johansen, M. P., Child, D. P., Sancho, C. (2018). Challenges associated with the behaviour of radioactive particles in the environment. *Journal of environmental radioactivity*, 186, 101-115.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0265931X17303557>

4. Anees, M. M., Qasim, M., Bashir, A. (2017). Physiological and physical impact of noise pollution on environment. *Earth Science Pakistan*, 2017, 1.1: 08-11. URL:

<https://pdfs.semanticscholar.org/c0fb/8e0224e560d8ebb259bba70f9f23de8a6cc4.pdf>

СТАН КОМПОНЕНТІВ ЕКОСИСТЕМИ БОГОРОДЧАНЩИНИ

Т. В. Калиній, асистент,
ORCID ID: [0009-0001-0902-2981](https://orcid.org/0009-0001-0902-2981)

Б. В. Стасів, студент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Екологічний стан екосистеми Богородчанського району досліджували О.М. Адаменко, Д.О. Зорін, К.О. Радловська, Ю.Е. Саєт, Ю.Г. Щербаков, В.М. Гуцуляк та ін. Із їхніх опублікованих наукових праць відомо кілька методів визначення геохімічного фону на територіях, де проводились геологозйомочні або геохімічні дослідження.

За результатами проведених польових геологічних і геохімічних досліджень було складено карти розповсюдження хімічних елементів у ґрунтах, атмосферному повітрі, опадах дощу і снігу, ґрунтових і поверхневих водах, донних відкладах та золі трав'янистої рослинності.

Аналіз карт показав, що екологічний стан компонентів екосистеми Богородчанського району переважно задовільний. Тут можна виділити чотири зони: із сприятливим станом природного середовища; із задовільним станом природного середовища; із напруженим станом природного середовища та із складним станом природного середовища.

Визначено, що зони напруженої та складної ситуації локалізуються на північному сході та сході району. Їх походження різне – від транскордонних переносів до регіональних і локальних джерел. Зокрема, тут розташовані

найбільші населені пункти, основні підприємства-забруднювачі та проходить автомобільна дорога, якою рухається переважна більшість транспортних засобів. Також такий характер забруднення відповідає ландшафтно-геоморфологічним особливостям досліджуваної ділянки, переважаючому північно-східному напрямку вітрів та особливостям буферної здатності різних типів ґрунтів.

Зрозуміло, що визначити природний геохімічний фон на конкретному полігоні – це складне завдання, тому що на сьогодні майже не збереглися *не модифіковані техногенезом ландшафти*. Лише на територіях національних природних парків, біосферних та природних заповідників зміни ландшафтів мінімальні.

За результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Проведений аналіз відібраних проб на основні типи забруднювачів показав, що на території Богородчанського району поверхневі і ґрунтові води, донні відклади, атмосферне повітря та опади (сніг) забруднені спорадично, лише в кількох точках, які не створюють широких і протяжних просторових аномалій, а локалізуються лише біля окремих техногенних об'єктів.

Побудовані еколого-техногеохімічні карти екологічного стану ґрунтових вод на території Богородчанського району та його територіальних громад свідчать, що води цього типу належать до категорії чистих і досить чистих. Вміст забруднювальних речовин у 95% проб не перевищує регіональний геохімічний фон.

2. Еколого-техногеохімічні карти якості повітря на території Богородчанського району та його територіальних громад свідчать, що приповерхнева атмосфера практично не забруднена. Особливо цікавим є підвищений порівняно з регіональним фоном і стандартом вміст O_2 (21,6-21,8%) над обширними зонами лісів (від с. Гута і гори Сивулі до с. Міжгір'я вздовж лівого борту долини р. Бистриці Солотвинської; в районі сс. Гринява, Невочин, Глибівка, Розсільна; окремі овали над лісами біля сс. Старуні, Маркова, Маняви, Горохолина Ліс). Ці зони особливо привабливі для організації рекреації і лікування цілющим повітрям.

3. На узагальненій еколого-геохімічній карті в середовищах ґрунтів, атмосферного повітря і ґрунтових вод було виділено 7 геоекологічних зон з різним екологічним станом:

- Гутинська зона зі сприятливим (нормальним) екологічним станом;
- Міжгірська зона зі складним екологічним станом;
- Солотвинська зона з задовільним екологічним станом;
- Глибокинсько-Манявська зона зі сприятливим (нормальним) екологічним станом;
- Старунсько-Богородчанська зона з напруженим екологічним станом;
- Горохолинська зона зі сприятливим (нормальним екологічним станом);
- Грабовецька зона з напруженим екологічним станом.

Виконане геоекологічне районування враховує 3 компоненти ландшафтів – ґрунти, ґрунтові води й атмосферне повітря. У разі подальших досліджень, на рівні територіальних громад після вивчення екологічного стану геологічного середовища, геоморфосфери і поверхневої гідросфери запропоноване районування може буде уточнено.

4. Базуючись на карті сучасної екологічної ситуації, рекомендовано для рекреаційно-туристичного і курортно-санітарного використання Гутинську зону (особливо лівобережну частину долини р. Бистриці Солотвинської, де підвищений вміст кисню в атмосферному повітрі), а також північну частину Глибокинсько-Манявської геоекологічної зони.

Об'єктами туристично-спортивного використання можуть слугували ці ж зони.

5. Магістральні газопроводи, компресорна станція і підземне сховище газу також не створюють небезпечних аномалій у воді, ґрунтових водах і атмосферному повітрі. Окремі плями забруднення важкими металами указаних середовищ імовірно виникли ще в період будівництва трубопроводів, тоді ж були забруднені ґрунти різними механізмами та залишками використаної техніки і труб. Ці ж джерела можуть впливати і на екологічний стан поверхневих вод та донних відкладів.

Простеживши за всіма процедурами екологічної оцінки території Богородчанського району, на території якого розташовано і досліджуваний нами

об'єкт – Старунський геодинамічний полігон, ми зможемо методично правильно підійти до його геологічного обґрунтування та екологічної оцінки.

Бібліографічний список

1. Адаменко О. М. Інформаційно-керуючі системи екологічного моніторингу на прикладі Карпатського регіону. Український географічний журнал, 1993. № 3. С. 8-14.
2. Адаменко О. М., Рудько Г. І. Екологічна геологія. Київ : Манускрипт, 1998. 249 с.
3. Зорін Д. О. Географічні інформаційні системи екологічної системи : навчальний посібник. Івано-Франківськ : Супрун В.П., 2016. 180 с.
2. Радловська К. О. Локальний моніторинг довкілля для адміністративних районів і територіальних громад. Івано-Франківськ : Супрун В.П. 168 с.
3. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: навч. посібник. 2-ге вид. доп. Чернівці : ТОВ «Видавництво «Наші книги», 2010. 312 с.
4. Гуцуляк В. М. Ландшафтно-геохімічна екологія. Чернівці : Рута, 1995. 317 с.
5. Адаменко О. М. Використання відпрацьованого озокеритового родовища для створення еколого-туристичного центру у с. Старуня на Прикарпатті / О.М. Адаменко, Є.І. Крижанівський, В.І. Векерик, О.Р. Стельмах, Л.В. Міщенко, Н.О. Зоріна. Д.О. Зорін, М.В. Амброзяк // *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*, 2005, №1(14). ІФНТУНГ. С. 122-129.
6. Еколого-географічні дослідження на Прикарпатті та шляхи подолання складних екологічних ситуацій в Західному регіоні України / [О. М. Адаменко, О. В. Пендерецький, З.М. Лободіна і ін.] // *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка, серія: Географія*, №2, частина II, 2004. С. 3-7.

Секція 2.

АГРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ ТА СТРАТЕГІЇ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО КУРСУ

ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ СВИНЦЮ НА РОСТОВІ ВЛАСТИВОСТІ РОСЛИН

П. Р. Хірівський, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0001-7246-9260](https://orcid.org/0000-0001-7246-9260)

Г. А. Лисак, к. б. н.
ORCID ID: [0000-0003-3388-7966](https://orcid.org/0000-0003-3388-7966)

О. В. Зеліско, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0003-1713-4243](https://orcid.org/0000-0003-1713-4243)

Ю. В. Ковалів, студентка 2-го курсу бакалаврату
Львівський національний університет природокористування

Техногенне забруднення довкілля важкими металами у деяких регіонах набуває характеру екологічного лиха. Свинець, ртуть, кадмій, миш'як і цинк є особливо токсичними забруднювачами (перший клас небезпеки), і їх накопичення в навколишньому середовищі йде високими темпами [5]. Саме тому дослідження багатьох учених в останні десятиріччя спрямовано на вивчення впливу свинцю на живі організми. Зміни ростових процесів у рослин – це перший прояв негативного впливу важких металів, зокрема свинцю, що проявляється одразу після пророщування насіння [1; 2]. У ґрунті рівень свинцю, що знижує врожай чи висоту рослин на 5-10%, вважається токсичним. Виведення мікроелементів з агроecosystem відбувається внаслідок збирання врожаю, вилужнювання ґрунту, вимивання, газової емісії. Видалення з ґрунтів надлишку важких металів — тривалий процес, який потребує значних матеріальних витрат. Альтернативною хімічним методам очистки ґрунту від токсичних концентрацій мікроелементів в останні роки пропонується культивування на забруднених ґрунтах рослин з підвищеною потребою в тих чи інших мікроелементах [3; 4].

Метою наших досліджень полягає у встановленні дії іонів свинцю різної концентрації на ростові процеси соняшнику і гороху.

Об'єктом дослідження було вибрано такі сільськогосподарські культури: соняшник однорічний сорту «Форвард» та горох посівний сорту «Царевич».

Насіння соняшнику і гороху пророщували за різних концентрацій нітрату свинцю ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$): 5×10^{-3} моль/л, 5×10^{-4} моль/л, 5×10^{-5} моль/л, 5×10^{-6} моль/л.

Контролем слугувало насіння, яке пророщували на дистильованій воді. До кожного варіанту досліду використовували по 100–105 насінин. Пророщували насіння в термостаті за температури 23–25 °С. Для визначення впливу йонів свинцю на рослину вимірювали довжину головного кореня на 3 та 7 добу та довжину паростка на 7 добу після замочування насіння. Вимірювання довжини кореня та паростка проводили за допомогою лінійки. Статистичну обробку отриманих результатів проводили за t-критерієм Стьюдента.

За пророщування насіння на дистильованій воді (контроль) отримали високий відсоток схожості (98 і 100% для гороху і соняшнику, відповідно). Пророщування насіння за різних концентрацій нітрату свинцю не вплинуло на схожість насіння, окрім варіанту з найбільшою дослідною концентрацією, яка у насіння соняшника викликала достовірне зниження схожості на 7%.

Через три доби пророщування дослідного матеріалу за різних концентрацій нітрату свинцю вимірювали довжину кореня рослин. Як у соняшника, так і у гороху всі використані в роботі концентрації іонів свинцю спричинили достовірне зменшення довжини кореня на 21,4 – 27,1 мм у соняшнику і 4,2 – 7,2 мм у гороху (рис. 1).

$P < 0,95$.

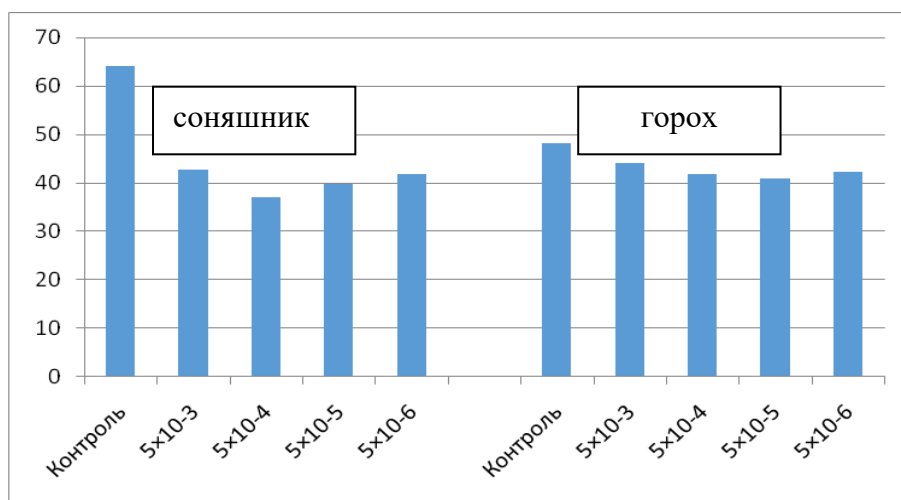


Рис. 1. Довжина коренів соняшнику і гороху (мм) на 3 добу пророщування за різних концентрацій нітрату свинцю, (моль/л)

На сьому добу пророщування насіння за різних концентрацій нітрату свинцю вимірювали довжину кореня і паростка рослин. Середня довжина кореня соняшника в цей період менше від контрольного значення на 33,9 – 44,9 мм у різних варіантах досліду. Також уповільнюється ріст паростка порівняно з контролем на 18,4 – 34,6 мм. У варіанті з концентрацією нітрату свинцю 5×10^{-4} моль/л достовірного зменшення довжини паростка соняшника виявлено не було.

У гороху на сьому добу пророщування насіння за різних концентрацій нітрату свинцю подовжували спостерігати достовірне зменшення довжини кореня на 20,5 – 55,4 мм порівняно з контролем, але статистично значущої затримки росту паростка гороху виявлено не було (рис. 2).

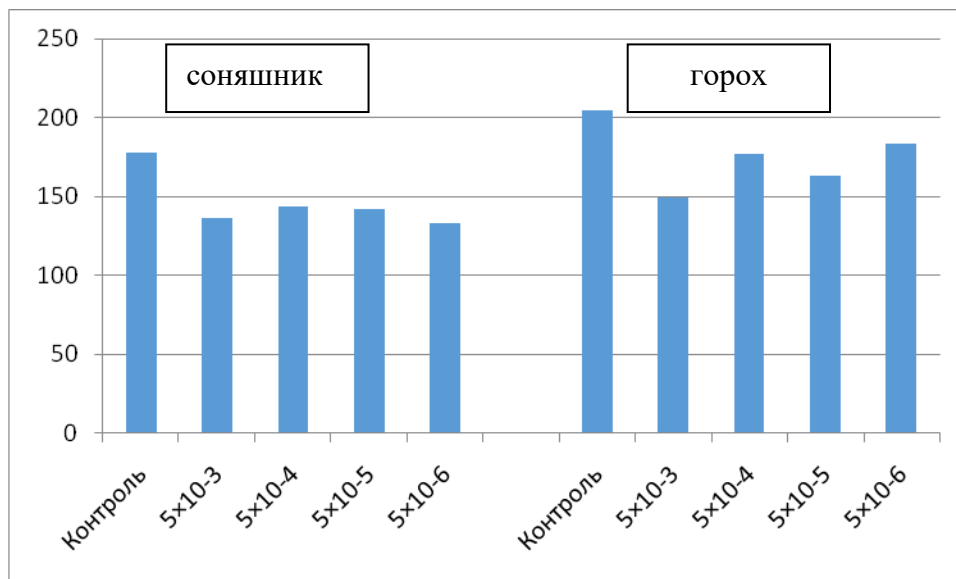


Рис. 2. Довжина коренів соняшнику і гороху (мм) на 7 добу пророщування за різних концентрацій нітрату свинцю, (моль/л)

Висновки. Таким чином, іони свинцю дослідних концентрацій не вплинули на схожість насіння соняшнику та гороху (виключенням була концентрація 5×10^{-3} моль/л нітрату свинцю для соняшника), але спричинили гальмування росту кореня на третю добу пророщування насіння. При чому таке гальмування ростових процесів сильніше проявилось в насіння соняшнику. На сьому добу пророщування спостерігали продовження затримки росту коренів у соняшнику і гороху, а також – паростків у соняшнику. Закономірностей ступеня прояву ростових реакцій у залежності від концентрації іонів свинцю виявлено не було.

Бібліографічний список

1. Паращенко І. В. Акумуляція, міграція та транслокація свинцю за умов забруднення дерново-підзолистого ґрунту. Київ, 2007. С. 88–91.
2. Паращенко І. В. Екотоксикологічна оцінка небезпечності свинцю в компонентах агроєкосистеми. Київ, 2009. 204 с.
3. Пацула О. Г. Адаптаційні реакції соняшника до токсичної дії іонів свинцю та кадмію. Харків : Освіта, 2006. 16 с.
4. Пацула О. І. Реакція соняшника на дію свинцю за участю глутатіонпероксидази. Львів : Львівський національний університет імені І. Франка, 2006. 155 с.
5. Екотоксикологія: навч. посібник / В. В. Снітинський, П. Р. Хірівський, П. С. Гнатів та ін. Херсон : Олді-Плюс, 2019. 395 с.

СТАЛІЙ РОЗВИТОК І ОСВІТА В УКРАЇНІ

Ю. С. Голячук, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0002-2890-164X](https://orcid.org/0000-0002-2890-164X),

Г. О. Косилович, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0001-5908-3312](https://orcid.org/0000-0001-5908-3312),

О. В. Ковтун, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0009-0002-9993-9837](https://orcid.org/0009-0002-9993-9837),

Львівський національний університет природокористування

Зміни клімату стали рушієм для перегляду стратегій економічного розвитку людства, що відобразилося в Стратегії сталого розвитку та Порядку денному розвитку після 2015 року [4]. Освіта є однією з перших сфер, що мають реагувати на виклики сьогодення. Такі глобальні зміни в світосприйнятті не можуть не відобразитися на освітніх програмах у закладах вищої освіти, адже вони готують фахівців, які мають розуміти виклики та втілювати на практиці рішення, які б відповідали загальній тенденції економічного розвитку країни та світу.

Освіта в Україні нині перебуває в стані реформування, що відбувається на тлі повномасштабної війни, наслідками якої є повністю або частково зруйновані, релоковані заклади освіти зі знищеною матеріально-технічною базою. Проте

виклики, пов'язані з пандемією Covid-19, дозволили освіті в Україні адаптуватися до нових умов ведення освітнього процесу, що не могло не вплинути на пристосування до умов воєнного стану. Діджиталізація, віртуальні навчальні платформи, дистанційні форми проведення занять дозволяють долати виклики, пов'язані з невизначеністю та непередбачуваністю умов в Україні.

Сучасна вища освіта базується на одержанні здобувачами як «hard skills», які формують фаховість майбутнього професіонала, так і «soft skills», які визначають здатність здобувача комунікувати, одержувати знання, проявляти лідерські якості тощо. Значна частина освітніх компонент для здобуття як бакалаврського, так і магістерського рівнів вищої освіти за будь-якою спеціальністю, зорієнтована на здобуття соціально-комунікативних навичок. Такий підхід дозволяє студентам набувати таких якостей, як: креативність, стійкість, адаптивність, резилентність тощо. Фахова складова освітніх програм націлена на здобуття студентами програмних результатів, а також спеціальних компетентностей, що дозволить їм приймати фахові рішення в конкретних ситуаціях їх професійної діяльності.

Забезпечення цілей і пріоритетів сталого розвитку неможливе без якісної освіти, яка базувалася б на наданні студентам знань, що стосуються сталого розвитку, загалом, і виконання завдань Цілей сталого розвитку, визначених Україною пріоритетними, зокрема.

Сталість — невідворотний шлях розвитку суспільства, яке прагне залишити після себе спадок у вигляді здорової планети своїм нащадкам. Тож для розуміння загальних тенденцій розвитку економіки загалом та сільського господарства, яке має вагомий вплив на навколишнє середовище зокрема освітні програми за всіма галузями знань і спеціальностями мають надавати студентам базові знання зі сталого розвитку економіки й суспільства. Особливо це стосується освітніх програм за спеціальностями галузей знань 10 «Природничі науки» та 20 «Аграрні науки та продовольство», які готують фахівців, від яких залежить майбутній вектор розвитку сільського господарства в країні та збереження екологічної безпеки та рівноваги.

Підготовка фахівців із чітким розумінням Цілей і завдань Стратегії сталого розвитку, а також політики сталого сільського розвитку Європейського Союзу (ЄС) є важливим викликом сучасної вищої освіти в Україні.

Україна є аграрною країною. На сьогодні, незважаючи на війну, Україна може прогнати, крім власного населення, ще 400 млн людей у світі [2].

За даними Державної служби статистики України [3], із 23,404 млн га під сільськогосподарськими культурами в Україні в 2022 р. 3,855 млн га, або 16,5%, у користуванні фермерських господарств і 6,971 млн га, або 29,8%, у користуванні господарств населення. Тобто майже половина (46,3%) площ під сільськогосподарськими культурами перебуває в користуванні фермерів та населення. Тому надзвичайно важливою є й просвітницька діяльність щодо принципів сталого розвитку сільських територій серед фермерів і членів територіальних громад.

Одним із пріоритетів спільної аграрної політики ЄС на 2023–2027 роки є створення ефективної моделі підтримки й просування знань та інновацій у сільському господарстві та взаємопов'язаних сферах: сільські території, ланцюги доданої вартості, захист довкілля, зміни клімату, збереження біорозмаїття, сталий розвиток суспільства тощо.

Україна є активним учасником із впровадження системи передачі знань та інновацій у сільськогосподарській галузі (AKIS) на регіональному рівні, оскільки сільське населення потребує підвищення власного рівня поінформованості про можливості та потенційні ризики для ведення господарської діяльності та розуміння раціонального використання ресурсів. Поширення знань і практичних навичок щодо сучасних підходів до сільськогосподарського виробництва та інформаційна підтримка інновацій у сільському господарстві є важливими для малих фермерів з метою забезпечення конкурентоспроможності та стабільного розвитку їх діяльності. Створення на національному та регіональних рівнях системи AKIS шляхом генерації та посилення потоків знань, поширення інновацій та інформації, а також зміцнення зв'язків між науковими дослідженнями і прикладними аспектами і практикою є необхідним для досягнення мети [1].

Важливим при цьому є доведення інформації про дотримання принципів політики переходу до виробництва здорової та екологічно чистої сільськогосподарської продукції шляхом зменшення використання хімічних засобів захисту рослин від шкідливих організмів, дотримання регламентів застосування пестицидів і впровадження інтегрованих систем управління чисельністю шкідливих видів організмів у агроценозах.

Таким чином, для переходу й успішного впровадження стратегії сталого розвитку в Україні першочерговим значенням є підготовка через систему вищої освіти фахівців, які володіють навичками й знаннями щодо механізмів досягнення Цілей сталого розвитку, а також просвітницька діяльність серед представників малого фермерства та сільських територіальних громад.

Бібліографічний список

1. Всеукраїнська конференція зі створення та впровадження європейської моделі передачі знань та інновацій у сільському господарстві (AKIC). URL: <https://akis-ukraine.com/#Agenda>
2. Російсько-українська війна: вплив на довкілля / Top Lead, 2023. URL: <https://www.topleadprojects.com/war-in-ua-environmental-impact-ukr>
3. Рослинництво України 2022: статистичний збірник / Державна служба статистики України. Київ, 2023. URL: https://csrv2.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/09/zb_rosl_2022.pdf
4. Як ООН підтримує Цілі сталого розвитку в Україні. Організація Об'єднаних Націй Україна. URL: <https://ukraine.un.org/uk/sdgs>

THE ROLE OF BIOTECHNOLOGIES IN THE CONSERVATION AND RESTORATION OF PLANT BIODIVERSITY: INNOVATIONS FOR ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AND FOOD SECURITY

M. O. Stiurko, Candidate of Agricultural Sciences,

ORCID ID: [0009-0001-1159-636X](https://orcid.org/0009-0001-1159-636X)

H. M. Korpita, Candidate of Agricultural Sciences,

ORCID ID: [0000-0002-0908-0129](https://orcid.org/0000-0002-0908-0129)

Lviv National Environmental University

The modern world is faced with a significant decrease in plant biodiversity, which poses a threat to ecosystems and human well-being. Consistent human intervention in natural processes has led to unprecedented climate changes that have a devastating impact on our environment. These changes, in turn, lead to the degradation and fragmentation of natural habitats, as a result of which the existing ecological balance is destroyed. The result of this process is the loss of many plant species, as well as a decrease in the genetic diversity of ecosystems. The growing number of extinct or endangered species deepens the ecological crisis, disrupting natural cycles and reducing the resilience of ecosystems to external influences [1; 2].

Even at the end of the last century, people realized that they were losing the heritage presented by nature, represented by a great variety of plants. In accordance with these understandings, a new direction of biological sciences began to take shape – conservation biology. The main tasks of which are to provide intellectual and technological means to restore ecological losses or reduce them to a minimum, to develop methods of preserving biological diversity [3].

In 1992, the United Nations adopted the "Convention on the Conservation of Biological Diversity" in order to ensure the preservation, sustainable use and ecological rationalization of biological diversity on the globe. The main task of the convention is to create an international framework for the conservation and rational use of biological diversity, as well as to support sustainable development, provision of ecosystem services and balanced use of natural resources [4].

Studying the issue of preserving plant biodiversity is an extremely important task for scientists. This is because plant biodiversity contains a huge genetic potential that can

be used to create new and improve existing species of cultivated plants. Preservation of the integrity of the ecosystem and ways of its natural restoration are also key points in the preservation of biodiversity [5; 6].

Wild plant species are of special importance because they carry evolutionarily formed genes for resistance to certain diseases and pests. These plants are valuable material in the selection of plants for immunity. Such wild species can be used to develop new varieties of cultivated plants with improved properties of resistance to diseases and pests [7; 8].

In this context, biotechnology plays an extremely important role in the development and implementation of methods aimed at preserving and restoring plant biodiversity. By applying modern biotechnological approaches, such as genetic editing, microcloning, biofabrication, and others, scientists can modify, improve, and preserve the genetic material of rare and ecosystem-important plant species.

These innovative tools allow us not only to save endangered plant species, but also to create new varieties with improved properties such as disease and pest resistance, higher yields and adaptation to climate change. Biotechnology also helps produce plants that can be used to restore ecosystems, improving the diversity and stability of natural environments.

Biotechnology and its method of microclonal propagation in *in vitro* culture turned out to be a promising direction in the preservation and restoration of plant biodiversity [9]. The use of this method is of particular importance for species that require special conditions at the initial stages of ontogenesis and are difficult to reproduce vegetatively; for species whose seeds cannot withstand long-term storage; in the mass production of valuable genotypes of collectible plants placed in botanical gardens and in limited natural habitats.

Microclonal reproduction is an asexual vegetative reproduction, in which plants are obtained that are genetically identical to the original parental form, which contributes to the preservation of genetically homogeneous plant material. An important feature of the method is the possibility to work with an explant taken from almost any part of the

plant (axillary and apical buds, young leaves, some elements of flowers and inflorescences) with their subsequent regeneration.

Reproduction using microcloning consists of the following main stages:

1. Selection of a donor plant. A healthy and genetically stable plant is selected, which will serve as a source of material for microcloning.
2. Preparation of explants. Explants are taken from the plant - parts of the plant that contain the desired cells or tissues, such as buds, leaves, shoots or stems.
3. Sterilization of explants. The explants are sterilized to eliminate any microorganisms that might contaminate the culture.
4. Placement in the cultural environment. Sterile explants are transferred to the culture medium, which contains the necessary nutrients and growth stimulants.
5. Stimulation of clone growth and reproduction. Under the influence of growth regulators and growth hormones, the explants grow, forming buds or multiplying cells.
6. Transplantation. Formed buds or masses of cells are transferred to the environment, where they continue their growth and development, forming new plants.
7. Acclimatization. Newly formed plants after microcloning are subjected to an acclimatization procedure, during which they adapt to the conditions of the environment with artificial cultivation before going to open soil cultivation.

The use of microclonal reproduction for the preservation of plant material has a number of advantages: independence from natural and climatic conditions, the absence of the risk of damage by insects and diseases, the possibility of reproduction of plants with difficult seed reproduction, a high reproduction coefficient, the possibility of long-term storage of plants, as well as recovery from viral, bacterial and fungal diseases, the need for small areas, etc. [10; 11]. However, this type of reproduction requires specification of the method for each type of plant in connection with the features of its genotype.

Thus, microcloning is an important tool for the conservation and restoration of plant biodiversity. This method allows rapid and efficient propagation of rare or endangered plant species, which helps preserve genetic diversity and increase the number of plants for further ecosystem restoration. The use of microcloning helps restore lost or damaged ecosystems by helping to grow plants that play a key role in restoring the

environment. This contributes to the reconstruction of biodiversity and the maintenance of ecosystem functions, ensuring the stability and sustainability of the environment.

Summarizing, it is also worth noting that biotechnology plays a key role in ensuring food security, contributing to the improvement of yields, modification of food products, the introduction of new methods of cultivation and storage, as well as the development of effective processing technologies. These innovations help ensure production stability, improve product quality, reduce crop losses, and ensure the safety and availability of food resources for the population.

REFERENCES

1. Hammer K., Arrowsmith N., Gladis T. Agrobiodiversity with emphasis on plant genetic resources // *Naturwissenschaften*. 2003. 90, № 6. P. 241–250.
2. Sarasan W., Cripps R., Ramsay M.M., Atherton C., McMichen M., Prandergast G., Rowntree J.K. Conservation in vitro of threatened plants – progress in the past decade // *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant*. 2006. 42. P. 206214.
3. Series of collections of scientific works under the general name "Conservation Biology in Ukraine": website. URL: <https://uncg.org.ua/tag/seriia-conservation-biology-in-ukraine/>
4. Convention on the Protection of Biological Diversity from 1992: URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030#Text
5. Study and preservation of biodiversity of biocenoses of Ukraine: materials of All-Ukrainian science and practice. Internet conferences (April 20-23, 2021), Bila Tserkva 2021. 59 p.
URL: https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/conf_bioriznomanitua_20-23.04.21.pdf
6. Tag archives: conservation biology in Ukraine series. 2024.
<https://uncg.org.ua/tag/seriia-conservation-biology-in-ukraine/>
7. Yevtushenko M. D., Lisovyi M. P., Pantelieiev V. K., Slisarenko O. M. Plant Immunity. Kyiv: Kolobih, 2004. 304 p.
8. Stiurko M. Plant immunity as a component of sustainable development of agriculture. Grain industry – problems and prospects of technological support: materials

of the international of science conference (Dnipro, October 12-13, 2023). Dnipro: DU IZK NAAS, 2023. P. 42-43.

URL: <https://institut-zerna.com/library/repozitariy/docs/materialy-konf/problemi-ta-perspektivi-tehnologichnogo-zabezpechennya-do-100-richchya.pdf>

9. Belokurova V. B. Methods of biotechnology in the system of measures to preserve plant biodiversity. *Cytology and genetics*. 2010. No. 3. P. 58 – 72.

URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/66729/09-Belokurova.pdf?sequence=1>

10. Melnychuk M. D., Novak T.V., Kunakh V.A. Plant biotechnology: a textbook / edited by prof. M. D. Melnychuk. Kyiv : Higher education, 2003. 520 p.

11. Shuvar I., Korpita H., Balkovskyi V., Shuvar A., Kropyvnytskyi R. *Asclepias syriaca* L. is a threat to biodiversity and agriculture of Ukraine. *BIO Web of Conferences* 36, 07010 (2021). Web of Science <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213607010>. https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/abs/2021/08/bioconf_fsraaba2021_07010/bioconf_fsraaba2021_07010.html

SOIL HEALTH AND BIODIVERSITY: CONNECTIONS AND INTERACTIONS

D. Baranskyi, Postgraduate Student

ORCID ID: [0000-0003-0868-6716](https://orcid.org/0000-0003-0868-6716)

Lviv National Environmental University

Soil health has traditionally been measured in terms of production, but recently it has gained wider attention from a global audience. The growing demands and need for sustainable agriculture are drawing much-deserved attention to soil and efforts to improve and maintain soil health. Numerous studies and field experiments provide evidence of soil health in terms of physicochemical and biological indicators, their complex interactions and balances, and identify various management practices that can improve it. Soil health is the sustainable ability of the soil to function as a vital system, recognizing

that its biological content is key to the functioning of agroecosystems. Healthy soils are an important element in combating climate change and strengthening food security.

The Food and Agriculture Organization of the FAO describes soil health as «the ability of soil to function as a living system within an ecosystem and land use, to support the viability of plants and animals, and to improve water and air quality. Healthy soils support a broad community of soil organisms that help control plant diseases, pests, weeds, and form beneficial symbiotic associations with plant roots; accumulate the main nutrients for plants; improve soil structure with positive consequences for its ability to retain water and nutrients and ultimately improve crop production» [4].

Threats to the planet's soil resources are immediate threats to the safety of the human population. Among the many factors threatening soils, unsustainable agricultural production is perhaps the greatest. Importantly, soil health is multifaceted, interdependent and encompasses more than just agricultural productivity. Biodiversity of the planet is not only plants and animals, but also a huge number of types of microbiota present in the soil. From an agricultural perspective, we have long focused solely on the physical and chemical properties of the soil that relate to plant production, neglecting the biotic components inherent in the soil that contribute to its overall health. One gram of soil adjacent to plant roots and known as rhizosphere soil can contain from 10 to 100 million microorganisms.

Plant growth in relation to the microbiome can occur through direct or indirect action. Direct action refers to the improvement of the soil, the production of substances for plant growth, increasing its fertility through the mobilization of mineral components, nitrogen fixation, solubilization of phosphates and minerals, the production of phytohormones and deaminase activity. Indirect action refers to biocontrol measures that inactivate or kill plant pathogens, thus providing a healthy environment for plant growth [1-3].

Therefore, the use of microbial consortia in agricultural production is a reality, as evidenced by the growth of the global supply of biotic products containing several strains of different types of microorganisms. Microbes can also help reduce nitrogen fertilizer use and promote carbon sequestration through mutualistic associations with plants. It should be noted that some microbial consortia can mitigate drought stress, which is

already considered a limiting factor in crop production in many regions. The contribution of microbial consortia to sustainable agricultural production systems is expected to increase, with special emphasis on phytosanitary management. We predict that the range of microbial consortia will continue to grow, offering eco-friendly solutions to overcome the current obstacles facing modern agroecosystems. When the agricultural community recognizes the fact that soil is a biotic system and manages it accordingly, it can restore and enhance soil health while reducing costs and maintaining or increasing yields. In addition, producers have the potential to significantly reduce the negative environmental impact of some modern agricultural practices by managing the soil as a living ecosystem and enhancing its inherent capacity for nutrient cycling. Thus, the future of microbial consortia in plant care and protection is optimistic as it offers innovative solutions for sustainable agricultural production. However, solving the related problems will contribute to realizing their full potential and ensuring appropriate application in agriculture.

Бібліографічний список

1. Баранський Д. Як керована синергія ризосферних мікроорганізмів може покращити ефективність сучасного землеробства (повернення до природи). *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія Агронімія*, 2023, № 27, С. 157–162. <https://doi.org/10.31734/agronomy2023.27.157>
2. Гнатів П. С., Снітинський В. В. Екосистеми і системний аналіз. *Агроекосистеми : наукова монографія*. Львів: Колір ППРО. 2017. 416 с. (С. 262-275)
3. Backer R., Rokem J. S., Ilangumaran G., Lamont J., Praslickova D., Ricci E., Subramanian S., Smith D. L. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Context, Mechanisms of Action, and Roadmap to Commercialization of Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Front. Plant Sci.* 2018. № 9:1473. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01473>
4. Okoba B., Mariki W. An international technical workshop investing in sustainable crop intensification: The case for improving soil health (Vol. 6). 22–24 July. 2008. Rome, Italy: FAO. URL: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/6830ae77-eb4e-5316-b0e9-fb8068aa7bf6/>

ОЦІНКА СТАНУ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Р. С. Шкумбатюк, к. х. н.,
ORCID ID: [0000-0003-3893-600x](https://orcid.org/0000-0003-3893-600x);

О. Й. Шкумбатюк, к. вет. н.
ORCID ID: [009-0000-0257-8314](https://orcid.org/009-0000-0257-8314);

Г.Б. Верхола, старший викладач
ORCID ID: [0009-0000-1636-4990](https://orcid.org/0009-0000-1636-4990)

Львівський національний університет природокористування

Інтенсифікація сільського господарства, перехід до індустріальних методів виробництва, створення великих агропромислових і тваринницьких комплексів, широкий розмах меліоративного будівництва і хімізації сільськогосподарських угідь з метою стійкого нарощування продовольчого фонду країни вимагають особливо уважного і дбайливого ставлення до ґрунту, як до засобу виробництва і умов існування. Охорона ґрунтів, їх раціональне використання мають первинне значення для економічного та соціального розвитку країни. Значення сучасного стану ґрунтових ресурсів, їх раціональне використання, дбайливе ставлення до них послужить примноженню їх родючості.

Якщо в галузі контролю та охорони атмосферного повітря і природних вод є певні досягнення, у тому числі створена мережа спеціальних лабораторій, розроблено методи аналізу і ГДК для досить великої кількості речовин та елементів, то в галузі моніторингу та охорони ґрунтів успіхи доки незначні. Між тим саме ґрунтовий покрив зрештою переймає на себе тиск потоку промислових і комунальних викидів і відходів, виконуючи найважливішу роль буфера і детоксиканта. Ґрунт акумулює важкі метали, пестициди, вуглеводні, детергенти і інші хімічні забруднювальні речовини, попереджаючи тим самим їх вступ у природні води й очищаючи від них атмосферне повітря [3]. У ґрунті багато хімічних забруднювальних речовин зазнають глибоких змін. Вуглеводні, пестициди, детергенти та інші з'єднання можуть бути мінералізовані або трансформовані в речовини, що не чинять токсичної дії на ґрунт, мікроорганізми, рослини, тварин і людини [1].

Розглядаючи проблеми забруднення, моніторингу та охорони ґрунтів, потрібно враховувати негативні наслідки застосування органічних і мінеральних добрив. Простий випадок негативних наслідків такого роду пов'язаний з рівнем вмісту у ґрунтах мінеральних добрив, важких металів, фторидів, інших забруднювальних хімічних речовин.

Тому мета нашої роботи полягала в оцінці рівня забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення пестицидами. Об'єктом дослідження вибрано орні ґрунти деяких районів Тернопільської області. Сучасний ґрунтовий покрив Тернопільської області сформувався під впливом ґрунтоутворних порід, рельєфу, клімату, рослинного покриву та господарської діяльності людини. На лесах і лесоподібних суглинках утворилися чорноземні та сірі лісові ґрунти; на твердих карбонатних породах – дерново-карбонатні, на алювіальних відкладах у долинах рік – лучні, лучно-болотні і торфоболотні ґрунти [2]. Найбільшу площу в області (близько 72%) займають лісостепові опідзолені ґрунти, які об'єднують такі підтипи: ясно-сірі лісові, сірі лісові, темно-сірі, чорноземи опідзолені.

За біопродуктивним потенціалом земельного фонду Тернопільщина є одним з провідних регіонів України [4]. Земельний фонд області, за даними Головного управління Держземагентства у Тернопільській області, на кінець 2023 р. (табл. 2) становив 1382,4 тис. га, з яких 1048,2 тис. га (75,8%) займають сільськогосподарські угіддя, що свідчить про високий рівень сільськогосподарської освоєності земель (по Україні загалом сільськогосподарські угіддя складають 68,8% її площі). Під орні землі на Тернопільщині відведено 855,0 тис. га (61,8% загальної земельної площі), сіножаті та пасовища займають 172,3 тис. га, багаторічні насадження – 15,4 тис. га, перелоги – 5,5 тис. га. Загальний коефіцієнт антропогенного навантаження у Тернопільській області становить 3,6. Найбільший вплив на довкілля спостерігаємо у Підволочиському (3,9), Тербовлянському і Лановецькому (3,8) районах. Найнижчий коефіцієнт у Бережанському (3,2), Монастирському і Шумському (3,3) районах. Найсуттєвіший антропогенний вплив відчувають східні та центральні райони.

В основному для підвищення врожайності ґрунтів найбільш використовуваними є такі пестициди: флорасулам, трибенурон-метил, ацетохлор,

прометрин, клопіралід, фенмедифам. Для оцінки деградації орних ґрунтів області цими пестицидами проведено порівняльну оцінку їх залишкового вмісту в досліджуваних ґрунтах області. Результати дослідження подано в табл. 1.

Таблиця 1

Визначення вмісту пестицидів ґрунтах сільськогосподарського призначення

№	Тип ґрунтів	Культура, розміщена на даній площі	Діюча речовина пестициду	Визначено залишкові кількості пестицидів, мг/кг	ГДК, мг/кг
1	Темно-сірі опідзолені ^{1*}	ячмінь	флорасулам	0,17 ± 0,03	0,1
2			флорасулам	0,21 ± 0,01	0,1
3			флорасулам	0,2 ± 0,01	0,1
4		цукрові буряки	клопіралід	0,09 ± 0,002	0,1
5			клопіралід	0,17 ± 0,01	0,1
6	Темно-сірі опідзолені ^{2*}	озима пшениця	ацетохлор	0,056 ± 0,003	0,5
7			фенмедифам	0,15 ± 0,01	0,25
8			флуазифоп-П-бутил	0,035 ± 0,002	0,3
9	Темно-сірі опідзолені ^{2*}	трава	трибенурон-метил	0,005 ± 0,001	0,01
10	Ясно-сірі лісові ^{3*}	цукрові буряки	метолахлор	0,03 ± 0,002	0,02
			трибенурон-метил	0,015 ± 0,001	0,01
			флорасулам	не виявлено	0,1
11	Ясно-сірі лісові ^{3*}	овочевий горох	прометрин	0,6 ± 0,02	0,5
12	Ясно-сірі лісові ^{3*}	соняшник	фенмедифам	0,031 ± 0,003	0,25
	Ясно-сірі лісові ^{4*}		флорасулам	0,09 ± 0,002	0,1
			флорасулам	0,05 ± 0,001	0,1

де 1* – Гусятинський р-н,

2* – Козівський р-н,

3* – Бережанський р-н,

* – Тербовлянський р-н

Як бачимо, здебільшого залишковий вміст використовуваних пестицидів перевищує значення ГДК для орних земель у півтора-два рази.

При чому цікавим виявився факт залежності вмісту залишкової кількості пестициду від типу ґрунту та виду сільськогосподарської культури, яку вирощували на цих угіддях. Як бачимо, найбільший залишковий вміст пестицидів спостерігається переважно в чорноземах і дерново-карбонатних ґрунтах.

Щодо впливу виду с/г культури на динаміку залишкового вмісту пестициду в ґрунті, то найменший залишковий вміст виявлений у разі вирощування на досліджуваному ґрунті трави та озимої пшениці. Хоча остаточно стверджувати таку тенденцію не можна, оскільки ці культури вирощували на різних типах ґрунтів, та й в деяких випадках вносили різні види пестицидів.

Бібліографічний список

1. Гладюк М. М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві Київ, Ірпінь : Перун, 2003. 288 с.
2. Гнатенко О. Ф., Капштик М. В., Петренко Л. Р. Практикум з ґрунтознавства: навч. посібник. Київ, 2002. 230 с.
3. Моніторинг ґрунтів, шляхи покращення родючості та екологічної безпеки земель Тернопільської області: монографія // І.С. Брошак, Р.Б. Гевко, С.С. Никеруй, А. О. Вітровий, Б. І. Ориник та ін. Тернопіль : Економічна думка, 2013. 160 с.
4. Питуляк М., Питуляк М. Структурно-територіальна організація земельноресурсного потенціалу Тернопільщини. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*, 2014. Випуск 45. С. 84–91.

СИНТЕТИЧНІ ІНГІБІТОРИ, ЯК ПЕРСПЕКТИВНІ СТАБІЛІЗАТОРИ АЗОТУ В ҐРУНТІ І НАДІЙНІ ПРОТЕКТОРИ ПРИРОДНОГО ДОВКІЛЛЯ

Ю. Піцик, аспірант,

ORCID ID: [0009-0005-3633-9369](https://orcid.org/0009-0005-3633-9369);

П. Гнатів, д. б. н., професор

ORCID ID: [0000-0003-2519-3235](https://orcid.org/0000-0003-2519-3235);

В. Іванюк, к. с.-г. н.,

ORCID ID: [0000-0002-6885-9212](https://orcid.org/0000-0002-6885-9212)

Львівський національний університет природокористування

Потреба у стабілізації та пролонгації достатніх для рослин запасів доступних форм азоту в ґрунті за високих доз внесення мінеральних добрив назріла у зв'язку з необхідністю захисту довкілля [1]. Новітні сорти і гібриди різних культур, як правило, мають потужний біотичний потенціал і позитивно реагують на високі фони мінерального живлення [2]. З іншого боку, концентрація у добре зволоженому та прогрітому ґрунті амонійних чи нітратних форм азоту внаслідок інтенсивної мікробної життєдіяльності ситуативно можуть створювати умови для вертикального і латерального звітрювання аміаку та закису азоту, вимивання нітратів, і навіть викид вільного газоподібного азоту в атмосферу [3]. Порівняно з використанням інших поживних речовин, використання азотних добрив в агротехнологіях є найвищим [4; 5].

Об'єктами нашого дослідження є інгібітор уреазу N-(n-бутил)тіофосфорний триамід (NBPT) та інгібітор нітрифікації 2-хлор-6-(трихлорметил)піридин (нітрапирин). Ми досліджуємо вплив інгібіторів різної дії на процеси перетворень азоту в ґрунті за високих доз азотних добрив під культури у Західному Ліссостепу.

Мета цієї статті – обґрунтувати перспективність інгібіторів уреазу та нітрифікації для дослідження за внесення карбаміду і КАС під кукурудзу на зерно у високих нормах на темно-сірому ґрунті в Західному Ліссостепу.

Карбамід має такі переваги для користувачів, як висока концентрація азоту (45–46% N). Він є найширше використовуваним азотним добривом, з прогнозованим збільшенням річного попиту на 1,5% у найближчі роки [4; 5]. Після внесення в ґрунт карбамід зазнає гідролізу за допомогою ензиму уреазу,

спричиняючи підвищення рН ґрунту навколо гранул добрива і призводячи до втрат аміаку, який звітряється (випаровується і видувається вітром) в атмосферу. Вони в середньому становлять 16% азоту, що вноситься в усьому світі, і можуть сягати 40% або більше в теплих та вологих умовах. Втрати аміаку можуть бути як економічною проблемою (оскільки рослинам залишається менше поживних речовин, що впливає на врожайність), так і проблемою охорони довкілля. Втрати NH_3 у сільському господарстві та тваринництві в усьому світі оцінюються в 37 Мт азоту [3 - 5].

В Україні дуже мало досліджень ефективності інгібіторів – стабілізаторів азоту в ґрунті [2]. Проте з публікацій у США та в ЄС відомо, що використання інгібіторів уреаз та нітрифікації є ефективним способом зниження втрати аміаку і нітратів. Відомі декілька сполук, що діють як інгібітори уреаз, але лише N-(n-бутил)тіофосфорний триамід (NBPT) використовують у всьому світі. Він є найконкурентнішим на ринку. Виробництво його зросло на 16% на рік за останні 10 років. NBPT продають у США, як Agrotain, починаючи від середини 1990-х років. Сьогодні різні марки NBPT продають як добавки до карбаміду в багатьох країнах світу.

Порівняно зі звичайним карбамідом, оброблений препаратом NBPT, карбамід зменшує втрати NH_3 приблизно на 53%. Приріст урожайності за використання NBPT становить у середньому 6,0% і коливається від 0,8 до 10,2%, залежно від виду культури. Ефективність NBPT для зниження втрат аміаку добре задокументована, але існує потреба в подальшому дослідженні для збільшення періоду інгібування та терміну зберігання сечовини, обробленої NBPT, особливо в Україні.

За оцінками, 2016 року в усьому світі було вироблено 14 млн тонн спеціальних добрив, включаючи сечовину з контрольованим вивільненням, уповільненим вивільненням, вкриті сіркою, а також добрива, оброблені інгібіторами уреаз та нітрифікації. Карбаміду, що містить NBPT, виготовили 7,4 млн тонн, або 53%. Очікується, що попит на інгібітори уреаз продовжуватиме зростати і з міркувань безпеки довкілля. Нові екологічні норми можуть сприяти

підвищенню попиту на такі продукти. Наприклад, Німеччина прийняла законодавство, яке вимагало, щоб до 2020 року всі добрива у формі карбаміду, які використовуються в цій країні, доповнювалися інгібіторами уреаз.

Інгібітори уреаз, такі як NBPT, застосовуються в основному у вигляді рідинної композиції, що покриває гранули карбаміду, що гарантує однорідне покриття та ефективність [6]. NBPT також можна додавати до розплаву сечовини перед гранулюванням. Існує невелика різниця або взагалі немає різниці в дієвості NBPT щодо зменшення втрат аміаку при покритті або включенні в гранулу сечовини [6; 7]. Проте NBPT, нанесений у розплаві, значно подовжив час зберігання добрива, порівняно з поверхневим покриттям гранул [6].

Карбамід, доповнений інгібітором уреаз, забезпечує обмеження звітрювання, що призводить до зменшення втрат аміаку в атмосферу. Згідно з узагальненнями A. G. V. Silva et al. [1] сукупна втрата аміаку за використання чистого карбаміду становила 31%, за внесення карбаміду з NBPT – 15% у широкому діапазоні ґрунтів, за різної погоди та агротехнологій культур. Зменшення гідролізу сечовини інгібітором уреаз уповільнює втрату аміаку впродовж кількох діб після удобрення ґрунту. Дані досліджень свідчать, що 50% загальної втрати аміаку відбулося за 4,8 доби за внесення чистого карбаміду або 8,3 доби після внесення карбаміду з NBPT.

Незважаючи на високий потенціал інгібіторів уреаз щодо зменшення втрати аміаку [8], вплив на врожайність культур та ефективність використання азоту є ще не достатньо вивченими, а умовах Лісостепу Західного – взагалі невідомий. Результати дослідження коливається в діапазоні збільшення врожайності на 5–12% у більшості авторів. Відносно невеликі прирости врожайності, про які повідомляється в літературі, зумовлюють потребу визначити норми застосування інгібіторів як добавки до добрив, так і безпосереднього внесення в ґрунт після внесення добрив, або разом з ними.

Причина розбіжностей полягає в тому, що зазвичай більша частина азоту поглинається культурами з ґрунтового пулу доступних форм. Азот із добрив, хоча і важливий для формування врожайності, але є лише доповненням до ґрунтового.

Таким чином, азот, збережений інгібітором уреаз, може не призвести до вагомого збільшення врожайності [1]. Проте сукупний ресурс азоту, що зберігається в системі ґрунт-рослина, як наслідок використання інгібіторів уреаз, що зменшують втрати аміаку, сприяє нарощуванню загальних його запасів у ґрунті. Цим прийомом ми вагомо підвищуємо потенційну родючість ґрунтів. Крім того, обмеження звітрювання аміаку дає вагомі позитивні результати в охороні природного довкілля. Аміак може осідати на місці або переноситися на великі відстані, коли NH_3 реагує з кислотами з утворенням амонійних аерозолів, таких як $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ або NH_4HSO_4 [9]. Азот, перенесений за межі агроєкосистеми в інші місця агороландшафту, може спричиняти небажані наслідки, включно з непрямыми викидами парникових газів, підкислення ґрунтів та втрати біорозмаїття [4].

Інгібітори уреаз існують на ринку вже 20 років, але залишаються проблеми щодо подальшого вдосконалення існуючих інгібіторів, розроблення нових молекул або суміші молекул, покращення рецептур та їх інтеграції з агротехнологічними методами, здатними зменшити втрати та збільшити ефективність азотних добрив.

Існує доцільність поєднувати інгібітори уреаз з інгібіторами утворення інших ензимів – аміномонооксигенази і нітритоксидоредуктази у ґрунті. Основною метою використання інгібіторів нітрифікації є зменшення перетворення амонію (NH_4^+) на нітрат (NO_3^-), що сприяє обмеженню їх вимивання [2]. Це є іншим, одним з імовірних шляхів великих втрат азоту в сільському господарстві. Інгібітори нітрифікації також зменшують викиди закису азоту (N_2O) з добрив [2], що має позитивний вплив на навколишнє середовище, оскільки N_2O є шкідливим парниковим газом. Проте уникнення викидів N_2O не має великого значення для живлення рослин, оскільки процес денітрифікації зазвичай спричиняє низькі втрати азоту.

Таким чином, поєднання інгібіторів уреаз та нітрифікації має потенціал для підвищення ефективності використання азоту шляхом вирішення двох важливих механізмів втрати азоту. Проте поєднання обох інгібіторів у карбаміді може не дати очікуваного сприятливого ефекту. Кілька досліджень показали, що інгібітори нітрифікації, додані до карбаміду, збільшують втрати аміаку [19] і це

може применшити дію позитивну інгібітора уреазу у ньому [8, 11]. Активність взаємодії між двома інгібіторами залежить від властивостей ґрунту. У більшості досліджень суміш обох інгібіторів сумарно зменшувала втрати аміаку порівняно з необробленим карбамідом. Крім того, інгібітор нітрифікації, блокуючи нітрифікацію, зменшував підкислення ґрунту, що також допомагало зменшити втрати аміаку.

Стабілізатор азоту – нітрапірін був першим комерційним інгібітором, який з'явився 1974 року, як N-Serve® (компанії Dow Agrosiences LLC, Індіанаполіс, IN). Нітрапірін є летким і тому в основному використовується для внесення в ґрунт у розчині. Це – хлорована піридинова сполука з формулою $\text{ClC}_5\text{H}_3\text{NCCl}_3$. Нітрапірін, є ґрунтовим бактерицидом [13], функціонує, як інгібітор утворення ензимів аміномонооксигенази і нітритоксидоредуктази, чим запобігає гідролізу сечовини археями, *Nitrosomonas*, *Nitrospira* та можливо й іншими. Його дія на бактеріоценоз ґрунту і пригнічення нітрифікації триває 8–10 тижнів. Потім він розкладається як у ґрунті, так і в рослинах [13].

Як тіофосфорний триамід, так і нітрапірін затримує процес нітрифікації і перетворення амонію, утримуючи у такий спосіб більше азоту, що вноситься добривами, у легкодоступній для сільськогосподарських культур формі [14]. Це запобігає втраті ґрунтового азоту через вилуговування або змив нітратів (NO_3), або газоподібних викидів азоту (NH_3 , N_2 , N_2O) [15].

Наприклад, завдяки дослідженням Львівського національного університету природокористування у Пасмовому Побужжі Західного Лісостепу упродовж 2019-2023 рр. автори [2] вперше довели, що з метою збільшення врожайності ячменю озимого та віддачі підвищених норм мінеральних добрив на темно-сірому опідзоленому слабогумусованому легкосуглинковому ґрунті доцільно вносити перед сівбою $\text{N}_{23}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$, а у фазі відновлення вегетації N_{97} (у формі амонійної селітри) та застосувати стабілізатор азоту нітрапірін N-Lok Макс у нормі 1,7 л/га за відновлення весняної вегетації. Якщо за виробничої необхідності під ячмінь озимий з осені є потреба використовувати карбамід, то нітрапірін застосувати під передпосівну культивування у тій же нормі 1,7 л/га. Застосовувати інгібітор

нітрифікації на малих фонах мінерального живлення ячменю озимого ($N_{60}P_{60}K_{60}$ і менше) недоцільно, оскільки це може призвести до зниження врожаю.

Підвищені норми внесення азотних добрив (N_{90-120}) під ячмінь озимий в гумідній зоні Пасмового Побужжя створюють загрозу втрати азоту в нітратній формі вертикальним вимиванням з вологою та у газоподібній формі з викидом закису азоту в атмосферу. Застосування стабілізатора азоту N-Lok Макс істотно зменшило концентрацію нітрат-йонів у товщі 0-40 см [2]. Загалом, нітрапірин на тлі внесення 120 кг/га різних форм азоту уповільнює перехід амонійної форм азоту у нітратну, що зменшує вміст нітратів в орному та підорному шарах приблизно на 10-13%. Нітрапірин обмежує обсяг емісії закису азоту на 3,3-7,2 кг/га, відповідно від зменшення запасів нітратів у товщі 0-40 см. За норми азоту N_{120} у формі амонійної селітри без використання нітрапірину ґрунт зазнав істотного підкислення на початку вегетації. До збирання врожаю високі норми азоту N_{120} у разі використання нітрапірину не підкислювали ґрунт, а навпаки була досліджена нейтралізація кислотності до рівня варіанту без удобрень.

Висновок. У зв'язку з актуальністю прийомів підвищення віддачі азотних добрив та убезпечення шкідливої дії сполук азоту у разі втрат з агроєкосистем у сучасному рільництві ми запланували вивчення дії інгібіторів перетворення азоту в ґрунті різного спрямування як окремо, так і в поєднанні, а також ефективності їх застосування за внесення різних форм азотних добрив у темно-сірий опідзолений ґрунт Західного Лісостепу в умовах гумідного клімату. Ми розробили схему експерименту внесення карбаміду і КАС під кукурудзу на зерно в різних нормах, з використання добрива, збагаченого тіофосфорним триамідом, із внесенням нітрапірину перед сівбою, а також поєднанням цих препаратів між собою та з різними формами добрив, що будуть внесені різними прийомами. Стабілізатори азоту мінеральних добрив, внесених під культури, істотно обмежують непродуктивні втрати елемента у формі газоподібних сполук у повітря та солей нітратів у підґрунтя, чим захищають довкілля аграрних ландшафтів від техногенної деградації.

Бібліографічний список

1. Silva A. G. B., Sequeira C.H., Sermarini R. A., Otto R. 2017. Urease inhibitor NBPT on ammonia volatilization and crop productivity: a meta-analysis. *Agron. J.*, 109(1): 1-13.
2. Шестак В. Г., Гнатів П. С., Іванюк В. Я. 2023. Азотне живлення і стабілізація нітрифікації : наукова монографія. Львів : Видавець Марченко Т. В. 168 с.
3. Bittman S., Dedina M., Howard C.M., Oenema O., Sutton M.A. 2014. Options for ammonia mitigation: guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen. Centre for Ecology and Hydrology (CEH), Edinburgh.
4. Galloway J. N., Dentener F. J., Capone D. G., Boyer E. W., Howarth R. W., Seitzinger S. P., et al. 2004. Nitrogen cycles: past, present, and future. *Biogeochem.*, 70(2): 153-226.
5. Sutton M. A., Erisman J. W., Dentener F., Möller D. 2008. Ammonia in the environment: from ancient times to the present. *Environ Pollut*, 156: 583-604.
6. Watson C. J., Akhonzada N. A., Hamilton J. T. G., Matthews D. I. 2008. Rate and mode of application of the urease inhibitor N-(n-butyl)thiophosphoric triamide on ammonia volatilization from surface-applied urea. *Soil Use Manag*, 24: 246-253.
7. Trenkel M. E. 2010. Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. (2nd ed.), IFA – Intl. Fertilizer Industry Association, Paris.
8. Soares J. R., Cantarella H., Menegale M. L. C. 2012. Ammonia volatilization losses from surface-applied urea with urease and nitrifications inhibitors. *Soil Biol. Biochem.*, 52: 82-89.
9. Sutton M. A., Bleeker A., Howard C. M., Bekunda M., Grizzetti B., de Vries W., et al. 2013. Our Nutrient World: the challenge to produce more food and energy with less pollution. *Centre for Ecology and Hydrology*, Edinburgh.
10. Frame W. 2017. Ammonia volatilization from urea treated with NBPT and two nitrification inhibitors. *Agr. J.*, 109(1): 1-10.
11. Zaman M., Saggar S., Blennerhassett J. D., Singh J. 2009. Effect of urease and nitrification inhibitors on N transformation, gaseous emissions of ammonia and nitrous

oxide, pasture yield and N uptake in grazed pasture system. *Soil Biol. Biochem.*, 41: 1270-1280.

12. Linquist B. A., Liu L., van Kessel C., van Groenigen K. J. 2013. Enhanced efficiency nitrogen fertilizers for rice systems: meta-analysis of yield and nitrogen uptake. *Field Crop Res.*, 154: 246-254.

13. Nitrapyrin. 2005. United States Environmental Protection Agency. Pesticides and Toxic Substances (7508C). EPA-738-F-05-003. 6 p. URL: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/fs_PC-069203_1-May-05.pdf

14. IFA International Fertilizer Association. Fertilizer outlook 2017–2021. IFA annual conference – 22–24 May 2017 Marrakech (Marocco). Paris: *IFA International Fertilizer Association, Services PITaA*; 2017 June 2017.

15. Pan B., Lam S. K., Mosier A., Luo Y., Chen D. 2016. Ammonia volatilization from synthetic fertilizers and its mitigation strategies: a global synthesis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 232: 283-289.

АГРОЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ЗАЛУЧЕННЯ ГІРЧИЦІ САРЕПТСЬКОЇ ДО ПОЛЬОВИХ НЕЗРОШУВАНИХ АГРОЦЕНОЗІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

**О. Г. Жуйков, д. с.-г. н., професор,
ORCID ID: [0000-0002-5762-7934](https://orcid.org/0000-0002-5762-7934)**

**Т. О. Жуйков, здобувач вищої освіти,
ORCID ID: [0000-0002-3056-6078](https://orcid.org/0000-0002-3056-6078)**

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Традиційною «візитівкою» вітчизняного агровиробництва, за якою впродовж останніх двох десятиріч світова спільнота розглядає Україну як торговельного партнера, є зерно, цукор, рослинна олія й олійна сировина [1]. Зазначену продукцію, завдяки досить високим якісним показникам і порівняно невисоким цінам на зовнішньому ринку, цілком заслужено вважають національним брендом. Проте, на жаль, останнім часом на тлі загальнодержавної ейфорії з приводу прогресивного зростання обсягів експортних поставок жиросировини

сировини, майже непомітними залишаються щораз тривожніші побоювання та перестороги науковців, що занепокоєні очевидним дисбалансом у структурі жиросімейного комплексу в бік прогресуючої експансії двох флагманів зазначеного сектору вітчизняного аграрного комплексу – соняшнику та олійного ріпаку [1]. На тлі наведених вище об'єктивних економічних переваг зазначених культур, до яких неодмінно треба додати й такий фактор, як абсолютна ліквідність товарних партій ріпакового та соняшникового насіння в будь-який період року, стає зрозумілим таке характерне для сьогодення вітчизняного агробізнесу явище, як повальне та майже неконтрольоване збільшення посівних площ зазначених культур за всіма без винятку агрозонами, які хоча б теоретично задовольняють їх за агроекологічними вимогами [1; 2].

З-поміж досить значної кількості перспективних культур, теоретично спроможних оптимізувати структуру посівних площ олійно-жирового сектору вітчизняного агровиробництва, дуже незначна кількість має агробіологічну, екологічну та господарську придатність. Відштовхуючись від зазначених критеріїв, можна зробити висновок, що на сьогодні вибір як потенційного способу повернення розбалансованому жиросімейному сегменту вітчизняного агровиробництва задовільного стану на користь гірчиці є майже очевидним, що достатньою мірою аргументується відповідністю її агробіологічних властивостей характерним екологічним умовам зони південного Степу і підтверджується практичним досвідом її вирощування в окремих господарствах [2]. Посухи, котрі ще 10-15 років тому сприймали як екстраординарне явище, на сьогодні вже майже щорічна очевидна реальність – останніми роками в окремих господарствах південного Степу впродовж останніх агрономічних сезонів поспіль фіксувалися бездошові періоди тривалістю 65-72 дні. Стосовно озимого ріпаку, то глобальні зміни агрокліматичних умов зони південного Степу зумовили на сьогодні нові для виробників проблеми, до оперативного розв'язання яких більшість із них не готові: на момент оптимального періоду сівби культури (початок вересня) в ґрунті відзначають у край недостатній запас активної вологи, відтак посівний період зміщується в окремих випадках на 25-30 днів, що, за використання сортів та

гібридів із розтягнутим періодом яровизації вже на стартовому етапі зумовлює недобір врожайності, відсутність стабільного снігового покриву в поєднанні з нетривалими періодами з добовими мінімумами $-18...-20^{\circ}\text{C}$ також зумовлюють значний відсоток загибелі рослин [3]. У разі 50-60% загибелі ріпакового клину постає виробнича необхідність у його пересіві, що за умови осіннього застосування селективного ґрунтового чи страхового гербіциду, можливе лише культурою родини Капустяні – і в цьому випадку культура гірчиці як страхова є майже безальтернативною [3; 4]. Висока (порівняно навіть із спорідненими культурами) холодо- та морозостійкість гірчиці дозволяє певною мірою «розвантажити» напруженість у використанні машинно-тракторного парку господарства під час весняних польових робіт: через спроможність забезпечувати стабільні сходи за температури ґрунту $4-5^{\circ}\text{C}$, сівбу гірчиці можна розпочинати на 4-5 (а білої – на 6-7) днів раніше за інші ранні ярі культури, уникаючи виробничих «накладок». Одночасно, завдяки цим екологічним особливостям культури, до мінімуму зводиться ризик пошкодження сходів гірчиці весняними заморозками, термін повернення яких останнім часом змістився на пізніші календарні дати.

Не менш привабливою в очах виробників має бути гірчиця сиза через високу посухостійкість, що зумовлена, по-перше, чи не найвищою з-поміж інших культур спроможністю використовувати осінньо-зимові запаси ґрунтової вологи за нетривалий вегетаційний період, а по-друге, порівняно невисоким серед споріднених культур (414-420) транспіраційним коефіцієнтом. Особливої уваги заслуговує така агробіологічна властивість культури гірчиці як скоростиглість. Порівняно нетривалі періоди між настанням чергової фази органогенезу культури дають змогу максимально повно використати екологічні ресурси (ґрунтову вологу, суму активних температур), звести до мінімуму шкодочинний вплив окремих біотичних факторів (шкідники, бур'яни, хвороби), а порівняно короткий вегетаційний період (74-82 дні) дозволяє розв'язати низку господарсько-економічних питань (зменшення пресингу на парк збиральної техніки за рахунок не збігання терміну жнив із зерновими колосовими культурами, надранне

отримання обігових коштів за рахунок реалізації продукції, достатня кількість часу для проведення комплексу робіт з підготовки ґрунту до сівби озимих культур тощо) [3].

Висока екологічна пластичність гірчиці щодо шкочинних організмів також додає привабливості культурі в очах аграріїв – кількість моно- та олігофагів, а також збудників хвороб, що є характерними для фітоценозу гірчиці, значно менша порівняно з озимим ріпаком через особливості розвитку культур. Можливість формування за сприятливих (насамперед, за вологозабезпеченістю) умов потужного асиміляційного апарату та загальної надземної маси свідчить про неабиякі фітомеліоративні можливості культури гірчиці. Після збирання гірчиці поле позбавлялося від 60-83% однорічних та 50-77% багаторічних бур'янів, що, в поєднанні з скоростиглістю культури, ставить її до переліку найбільш цінних попередників для ведучої зернової культури зони – озимої пшениці.

На користь фітомеліоративних властивостей гірчиці свідчить і та обставина, що на кожному гектарі гірничного поля після збирання культури залишається близько 55-67 ц у повітряно-сухій масі рослинних (кореневих і стерньових) решток, що, за умови раннього збирання, дає достатньо часу для майже повної їх мінералізації і переходу до лабільних форм поживних речовин. У світлі невтішних даних, що свідчать про майже 4-5 разове зменшення вмісту органічної речовини в ґрунтах зони за останні 20 років, зазначений факт набуває неабиякої актуальності [4]. На користь популяризації культури в сівозмінах зони південного Степу служить і така її біологічна особливість, як значна стійкість до обсіпання насіння під час досягання. Порівняно з озимим ріпаком, у технології вирощування якого застосування полімерних плівкоутворювачів на фінальних фазах онтогенезу є обов'язковою агротехнічною операцією, котра дозволяє уникнути 10-55% втрат насіння через обсіпання, за вирощування гірчиці (сизої і, особливо, білої) рослини досягають фази повної стиглості і навіть перестоюють на корені 3-5 діб без розкриття стулок стручків, що дає змогу для оперативного керування використанням збиральних агрегатів, а в окремих випадках і відмовлятися від застосування спеціально обладнаних зернозбиральних комбайнів («ріпаковий стіл», комплект ПСТ тощо) [5]. Очевидним аргументом на користь вирощування

гірчиці в умовах недостатнього зволоження є її позитивний вплив на водно-фізичні властивості ґрунту, що набуває особливої актуальності насамперед для невеликих фермерських та одноосібних господарств, де, з причини вкрай вузької структури посівних площ, нехтування меліоративними операціями і багаторічного зловживання вирощуванням соняшнику ґрунти у своїй більшості набули безструктурного стану. За результатами досліджень, за рахунок вирощування гірчиці абсолютно реально збільшити вологопроникність ґрунту на 52-61%, шпаруватість на 40-44%, зменшити щільність на 21-33%, повернути йому дрібногрудкувату структуру [5].

Окремо треба відзначити і відсутність за вирощування гірчиці проблеми, що останнім часом набуває дедалі більшої актуальності у світлі прогресуючого зростання посівних площ озимого ріпаку – алелопатії (негативного впливу корневих виділень ріпаку відносно озимої пшениці). Найбільш гострих проявів зазначене явище сягає за умови вирощування культур у ланці сівозміни «озимий ріпак – озима пшениця – озимий ріпак», що характерне як для невеликих сільгосп підприємств, так і потужних господарств, що спеціалізуються на вирощуванні насіння ріпаку [3; 4]. Вельми значущою агробіологічною передумовою розширення площ виробничих посівів культури гірчиці в господарствах зони Степу є, на нашу думку, і її прекрасні медоносні властивості. За умови сприятливих для виділення нектару погодних умов (помірна температура повітря в діапазоні 26-30°C за відносної вологості повітря 75-90%) один гектар сизої і чорної гірчиці може забезпечити отримання 80-110 кг, а білої – до 130 кг меду відмінної якості, котрий цінується вище за ріпаковий та соняшниковий. Не менш важливим є також і той факт, що за строками цвітіння гірчиця дуже вдало вписується у «вікно» між ріпаком та різнотрав'ям, забезпечуючи безперервний взяток упродовж 15-25 діб [4].

Бібліографічний список

1. Гірчиця / М.І. Абрамик та ін. Івано-Франківськ, 2011. 32 с.
2. Гірчиця в Україні. URL: <http://buklib.net/books/3038> (дата звернення: 25.01.2022).

3. Жуйков О.Г. Еколого-економічні аспекти застосування різних страхових гербіцидів у агрофітоценозах олійних культур родини Капустяні. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2011. № 76. С. 47–54.

4. Посухостійка пропозиція для сівозмін Півдня. URL: http://referatcentral.org.ua/organization_of_production_load.php?id-797 (дата звернення: 25.01.2022).

5. Рожкован В., Чехов С., Буділка Г. Сарептська озима гірчиця – нова перспективна культура. *Пропозиція*. 2006. № 7. С. 58–60.

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ СПОСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ ПЕСТИЦИДАМИ

**І. Б. Русин, доктор біологічних наук,
ORCID ID: [000-0002-6041-1245](https://orcid.org/000-0002-6041-1245),**

Х. Л. Маличкович

*Національний університет «Львівська Політехніка»,
Інститут сталого розвитку імені В'ячеслава Чорновола*

Україна – один із найбільших світових виробників агропродукції, і відповідно, широко використовує пестициди задля підвищення врожайності. Дослідження сільськогосподарських ґрунтів різних регіонів України показали, що залишки пестицидів були присутні в усіх досліджених пробах ґрунту, причому найвищий рівень виявлений у ґрунтах південних і східних регіонів України (Скляр та ін., 2018 та Матвієнко та ін., 2020). Пестицидне забруднення ґрунту становить серйозний ризик для здоров'я людини, провокуючи рак, захворювання репродуктивної системи та неврологічні розлади. Загрозливе скорочення популяції бджіл в останні десятиліття великою мірою пов'язують із використанням агрохімії, що ставить під загрозу запилення сільськогосподарських культур та збереження біорізноманіття (Gunstone et al., 2021).

Пестициди є основною рушійною силою загибелі дощових черв'яків і комах, істотних для здоров'я та родючості ґрунту, а також, для біосеквестрації карбону. Саме ґрунтові організми поглинають карбон і кумулюють його, знижуючи концентрацію CO₂ в атмосфері, тим самим діючи як важливі кліматорегулятори.

Такі ґрунтові безхребетні, як дощові черв'яки та мурахи є інженерами ґрунтових екосистем (Gunstone et al., 2021). Вони створюють і підтримують структуру ґрунтів за допомогою продуктів життєдіяльності і тунелів, що забезпечує потік поживних речовин, повітря та води. Здоровий ґрунт із хорошою структурою діє як губка, він легко вбирає воду під час інтенсивних дощів та утримує її в посушливі періоди, сприяючи врожайності під час екстремальних погодних умов.

Для вирішення проблеми пестицидного забруднення прийняті програми, які передбачають обмеження використання пестицидів в Україні та підтримку відновного сільського господарства. У нашій роботі проведено аналіз сучасних інноваційних підходів у вирішенні проблеми забруднення ґрунту хімічними та токсичними пестицидами за допомогою біотехнологічних екологічно безпечних методів.

Першочерговим у цій проблемі є розширення застосування біопестицидів, які є безпечні для більшості біонтів довкілля та складають альтернативу хімічним пестицидам. Біопестициди – це природні речовини бактеріального, грибового чи рослинного походження, які негативно та вузькоспецифічно діють на комах-шкідників. Натепер 90% усіх комерційних біопестицидів у світі є базованими на різних штаммах бактерії *Bacillus thuringiensis*. Бацилярні біотоксини пригнічують синтез РНК в клітинах комах і спричиняють дисфункцію травної системи, тим самим спричиняють масову загибель шкідників на 2-5-ту добу. Крім того, нещодавні дослідження Kumar et al. показали, що *B. thuringiensis* мають також потенціал і як біодобрива для стимулювання росту рослин. Різні препарати на основі цієї бацили, як наприклад, колорадоцид, є комерційно доступними, і їх вважають ефективною альтернативою хімічним пестицидам (Kumar et al., 2021). Інші біопестициди розроблено на основі мікробного ферменту хітінази, який розкладає хітин – основний компонент скелету комах, і їх можна ефективно використати для зниження популяції комах і контролю шкідників (Singh et al., 2019, Koul & Dhaliwal 2018, Lacey & Kaaya 2017). Водночас, біопестициди є безпечними для людини та всіх інших біонтів, включаючи бджіл, швидко деградують у довкіллі і не накопичуються в рослинах і ґрунті.

Інноваційними екологічно безпечними підходами до очищення забрудненого хімічними пестицидами ґрунту є біотехнологічні, базовані на деградатованій активності мікроорганізмів та рослин. Yamborko et al. в 2020 році з місць забруднення пестицидами виділили бактерійний штам *Stenotrophomonas maltophilia* IMV B-7288, що характеризувався стійкістю до високих концентрацій інсектициду гексахлорциклогексану. Було показано, що в рідкому середовищі за 7 днів культивування в аеробних умовах штам розкладав ізомери гексахлорциклогексану на 61,6–82,1% від початкового вмісту (20 мг/л) (Yamborko et al., 2020). Такий ефективний деструктор ізомерів гексахлорциклогексану та його похідних може бути перспективним для використання в екологічно чистих біотехнологіях відновлення забрудненого ґрунту. Розробка мікробних препаратів для детоксикації наявних пестицидних забруднень має велике значення для зниження їх концентрації у середовищі та відновлення ґрунту.

Фіторекультивация забрудненого ґрунту є ще одним вагомим напрямом у боротьбі з пестицидним забрудненням. Рослини мають здатність поглинати та зберігати пестициди у своїх тканинах, трансформувати в менш токсичні сполуки чи випаровувати їх через листя і цим самим зменшуючи кількість пестицидів у ґрунті (Takkar et al., 2022). Наприклад, водяний гіацинт (*Eichhornia crassipes*) має здатність поглинати та деградувати пестицид етіон (Xia & Ma, 2006). Понад 85% імідаклоприду поглиналося соняшником (*Helianthus annuus*) та переносилося в листя (Laurent & Rathahao, 2003). Singh з співавторами виявили, що у ґрунті, засадженому просом прихованим (*Panicum clandestinum*) за 80 днів рівень деградації атразину та симазину становив 45% і 52%, відповідно, тоді як у незасадженому ґрунті розпад атразину та симазину становив лише 22% і 20% (Singh et al., 2004). Дослідження, проведені Ibrahim та його співавторами в 2013 році, показали, що кукурудза (*Zea mays*) також має здатність розкладати атразин (Ibrahim et al., 2013). У фіторемедіації важливим є вид рослини, так очерет звичайний (*Phragmites australis*) досягав 85,96% видалення метолахлору (20 мг/кг) за 38 днів, у той час як просо прутеподібне (*Panicum virgatum*) потребувало 360 днів, щоб досягти максимальної ефективності видалення 14,9% в забрудненому

метолахлором середовищі (25 мг/кг). При цьому, однорічні рослини демонструють в 1,45 рази вищу ефективність видалення пестицидів, ніж багаторічні рослини (Jia et al., 2023). А отже, рекультивацію рослинами можна розглядати як перспективний інновативний спосіб у вирішенні проблеми пестицидного забруднення і відновлення здоров'я ґрунту.

Висновки. Пестицидне забруднення ґрунтів становить серйозні ризики, як для людини, так і для запилювачів агрокультур та всієї ґрунтової біоти, задіяної в біосеквестрації та формуванні гумусу і структури ґрунту, що обумовлюють його родючість. Таким чином, агроінструмент, покликаний сприяти благополуччю людини, виявив зворотню дію, спричиняючи негативні наслідки, як у сільському господарстві, так і для здоров'я людини та глобальної зміни клімату. Застосування природних мікробних препаратів і рослин-деструкторів пестицидів є ефективними екологічно чистими та економічно вигідними методами відновлення забруднених ґрунтів. Селекція трансгенних рослин та генетично змінених мікроорганізмів, які є ще більш продуктивними в детоксикації пестицидів з оцінкою ризиків їх застосування в довкіллі є наступним важливим викликом суспільства, що зіткнулося з проблемою забруднення пестицидами. Фіторекультивація та мікробна ремедіація в комплексі з обмеженням використання хімічних пестицидів та розширенням застосування біопестицидів є тими кроками, що дозволять знизити ризики та досягнути відновлення ґрунтів у межах сталого сільського господарства.

Бібліографічний список

1. Матвієнко О.В. та ін. (2020). Поява та поширення стійких органічних забруднювачів та пестицидів у сільськогосподарських ґрунтах з України.
2. Скляр В. та ін. (2018). Залишки пестицидів в українських ґрунтах та їхній вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини.
3. Gunstone T., Cornelisse T.M., Klein K., Dubey A., & Donley N. (2021). Pesticides and Soil Invertebrates: A Hazard Assessment. *Frontiers in Environmental Science* 9, 643847.

4. Ibrahim, S.I., Lateef, A., M., F., Khalifa, H.M.S., & Abdel Monem, A.E. (2013). Phytoremediation of atrazine-contaminated soil using *Zea mays* (maize). *Annals of Agricultural Sciences* 58 (1), 69–75.
5. Jia, F., Li, Y., Hu, Q., Zhang, L., Mao, L., Zhu, L., Jiang, H., Liu, X., & Sun, Y. (2023). Factors impacting the behavior of phytoremediation in pesticide-contaminated environment: A meta-analysis. *Science of The Total Environment* 892, 164418.
6. Koul, O., & Dhaliwal, G.S. (Eds.). (2018). *Biopesticides and Bioagents: Novel Tools for Pest Management*. *CRC Press*.
7. Kumar, P., Kamle, M., Borah, R., Mahato, D.K., & Sharma, B. (2021). *Bacillus thuringiensis* as microbial biopesticide: uses and application for sustainable agriculture. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31, 1-7.
8. Lacey, L.A., & Kaya, H.K. (Eds.). (2017). *Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology: Application and Evaluation of Pathogens for Control of Insects and Other Invertebrate Pests*. *Springer*.
9. Laurent, F.M., & Rathahao, E. (2003). Distribution of imidacloprid in sunflowers (*Helianthus annuus L.*) following seed treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (27), 8005–8010.
10. Singh, N., Megharaj, M., Kookana, R.S., Naidu, R., & Sethunathan, N. (2004). Atrazine and simazine degradation in *Pennisetum rhizosphere*. *Chemosphere* 56 (3), 257–263.
11. Singh, D., Rathore, J. S., & Singh, R. (2019). Biopesticides: An ecofriendly approach for pest control. In: *Advances in Plant Breeding Strategies: Agronomic, Abiotic and Biotic Stress Traits* (pp. 745-759). *Springer*.
12. Takkar, S., Shandilya, C., Agrahari, R., Chaurasia, A., Vishwakarma, K., Mohapatra, S., Varma, A., & Mishra, A. (2022). Green technology: Phytoremediation for pesticide pollution. *Phytoremediation Technology for the Removal of Heavy Metals and Other Contaminants from Soil and Water*.
13. Xia, H., & Ma, X. (2006). Phytoremediation of ethion by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) from water. *Bioresource Technology* 97 (8), 1050-1054.

14. Yamborko, N., Iutynska, G.O., Dugan, A.M., & Farfolameieva, D.O. (2020). *Stenotrophomonas maltophilia* IMV B-7288 as the promising destructor of hexachlorocyclohexane isomers complex at aerobic conditions. *Microbiology and biotechnology* 2, 24-32.

СЕКВЕСТРАЦІЯ ВУГЛЕЦЮ АГРОЕКОСИСТЕМАМИ ЯК ОДИН З ЕЛЕМЕНТІВ ПОМ'ЯКШЕННЯ ЗМІНИ КЛІМАТУ

О. М. Германович, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0009-0003-7846-4251](https://orcid.org/0009-0003-7846-4251),

І. Ю. Саламаха, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0001-9089-5036](https://orcid.org/0000-0001-9089-5036),

Н. Є. Панас, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0003-3737-6338](https://orcid.org/0000-0003-3737-6338),

Ю. В. Жиліщич, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0003-0413-9096](https://orcid.org/0000-0003-0413-9096)

Львівський національний університет природокористування

Протягом останніх десятиліть людство стикається зі значною кількістю природних катаклізмів, які пов'язані зі зміною клімату, такими як повені, засухи, аномальні перепади температури, лісові пожежі та урагани. Варто відзначити, що клімату властиво змінюватися, але ці коливання відбуваються протягом тисячоліть. За даними Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК), зараз ці зміни відбувається доволі інтенсивно внаслідок глобального потепління, спричиненого антропогенним забрудненням атмосфери [1].

Серед основних парникових газів у нашій атмосфері найважливішими є діоксид вуглецю (CO₂), метан (CH₄) та закис азоту (N₂O). Важливо зазначити, що водяна пара також є парниковим газом, але її роль у зміні клімату відрізняється від ролі інших парникових газів. Кількість водяної пари в атмосфері здебільшого регулюється природними процесами.

Окрім природних процесів (вулканічна активність, гниття органічних речовин, лісові пожежі, обмін CO₂ між океанами і атмосферою) значний вплив на концентрацію парникових газів в атмосфері мають антропогенні дії, такі як спалювання викопного палива, видобуток нафти та газу, вирубка лісів та сільське

господарство. Розмежування впливу природних та антропогенних факторів на баланс парникових газів є складним завданням через їхню взаємодію та складність природних процесів.

Україна декларувала скорочення викидів парникових газів на 65% до 2030 року та досягнення кліматичної нейтральності до 2060 року. Серед способів досягнення цих цілей запровадження ресурсоощадних технологій обробітку земель, “кліматично розумного” сільського та лісового господарства, розвиток органічного виробництва, охорона річок і водойм; збереження біорозмаїття [2]. Сільське, лісове та інше землекористування охоплює керовані екосистеми, тому має значні можливості для пом’якшення наслідків цих змін.

Ґрунт відіграє важливу роль у глобальному кругообігу вуглецю, утримуючи значну його кількість, і близько 10% CO₂ в атмосфері проходить через наземні ґрунти щороку [3]. Антропогенний вплив на ґрунт призводить до розбалансування циклу вуглецю в агробіогеоценозах. Його втрата в орних ґрунтах за нераціонального використання перетворює агроєкосистему в джерело депонування діоксиду вуглецю [3; 5-6].

Інтенсивне ведення сільського господарства в Україні призвело до значної фізико-хімічної та ерозійної деградації земель. Згідно з даними [4], до 50% ґрунтів країни зазнали ерозії, тобто ці ґрунти втратили від 10 до 70% запасів органічного вуглецю. Це загрожує здатності ґрунтів виконувати його функції, зокрема: ріст рослин, утримання та очищення води, регуляція клімату. Однак, за певних практик, ці ґрунти можуть знову стати депо для секвестрації органічного вуглецю. Варто категорично відмовитись від діяльності, яка сильно дестабілізує ґрунтовий резервуар цього елемента. Найперше, це розорення цілинних ділянок степів, осушення боліт і торфовищ, глибокий обробіток, нераціональне застосування добрив, нехтування сівозміною, значне пестицидне навантаження, спалювання соломи і стерні.

Аналіз результатів наукових досліджень дозволяє стверджувати, що агроєкосистеми мають значний потенціал для поглинання діоксиду вуглецю [3; 5; 6].

Одним із шляхів його секвестрації є дотримання таких практик:

- 1) збереження природних екосистем, які акумулюють значні обсяги вуглецю в ґрунті;
- 2) застосування ґрунтоощадних технологій, таких як мінімальний обробіток ґрунту, сівозміна, покривні культури, мульчування, вапнування кислих ґрунтів та інші методи, які сприяють збереженню органічної речовини та покращенню ґрунтової структури;
- 3) використання органічних добрив - компост, гній та інші органічні матеріали, які стимулюють ріст корисної мікрофлори ґрунту та сприяють накопиченню органічного вуглецю;
- 4) розвиток органічного землеробства;
- 5) використання біологічних методів захисту рослин і біопрепаратів.

У контексті глобального підвищення рівня CO₂ в атмосфері, збереження та покращення гумусного стану ґрунту виявляється надзвичайно важливим для фіксації вуглецю. Оскільки інтенсивне сільське господарство може призводити до окислення органічного вуглецю в ґрунті і викидання значних кількостей CO₂ в атмосферу, регулювання структури та властивостей ґрунту стає важливим аспектом для зменшення викидів парникових газів.

Враховані та реалізовані заходи з покращення гумусного стану ґрунту і раціонального природокористування можуть суттєво зменшити викиди CO₂ з ґрунту та зробити агроекосистеми більш стійкими та стабільними з екологічної точки зору.

Бібліографічний список

1. Зміна клімату 2022: пом'якшення наслідків зміни клімату (ipcc.ch)
URL: <https://www.ipcc.ch/>
2. "Природоорієнтовані рішення у лісовому, водному та аграрному секторах для відновлення України та адаптації до зміни клімату...."
URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/8_Pryrodooriyentovani-rishennya-z-urahuvannyam-zminy-kdimatu.pdf
3. Lal R. Challenges and opportunities in soil organic matter research. *Eur.*

J. SoilSci. 60, 158–169. 2009.

4. "Збереження та збільшення органічного вуглецю в ґрунті"

URL: <https://nbs.wwf.ua/methodology/zberezhennia-ta-zbilshennia-orhanichnoho-vuhletsiu-v-grunti/>

5. Снітинський В. В. Габриєль А. Й, Оліфір Ю. М, Германович О. М. Гумусний стан та емісія діоксиду вуглецю в агроecosистемах. *Агроecологічний журнал*. Львів, 2015. №1. С. 51–56.

6. Бедернічек Т. Ю. Вуглець, ґрунт і парникові гази. Чернівці : Друк Арт, 2021. 32 с. (Серія: «*Conservation Biology in Ukraine*». Вип. 23).

РОЗВИТОК АГРОПРОДОВОЛЬЧОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО КУРСУ

Н. І. Носова, пров. інженер

ORCID ID: [0009-0008-4830-0009](https://orcid.org/0009-0008-4830-0009)

*ДУ «Інститут ринку і економіко-ecологічних досліджень
Національної академії наук України»*

Загострення ecологічних проблем сьогодні відчують в усьому світі. Країни стикаючись з питанням ecологічної безпеки, вибрали подальший шлях свого розвитку у напрямку дотримання Європейського ecологічного зеленого курсу задля збереження навколишнього середовища для нинішнього та прийдешніх поколінь. Це питання є вкрай актуальним, оскільки загострюються проблеми ощадливого використання природних ресурсів, зменшення забруднення навколишнього середовища і споживання ecологічно безпечних продуктів харчування. ЄС в рамках кліматичної повістки активно працює в напрямку зеленого курсу, розробляючи різноманітні директиви, регламенти, рішення, рекомендації, що регулюють цей процес.

Єврокомісією в травні 2020 р. було презентовано Європейську зелену стратегію «Від ферми до виделки» (або «Від лану до столу»), спрямовану на справедливу, здорову та ecологічно чисту систему харчування [1], яка засновується на тому, що під час вирощування (овочів або курей) вони можуть вбирати в себе

шкідливі речовини. Ведення господарства також шкодить довкіллю, забруднює землю та воду, знищує ліси, вбиває пестицидами та гербіцидами живих істот. Все зводиться до того, що у людей має бути вільний доступ до здорової їжі, а виробництво не має шкодити навколишньому середовищу [2]. При цьому Стратегія заохочує запровадження сучасних екологічнобезпечних форм господарювання, зокрема розповсюдження органічного фермерства.

Стратегія «Від ферми до виделки» має на меті прискорити перехід до сталої системи харчування, яка повинна: мати позитивний або нейтральний вплив на навколишнє середовище; сприяти пом'якшенню змін клімату та адаптації до їх наслідків; уникати втрат біорозмаїття; забезпечити продовольчу безпеку; забезпечувати здорове харчування населення та гарантувати кожному доступ до безпечної, поживної, стійкої їжі; збереження доступності продуктів харчування [3, с. 47].

З 1 січня 2022 року в ЄС почало діяти нове законодавство щодо органічного виробництва і маркування органічних продуктів [4]. Євросоюз поступово впроваджує Стратегію зеленого курсу, підтримуючи політику сталого здорового харчування та збереження навколишнього середовища. У зв'язку з цим висунуто пропозицію щодо розробки законодавчої бази для стабільних харчових систем. Європейська зелена угода забезпечує можливість узгодження системи харчування ЄС з потребами планети та позитивного реагування на прагнення європейців до здорової, справедливої та екологічно чистої їжі. Мета цієї стратегії – зробити продовольчу систему ЄС глобальним стандартом сталого розвитку [3]. У зв'язку з цим виникає необхідність для вирішення цього завдання залучення органів державної влади на всіх рівнях управління, суб'єктів приватного сектору в усьому ланцюжку створення вартості продовольства, а також неурядових організацій, соціальних партнерів, науковців та громадян. Європейська Комісія забезпечить реалізацію стратегії в тісній узгодженості з іншими елементами Зеленої угоди, зокрема зі Стратегією біорозмаїття на 2030 р. та прагненням до нульового забруднення [3].

Слід відзначити, що в Євросоюзі здійснюється моніторинг переходу до сталої системи харчування з метою зменшення екологічного та кліматичного сліду. Такий регулярний збір даних та їх аналіз надає змогу здійснювати комплексну оцінку впливу всіх чинників на навколишнє середовище та здоров'я людей. Така стратегія дозволяє виявити зв'язок між здоровими людьми, здоровим суспільством, здоровою планетою.

Україна готова дотримуватися Європейського зеленого курсу, незважаючи на російську агресію. Уряд України, навіть у складний воєнний період, дбаючи про дотримання європейського курсу, прикладає значних зусиль для імплементації законодавства ЄС у вітчизняний законодавчий простір. Життя за стандартами європейської родини – частина майбутньої перемоги нашої країни [5]. Україна має намір рухатися шляхом кліматичної нейтральності та енергоефективності. Задля цього у червні 2021р. Україна та ЄС уклали Меморандум про стратегічне партнерство в сировинній галузі [6].

У сучасних умовах загострення екологічних проблем та вирішення завдань продовольчої безпеки особливої актуальності набуває збільшення обсягів вирощування овочів, зокрема сприяння розвитку ринку органічної продукції. Органічне виробництво в Україні регулюється Законом України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» [7], а також відповідними підзаконними нормативно-правовими актами. Вимоги щодо виробництва та обігу органічної продукції регулюються статтею 4 цього Закону, де «...визначено основні права та обов'язки операторів, що займаються виробництвом та обігом органічної продукції» [8]; стаття 13 визначає галузі органічного виробництва, до яких зокрема належить органічне рослинництво, вимоги до якого прописані у статті 18; сертифікація органічного виробництва визначається статтею 27, а вимоги до маркування органічної продукції передбачені статтею 34.

Органічне сільське господарство набуває щораз більшої популярності у розвинених країнах. Вітчизняна органічна продукція знаходить попит за кордоном. Вона користується великим попитом у всьому світі, насамперед у країнах

Євросоюзу та США. Україна, маючи великий природний потенціал (кліматичні умови, родючі землі, наявність трудових ресурсів), має нагоду розвивати органічне овочівництво. У 2019 році в Україні налічувалося 617 виробників органічних продуктів, з них 470 – сільськогосподарські виробники, у водночас у 2013 році їх налічувалося 175 господарств [9], тобто зріст склав понад 2,5 раза. Експорт української органічної продукції у 2020 р. становив приблизно 204 млн дол., 73% якого припадало на європейські країни, 24% – на Північну Америку [10].

За даними ТОВ «Органік Стандарт», протягом 2022 року, попри повномасштабне військове вторгнення росії на територію України, Україна експортувала 245600 тонн органічної продукції на суму 219 млн дол. до 36 країн світу, що майже дорівнює експорту органічної продукції у 2021 році (261000 тонн, 222 млн дол.). Переважна більшість органічної продукції з України була експортована в країни Європи (95%) [11].

Найбільшими країнами-імпортерами української органічної продукції у 2022 році були Нідерланди, Німеччина, Австрія, Швейцарія, Польща, Литва, США, Італія, Велика Британія та Чеська Республіка. Українські органічні виробники також експортували в деякі країни Азії та Північної Америки.

До ТОП 3 експортованих органічних продуктів з України, які постачалися на міжнародні ринки, увійшли кукурудза, соя та пшениця. Також експортувалися олія соняшникова, макуха соняшника, соняшник, чорниця заморожена, ячмінь, ріпак, пшоно та інша продукція.

Слід відзначити, що неабияким попитом на європейському ринку користується органічна овочева продукція українського виробництва, причому попит на неї щорічно зростає.

Бібліографічний список

1. Farm to Fork strategy. URL: https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-to-fork-strategy_en URL: https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2020/08/EU_Farm-to-Fork-Strategy_UA_fin.pdf
2. Що таке Європейський зелений курс URL: <https://ecoaction.org.ua/eu-green-deal.html>

3. Європейський зелений курс і кліматична політика України : аналіт. доп. / [С. П. Іванюта, Л. М. Якушенко]; за заг. ред. А. Ю. Сменковського. Київ: НІСД 2022. 95 с. <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.12>

URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-07/dopov-greendeal-1-red-pogod-doverstki_12_07_2022_gotove.pdf

4. Вимоги ЄС до органічної продукції. URL:

<https://export.gov.ua/good/review/290>

5. Україна готова дотримуватися Європейського «зеленого» курсу, незважаючи на російську агресію – глава Мінприроди. Interfax-Україна. 02.02.2023.

URL: <https://interfax.com.ua/news/greendeal/888682.html>

6. Прем'єр-міністр України та Віце-президент Єврокомісії підписали Меморандум про стратегічне партнерство у сировинній галузі. Урядовий портал

URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/premyer-ministr-ukrayini-ta-vice-prezident-yevrokomisiyi-pidpisali-memorandum-pro-strategichne-partnerstvo-u-sirovinnij-galuzi>

7. Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції: Законом України № 2496-VIII від 10.07.2018 р. редакція від 26.10.2023, підстава – 3221-IX

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text>

8. Закон України Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції /ВВР, 2018, № 36, ст.275)

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text>

9. Кузьменко О. Б. Розвиток органічного землеробства в умовах ринку землі в Україні. *Економіст*. 2013. № 3. С. 38–39.

10. Експорт органічної продукції з України в 2020 р. – понад 200 мільйонів доларів США URL: <https://organicinfo.ua/news/ukrainian-organic-export-2020>

11. Органічне виробництво в Україні Міністерство аграрної політики та продовольства України 09.02.2024.

URL: <https://minagro.gov.ua/napryamki/organichne-virobnictvo/organichne-virobnictvo-v-ukrayini>

АГРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ІНГІБІТОРІВ НІТРОГЕНФІКСАЦІЇ

І. Б. Русин, доктор біологічних наук,

ORCID ID: [000-0002-6041-1245](https://orcid.org/000-0002-6041-1245),

С. І. Андрухін,

*Національний університет Львівська Політехніка,
Інститут сталого розвитку імені В'ячеслава Чорновола*

Потреба застосування інгібіторів нітрифікації виникла в результаті інтенсивного сільського господарства із внесенням в агроєкосистеми амонійних добрив в небувалій для природних екосистем кількості. Природна нітрифікація має позитивне значення, будучи важливим етапом в кругообігу нітрогену, посилюючи засвоєння нітратів рослинами та сприяючи розчинності необхідних рослині фосфору і заліза й не потребує пригнічення. Проте тонни амонійних добрив, внесених у ґрунт, спричиняють посилений ріст нітрифікаторів та денітрифікаторів, в результаті чого ефективність амонійних добрив падає, а під час наступної денітрифікації нітрату зростають викиди парникового газу N₂O. Тому, інгібітори нітрифікації широко використовують у сільському господарстві для зниження нітрифікації у ґрунті, щоб мінімізувати втрати нітрогену в результаті вимивання нітратів та зменшити викиди парникових газів (Sha et al., 2020, Xie et al., 2023). Завданням цієї роботи було охарактеризувати агроєкологічні проблеми використання інгібіторів нітрифікації, їх користь і ризики та вплив на екосистеми довкілля.

Механізм дії інгібіторів нітрифікації полягає в їх дії як хелаторів металів, а отже, вони зв'язують мідь в активному центрі ферменту мікроорганізма-нітрифікатора, пошкоджуючи фермент (Ruse & Schulz, 2015). Інгібітори нітрифікації можуть дезактивувати фермент монооксигеназу аміаку, що каталізує першу стадію нітрифікації, лімітуючи її швидкість. Оскільки нітрифікація є центральним катаболічним процесом для окислювачів аміаку при отриманні енергії для їх росту, значна та тривала інактивація нітрифікації приводить до зменшення розміру популяції нітрифікуючих мікробів. Зокрема, зниження розміру популяції нітрифікаторів у ґрунті було показано в разі застосування біологічного

інгібітора нітрифікації, що продукує *Brachiaria humidicola* (Subbarao et al., 2009). Найширше використовувані інгібітори нітрифікації в аграрній сфері: DCD, нітрапірин і DMPP. Загалом інгібітори нітрифікації є біостатичними, але не біоцидними (Burne et al., 2020). Тим не менш, прямий вплив інгібіторів нітрифікації на мікроорганізми часто вимагає високих доз (Paradopolu et al., 2020).

Інгібітори нітрифікації можуть істотно впливати на інтенсивність викиду ґрунтом парникових газів CH_4 і N_2O , які вважаються двома ключовими парниковими газами, що значною мірою сприяють глобальному потеплінню. Було продемонстровано, що інгібітори нітрифікації такі як, DMPP, DCD і нітрапірин в середньому зменшили викиди нітрогену (N_2O) на 60,1%, 30,4% і 36,1%, а вимивання нітратів (NO_3^-) на 49,5%, 51,9% і 49,4% відповідно. Викиди метану (CH_4) і вуглекислого газу (CO_2) також були пригнічені. Проте застосування DMPP, DCD та нітрапірину посилювало емісію аміаку (NH_3) на 43,2 %, 27,4% та 28,5% відповідно, та вимивання амонію (NH_4^+) в середньому на 28,2%, 80,1% та 30,9% відповідно. Інгібітори нітрифікації збільшували врожайність, а величини ефектів були в такому порядку: нітрапірин (8,6–12%) > DCD (6,9–10,3%) > DMPP (5,8–8%) (Gao et al., 2020).

Схожі результати було показано за застосування біологічних інгібіторів нітрифікації. 3-річні польові експерименти показали, що викид N_2O негативно корелює зі здатністю біологічного інгібування нітрифікації: 90% викидів N_2O на ділянці рослиною *B. humidicola*, продуцентом інгібітора, було пригнічено порівняно з викидами на контрольній ділянці (Subbarao et al., 2009). Біологічний інгібітор нітрифікації 1,9-декандіол, отриманий з рису, може пригнічувати викиди N_2O , що також є додатковим доказом контролю виробництва N_2O в ґрунті (Zhang et al., 2019). Отже, самі рослини можуть бути важливим джерелом біологічних інгібіторів нітрифікації, як наприклад, рослини *B. humidicola*, сорго *Sorghum* та рис *Oryza*, з екстрактів коренів яких отримують ці сполуки.

Висновки. Таким чином, використання інгібіторів нітрифікації для підвищення ефективності амонійних добрив є рекомендованою практикою при вирощуванні рослин. Зменшуючи швидкість нітрифікації та подальшу втрату

нітрогену, інгібітори нітрифікації збільшують урожайність, редукують утворення парникових газів і зменшують вимивання нітратів в умовах високого внесення амонійних добрив. Проте інгібітори нітрифікації транспортуються за межі поля, в ґрунтові й поверхневі води, та їх вплив у навколишньому середовищі на нецільові організми: решту мікробіоти, безхребетні, рибу, рослини, худобу та людину, як і вплив на метаболізм та цикл нітрогену залишається все ще недостатньо дослідженим (Woodward et al., 2021). Інгібітори, які блокують першу реакцію нітрифікації, призводять до утворення нітритів, що можуть далі виявляти негативну дію, потрапляючи в організм людини та утворюючи органічні канцерогенні речовини, відомі як нітрозозаміни. Занепокоєння викликає також знаходження інігібіторів нітрифікації в молоці та повідомлення про їх можливий вплив на здоров'я людини, зокрема, вплив на очі та на репродуктивну сферу у звіті Департаменту охорони здоров'я та старіння Австралії 2011 року (Ray et al., 2020). Тому, доцільними є комплексні дослідження безпечності, акцент на впровадження біологічних інгібіторів нітрифікації та перехід на регенеративне господарство із застосуванням меншої кількості добрив.

Бібліографічний список

1. Byrne, M.O., Tobin, J.T., Forrestal, P., Danaher, M., Nkwonta, C.G., Richards, K.G., Cummins, E., Hogan, S.A., & O'Callaghan, T.F. (2020). Urease and Nitrification Inhibitors – As Mitigation Tools for Greenhouse Gas Emissions in Sustainable Dairy Systems: A Review. *Sustainability*.
2. Gao, J., Luo, J., Lindsey, S., Shi, Y., Sun, Z., Wei, Z., & Wang, L. (2020). Benefits and Risks for the Environment and Crop Production with Application of Nitrification Inhibitors in China. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21, 497-512.
3. Papadopoulou, E.S., Bachtsevani, E., Lampronikou, E., Adamou, E., Katsaouni, A., Vasileiadis, S., Thion, C., Menkissoglu-Spiroudi, U., Nicol, G.W., & Karpouzas, D.G. (2020). Comparison of Novel and Established Nitrification Inhibitors Relevant to Agriculture on Soil Ammonia- and Nitrite-Oxidizing Isolates. *Frontiers in Microbiology*, 11.

4. Ray, A., Nkwonta, C.G., Forrestal, P., Danaher, M., Richards, K.G., O’Callaghan, T.F., Hogan, S.A., & Cummins, E. (2020). Current knowledge on urease and nitrification inhibitors technology and their safety. *Reviews on Environmental Health*, 36, 477-491.
5. Ruser, R., & Schulz, R. (2015). The effect of nitrification inhibitors on the nitrous oxide (N₂O) release from agricultural soils – a review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 178, 171-188.
6. Sha, Z., Ma, X.Y., Wang, J., Lv, T., Li, Q., Misselbrook, T.H., & Liu, X. (2020). Effect of N stabilizers on fertilizer-N fate in the soil-crop system: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 290, 106763.
7. Subbarao, G.V., Nakahara, K., Hurtado, M.D., Ono, H., Moreta, D.E., Salcedo, A., Yoshihashi, A.T., Ishikawa, T., Ishitani, M., Ohnishi-Kameyama, M., Yoshida, M., Rondón, M.A., Rao, I.M., Lascano, C.E., Berry, W.L., & Ito, O. (2009). Evidence for biological nitrification inhibition in Brachiaria pastures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 17302 – 17307.
8. Woodward, E.E., Edwards, T.M., Givens, C.E., Kolpin, D.W., & Hladik, M.L. (2021). Widespread Use of the Nitrification Inhibitor Nitrapyrin: Assessing Benefits and Costs to Agriculture, Ecosystems, and Environmental Health. *Environmental science & technology*.
9. Xie, L., Liu, D., Chen, Z., Niu, Y., Meng, L., & Ding, W. (2023). Non-native *Brachiaria humidicola* with biological nitrification inhibition capacity stimulates in situ grassland N₂O emissions. *Frontiers in Microbiology*, 14.
10. Zhang, X., Lu, Y., Yang, T., Kronzucker, H.J., & Shi, W. (2019). Factors influencing the release of the biological nitrification inhibitor 1,9-decanediol from rice (*Oryza sativa L.*) roots. *Plant and Soil*, 436, 253-265.

ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНІ РОСЛИНИ: ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ, ВИРОЩУВАННЯ І СПОЖИВАННЯ З ПОЗИЦІЙ ЕКОБЕЗПЕКИ

С. Д. Рудишин, к. б. н., д. п. н.,
ORCID ID: [0000-0002-4483-9209](https://orcid.org/0000-0002-4483-9209)

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

Реалії сьогодення у світі: зменшуються площі під сільськогосподарськими культурами, існує генетична межа їхньої урожайності; збільшується кількість населення планети; інтенсивно застосовуються мінеральні добрива і пестициди, які допомагають у боротьбі з голодом, але забруднюють довкілля; посилюється дефіцит родючості ґрунту (зменшується вміст гумусу); масштабно втрачається біологічне і ландшафтне розмаїття. Створення і поширення ГМ рослин (рослин «зеленої революції-2») прямо стосується до забезпечення людства їжею (особливо білком). Людство повинно вирощувати адаптовані до несприятливих умов середовища рослини, одержувати з них калорійні з високим вмістом протеїну продукти та спускатися вниз харчовим ланцюгом, зокрема до сої, а не втрачати до 90% вирощених рослин на годівлю тварин (дію закону 10% треба враховувати).

Перші трансгенні рослини було одержано у 1983 році; перший харчовий ГМ продукт (сир), виготовлений із використанням ГМ ферменту, був дозволений у США у 1990 році. Сьогодні ГМ культурами у світі засіяно понад 30% площі сільськогосподарських земель (домінують соя, ріпак, бавовник, кукурудза, рис, люцерна, тютюн). Особливо значні площі зайняті під трансгенними культурами у США, Аргентині, Канаді, Бразилії, Китаї. У Європі вирощують ГМ рослини в Іспанії, Швейцарії, Румунії, Болгарії. Отже, ГМ продукти у різному вигляді останні 30 років споживають сотні мільйонів людей у різних, у тому числі й найбільш розвинених країнах. Вже створений для боротьби зі сліпотою та смертю дітей ГМ «Золотий рис/ Golden rice» (забезпечує 60% вітаміну А, який їм необхідний у щоденній порції рису); з 2023 офіційно вирощується у Філіпінах..

Ми не ставимо за мету агітувати «за» чи «проти» ГМО. Доцільно розглянути **аргументи науковців щодо ГМО**. Оскільки всі живі організми (від вірусів до ссавців) містять однакові чотири «ноти» життя (А, Т, Г, Ц) у молекулі ДНК, то чому

рекомбінантні (гібридні) ДНК треба вважати протиприродними? Однакові триплети кодують 20 природних амінокислот, які є складовими всіх білків біосфери. Усі метаболіти рослин (і трансгенних теж) вже існують у природі. Тобто, якщо ГМ рослини містять речовини отруйної чи фармакологічної дії (певні алкалоїди, терпеноїди, глікозиди, флавоноїди та ін.) то біобезпека пов'язана з дослідженням алергенної, токсичної, канцерогенної дії ГМ продуктів на людину і тварини. Зокрема, колхіцин – алкалоїд рослини крокус осінній – є мітозною отрутою (проникаючи у клітини, що діляться, колхіцин руйнує ахроматинове веретено, дочірні клітини не розходяться до полюсів, цитокінез не відбувається і число хромосом подвоюється).

Варто підкреслити, що в Європі діє норма вмісту ГМО в продуктах харчування – не більше ніж 0,9%, в Японії – 5%. У США і Канаді відсутні державні вимоги щодо обов'язкового маркування ГМ товарів. В Україні у 2008 р. було прийнято державний стандарт, відповідно до якого всі продукти харчування, що містять ГМО понад 0,9%, потрібно маркувати. Офіційно – жодного виду ГМ рослин в Україні не вирощують. Але реально лабораторії Укрметртестстандарту з генетично-молекулярних досліджень виявляють у продуктах такі ГМ компоненти, як соєвий білок та картопляний крохмаль; деякі м'ясні і молочні продукти містять до 4% ГМО (ковбаси, сосиски, пельмені, йогурти тощо). Річ у тім, що 1 кг соєвого білка спроможний вбирати до трьох літрів води, що значно здешевлює продукт. 80% такої сої (переважно трансгенної) закупляється в Європі.

Чи є небезпека від ДНК, яку ми «споживаємо» з їжею? У травному тракті людини чужа ДНК руйнується ферментами нуклеазами до мономерів – нуклеотидів, які всмоктуються клітинами для власних потреб. Нуклеази однаково «ріжуть» ДНК вірусів, бактерій, рослин, грибів чи тварин. Майже 200 тисяч років людство з каріотипом кроманьйонця (*Homo sapiens*) споживає чужорідну ДНК з м'ясом, рибою, овочами, фруктами і будує «рідну» ДНК власних клітин з «чужих» нуклеотидів. Біологічна еволюція кроманьйонця за цей період не зазнала значних змін. Це свідчить про те, що кишечник людини вже багато тисячоліть є чудовим хемостатом з ідеальними умовами співіснування мікроорганізмів з різними

фрагментами ДНК. У геномі симбіонта людини – кишкової палички (*E. coli*) майже 17% ДНК має еукаріотичне походження. Щосекунди ми контактуємо з генетичним апаратом вірусів і бактерій, який зі «злыми» намірами (з погляду людини) атакує наш геном. Деякі віруси і ділянки плазмід бактерій мають природний механізм вбудовування в генетичний апарат еукаріотів і навіть успадковуються (наприклад, вірус герпесу, що передається аналогічно до ВІЛ). Це несе небезпеку життю і здоров'ю людини. Ніхто не спростував вірусної теорії виникнення раку. В геномі людини на нуклеотидні послідовності вірусів і мобільних елементів припадає 0,5% геному. Мікрорганізми і віруси всюдиусці в живій речовині планети. Отже, феномен генетичної трансформації не є новиною для біосфери, а лише одним із численних механізмів горизонтального і вертикального трансгенезу.

Немає жодного наукового повідомлення, що окремі гени чи фрагменти ДНК їжі вмонтовуються в генетичний матеріал клітин людини. Прикметно, що ГМ лікарські препарати легко сприймають фахівці і населення. Прикладами таких ліків є рекомбінантний інтерферон, генно-інженерний інсулін. ГМ мікроорганізми давно й активно використовують для виробництва антибіотиків, амінокислот, ферментів, вітамінів, вакцин та ін.

Отже, ***ДНК з генетично модифікованих організмів так само безпечні, як і будь-яка інша ДНК харчових продуктів.*** Побоювання щодо потенційної алергенності ГМ продуктів можна віднести і до інших продуктів (цитрусові, шоколад тощо) та доведеної токсичності інгредієнтів харчових продуктів (синтетичних харчових добавок, залишків нітратів, пестицидів, афлотоксинів, важких металів тощо).

Існує занепокоєння щодо появи «супербур'янів», оскільки багато ГМ культурних рослин у певних ареалах здатні гібридизуватися з дикими родичами. Дослідження свідчать, що ***екологічний ризик у разі вирощування трансгенних рослин можна порівняти із ризиком випробування нових селекційних сортів, одержаних звичайним способом.*** Усі ознаки (сполуки), які з'являються (чи з'являться) в трансгенних рослинах, вже існують у біосфері. Зазначимо, що бур'янів у природі немає, вони є тільки в уяві людини. Бур'яни – це рослини, які

еволюційно виникли, є ланцюгами в екосистемах, а людині для розв'язання продовольчих проблем заважають. Проти нових бур'янів знайдуть нові гербіциди. Вчені вивчають зміни біоти штучних агросистем (мікрофлори ґрунтів, комах), в яких ростуть трансгенні рослини, зокрема кумулятивні наслідки потрапляння трансгенного Bt-токсину на ґрунтову фауну і мікрофлору.

Висновок. Поширення і використання ГМО – реальність сучасного світу, процес необоротний. ГМ рослини створюють для того, щоб змінити їх агробіологічні показники, а саме: забезпечити стійкість до шкідників і хвороб, гербіцидів, засолення, дії екстремальних температур; стабілізувати якість кінцевої продукції (склад, колір, тривалість зберігання); розв'язати проблему біопалива, вирішити питання очищення довкілля від пестицидів, важких металів; уможливити синтез певних лікарських сполук у рослинах. Як і будь-який витвір людини (зброя, літак, консерви, атомна енергетика тощо) ГМ рослини створюють певний ризик (алергію, ожиріння), але пряму небезпеку їх для здоров'я людини та тварин науково не доведено. *Явну небезпеку для збереження здоров'я людини і біорозмаїття складають забруднення, кислотні дощі, радіонукліди, пестициди, важкі метали, нітрати, мікотоксини, штучні консерванти, синтетичні харчові домішки та інші ксенобіотики.*

Усвідомлення і пересторога – два принципи всіх міжнародних нормативно-правових документів щодо біобезпеки під час вирощування ГМ рослин і споживання продуктів з них. Суспільство має право робити вибір, яку їжу споживати. Державі для суспільної злагоди з позицій біоетики необхідно забезпечити обов'язкове маркування ГМ продуктів, хоча інформація про вміст ГМ компонентів не стосується питань біобезпеки, а є лише повідомленням про вміст у продуктах певних компонентів, аналогічно, як на етикетках вказують присутність різних інгредієнтів: барвників, консервантів та інших харчових добавок.

Найважливішими завданнями генних інженерів рослин вважаємо такі: здійснення генетичної трансформації злакових щодо їх спроможності фіксації атмосферного азоту; підвищення ефективності фотосинтезу сільськогосподарських рослин (створення пластидних трансгенів); створення стерильних ГМ рослин тощо.

Бібліографічний список

1. Блюм Я. Б., Сорочинський Б. В. Біотехнологія рослин: сучасний виклик для України. *Насінництво*. 2009. № 7. С. 12-17.
2. Екотрофологія: основи екологічно безпечного харчування. навч. посіб. / [Димань Т. М., Барановський М. М., Білявський Г. О. та ін.]. Київ : Лібра, 2006. 304 с.
3. Левенко Б. О. Генетично модифіковані (трансгенні) рослини. Російською мовою. Київ: Наукова думка, 2010. 429 с.
4. Рудишин С. Д. Генетично модифіковані рослини: проблеми і перспективи використання. *Наука та інновації*. 2011. № 6. С. 1-13.
5. Рудишин С., Негрецький В., Новожилов О. Фітогормонологія в Україні: генеза і досягнення : монографія. Київ : Академія, 2020. 144 с.
6. Рудишин С. Д. Біотехнологія рослин : навч. посіб. Суми : Корпункт, 2024. 200 с.
7. Genetic engineering against malnutrition: Does Golden Rice live up to its promise? URL: <https://unbiasthenews.org/genetic-engineering-against-malnutrition-does-golden-rice-live-up-to-its-promise/> (дата посилання 20.03.2024).

ДИНАМІКА КЛІМАТУ, ПОТЕНЦІАЛ ЕКОСИСТЕМ ЄВРАЗІЇ І СУСПІЛЬНИЙ РОЗВИТОК

(від Римської доби до початку Малого льодовикового періоду)

П. С. Гнатів, д. б. н.

ORCID ID: [0000-0003-2519-3235](https://orcid.org/0000-0003-2519-3235);

Н. І. Вега, к. с.-г. н.

ORCID ID: [0000-0003-2609-0393](https://orcid.org/0000-0003-2609-0393);

Львівський національний університет природокористування

Від кінця Плейстоцену в Європі розпочалося освоєння природних ресурсів людиною соціальною. Оскільки екопотенціал ландшафтних екосистем формується відповідно до кліматичної ситуації (співвідношення тепла і вологи), життя племен і формування етносів від пізньоримської доби і надалі залежало переважно від природних ресурсів і природних умов. Об'єктивно проаналізувати умови і чинники

суспільного прогресу, у т.ч. у частині природокористування, та зрозуміти роль суспільної свідомості у збереженні природного довкілля придатним для успадкування його наступними поколіннями – мета нашої праці.

В ретроспективі досліджуємо віхи антропотрансформації ландшафтів, еволюції взаємозалежності природних процесів і соціальних перетворень. Це потрібно для розроблення дієвих заходів у захисті довкілля й адаптації до змін клімату [5]. Адже наростання частоти аномально високих температур пояснюють тим, що їх спричинює глобальне підвищенням температури. На основі реконструкції динаміки ландшафтних екосистем покажемо визначальну роль місцевих природних ресурсів і поведінкової адаптації в історії виживання й становлення українського соціуму.

За методологію палеоекології використовуємо методики палеогеографії, палеокліматології, палеобіології, історичної демографії й суспільної історії для реконструювання у вербальних і графічних моделях екосистем минулого. Для цього аналізуємо особливості минулого природного довкілля, екопотенціал ландшафту як екосистеми [5; 6], агробіорізноманіття у різні епохи еволюції біоти на Землі.

Екопотенціалом ландшафту (ландшафтної екосистеми) вважаємо сукупність речовинно-енергетичних ресурсів, властивостей і природних умов корінних для певної місцевості (нативних) екосистеми, які забезпечують її максимально можливі й самодостатні структурно-функціональні параметри (енергетичні, організаційні, біогеохімічні, водотрансформаційні, середовищні) [6]. Екопотенціал таких систем є максимальним обсягом корисних для людини як біотичної, так і соціальної, функцій (ресурсних, захисних, продукційних тощо). Вторинний екопотенціал екосистеми – це сукупність її речовинно-енергетичних ресурсів і властивостей, сформованих під впливом антропоізації (у т.ч. землеробства і скотарства), за якої формуються її поточні структурно-функціональні параметри і корисні функції. Повне використання екопотенціалу переважно руйнівне для ландшафту і, як правило, недосяжне, не бажане, оскільки означає знищення екосистеми.

Як природне тло соціальних змін на теренах України використовуємо реконструкційну модель динаміки клімату за показником коливання приземної температури у північній півкулі від Різдва Христового (Р.Х.) до початку сталих метеорологічних спостережень, запропоновану Б. Фаганом [3]. Цифрами на графіку позначені екстремуми температурних коливань: непарні пункти – потепління; парні пункти – похолодання (рис. 1).

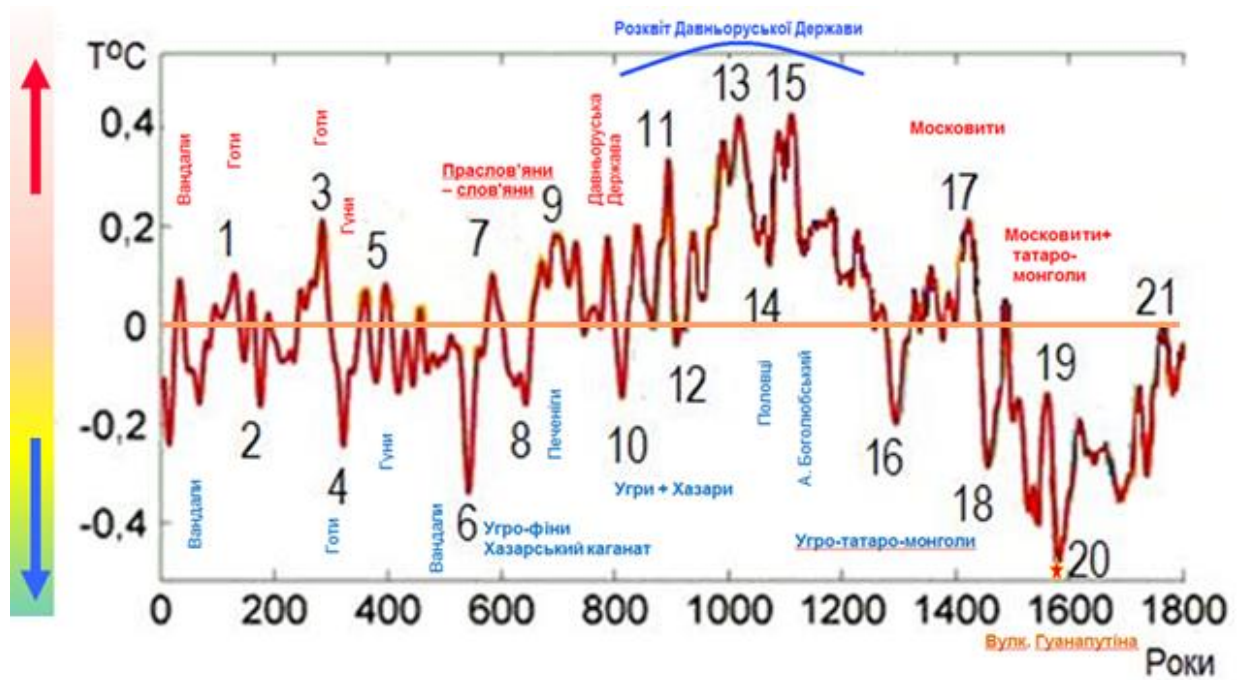


Рис. 1. Динаміка коливання температури ($\pm T^{\circ}\text{C}$) приземної атмосфери (потепління непарні пункти – від 1 до 21, похолодання парні – від 2 до 20) у Північній півкулі відносно кліматичної норми Голоцену за реконструкцією Б. Фагана й інших авторів [3; 1] від Р.Х. до початку сталих метеорологічних спостережень

Інші дослідники у праці [2] оприлюднили свою модель динаміки температури повітря упродовж другої половини Голоцену (рис. 2). Багато вчених показують аналогічну діаграму.

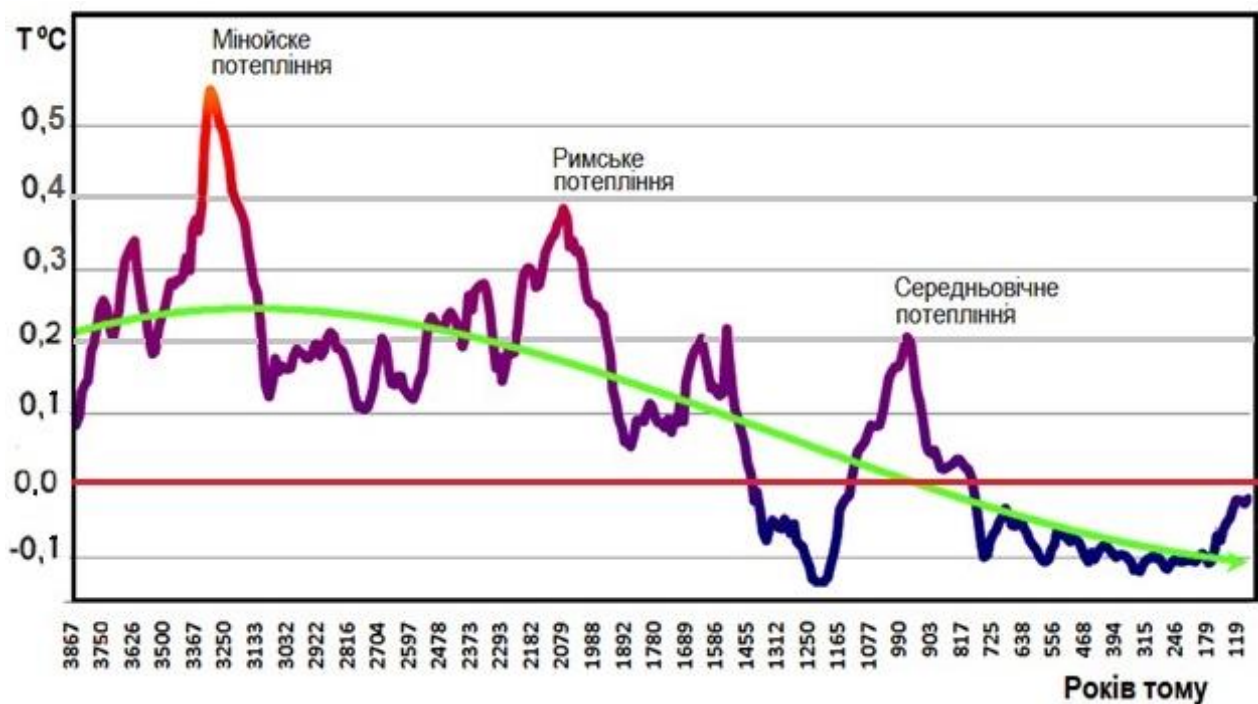


Рис. 2. Динаміка коливань температури повітря відносно кліматичної норми за 10 тис. років упродовж другої половини Голоцену, $\pm T^{\circ}\text{C}$ (Despite 20th..., 2010).

У попередніх працях [4] чергова хвиля погіршення клімату (похолодання й гуміди́зація) зазначена нами від III ст. по Р.Х., що, за нашою гіпотезою, стало головною причиною кризи виробництва і суспільних потрясінь у Євразії. На тлі таких глобальних трансформацій природи простежуємо період занепаду Римської Імперії і початок раннього феодалізму [9; 7].

Для наших прадавніх предків основу екопотенціалу становили родючі ґрунти і благодатний клімат з гідротермічним коефіцієнтом приблизно 1,0. Для наших степових сусідів – номадів (в перекладі пастухів) це була трава степів і волога та коні, які там паслися. За розширення обробітку ґрунтів дуже сильно змінювалася лісистість Західноукраїнського фізико-географічного краю (за реконструкцією С. Генсірука та В. Ткача (2012).

Ще від початку вступу у Залізну добу кліматична ситуація в Євразії зумовила величезні міграційні потоки [8] – період Великого переселення народів. Воно тривало не лише з напівпустельних і степових зон Євразії, а й із Північної, Прибалтійської та Північно-східної Європи. Ці процеси згодом стали природним

тлом формування і закріплення на тривалий період жорстокого суспільного ладу – середньовічного феодалізму.

Від початку сучасного літочислення у добу римського теплого періоду почали зростати і зміцнюватися племена вандалів. Але коли клімат похолоднішав, вони ринули на південь і повалили Римську імперію (рис. 2). Коли маятник потепління торкнувся півночі, розквітли і зміцніли готські племена (рис. 1: пункти 1 і 3), зокрема на острові Готланд. Коли ж Північну Європу охопив холод, вони мігрували на Південь, завоювали та знову заснували потужну державу аж у Причорномор'ї, бо клімат в регіоні став прохолодним і вологим. Але цей же вологий та прохолодний клімат (пункт 4) зазвичай є сприятливіший для праслов'ян (антів) і вони витіснили а частково асимілювали готів. Коли настало тепло, часті посухи (пункт 5) спричинили нашествя південних гунів. Проте чергове значне похолодання і гумідизація клімату (пункт 6) створили сприятливі умови для життя та спричинили спалах популяцій слов'янських племен, та, водночас, чергову навалу вандалів із Півночі на ослаблений Рим.

Глобальне середньовічне потепління клімату і незначні його коливання з трендом до аридизації сприяли стрімкому росту популяції слов'ян (рис. 1: пункти 7-15) і розквіту й росту могутності Давньоруської держави. На століття раніше встановився дуже холодний та вологий клімат (пункт 6), який спричинив міграцію угро-фінів з Приуралля на південь, а у Степу між Дніпром і Волгою після занепаду Тюркського хозари створили свій каганат.

За встановлення сприятливого клімату (рис. 1: пункт 11) Руський Кн. Олег Віщий приєднав племена полян, древлян, сіверян, радимичів, підкорив словен, кривичів, хорватів, уличів, чудь, мерю й інші фіно-угорські племена. За холодного і дуже вологого клімату (пункт 12) угри й хозари перейшли Карпати. Згодом встановилася на тривалий час найвища у північній півкулі середньорічна температура за весь період від Р.Х. (пункт 13 і 14). Втрата Степом екопотенціалу пасовищних екосистем (пункти 13 і 15) виснажила голодом і посухами половецьке скотарське господарство і ці племена були остаточно розгромлені. Наступних 200 років за панування холоду й вологи (пункт 16) євразійські степи забуяли травами і

за два століття угро-фінські й тюркські племена зміцнилися у військовій силі. Кіннотник-ординець мав змогу гнати з собою похід другого коня, на якого пересідав, що рухатися далі на Захід. Піхоти у них не було. У 15 ст. сформувався московський улус Орди (пункт 17). Гнані з півночі холодом і голодом у Степи кочові племена вторглися у Давньоруську державу, а у Європі з'явилася Золота Орда. За наступних три століття (пункти 16, 18 і 20) сильне стабільне похолодання зі короткими періодами потепління й посух, зробили життя кочовиків-номадів нестерпним, тому північна і південна орди стрімко занепадали.

Дуже впливова планетарна подія сталася 1600 року – відбулося виверження вулкана Гуанапутіна в Перу. В атмосферу потрапила величезна кількість сірки, істотним було загальне забруднення атмосфери. Настав Малий льодовиковий період. У Європі бушували епідемії і голод, спричинені втратою екопотенціалу рілних угідь і пасовищ.

Висновок. Від Римської доби до початку Малеого льодовикового періоду потужність і темпи суспільного розвитку племен дуже залежали від коливань клімату у Євразії. Племена осілих хліборобів (орачів), які опиралися на екопотенціал рілних екосистем, менше залежали від зміни клімату, порівняно з кочовими номадичними племенами, котрі змушені були переміщатися рівнинним просторами у пошуках вологих степів і продуктивних пасовищ для своїх стад, полювати на диких тварин, які теж мігрували за кормом і водою.

Бібліографічний список

1. Clima..., 2012. Clima Impazzito: Glaciazioni O Riscaldamento Globale? Cosa Dobbiamo Attenderci? Retrieved from: http://www.paid2write.org/tecnologia_scienze/clima_impazzito_glaciazioni_riscaldamento_globale
2. Despite 20th..., 2010. Despite 20th Century Minor Warming... Retrieved from: <http://www.c3headlines.com/2010/03/despite-20th-century-minor-warming-ice-cores-indicate>
3. Fagan, B., 2008. The Great Warming: Climate Change and the Rise and Fall of Civilizations. New York: Bloomsbury Press. 304 p.

4. Gnativ, P. S., 2015. The dynamics of landscape ecosystems and evolution of society on Southwestern Podillya during the Holocene. *Biological Resources and Nature Management*. Т. 7, №3-4. 49-57.
5. Gnativ, P. S., et al., 2012. The natural resources of Ukraine. Lviv: Kamula. 216.
6. Gnativ, P. S., Snintynsky, V. V., (Ed.) 2017. *Ecosystems and System Analysis*. Lviv: Kolir PRO. 416 p.
7. Semenjuk, S., 2010. The history of the Ukrainian people. Lviv: Apriory. 608 p.
8. Great migration of people. 2013 Retrieved from: <http://www.litopys.com.ua/encyclopedia/velike-pereselelnya-narod-v/>
9. Zaliznjak, L. L., 2008. Origin of Ukrainian: between science and ideology. Kyiv: Tempora. 104.

РОЛЬ СПІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПОЛІТИКИ ЄС У РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА КЛІМАТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ

О. В. Ковтун, к. с.-г. н.

ORCID ID: [0009-0002-9993-9837](https://orcid.org/0009-0002-9993-9837).

О. М. Андрушко, к. с.-г. н.

ORCID ID: [0000-0002-0858-8916](https://orcid.org/0000-0002-0858-8916)

Львівський національний університет природокористування

У рамках Європейської зеленої угоди 22 червня 2022 року Європейською Комісією було запропоновано регламент сталого використання (*SUR – sustainable use reglament*) засобів захисту рослин як частина пакету заходів, спрямованих на зменшення екологічного сліду від виробництва продуктів харчування. Але 22 листопада 2023 року більшістю голосів Європейського парламенту цю пропозицію було відхилено [1]. Що буде далі? Які перспективи для України? Не відомо.

Здається, що одне з пріоритетних завдань Комісії Європейського Союзу, заплановане на найближчі п'ять років – «досягнення безпечного, стійкого, кліматично відповідального виробництва продуктів харчування, дотримання принципів сталого розвитку, збереження біорізноманіття та екосистем» [4],

важливість виконання якого не викликала сумнівів, втратило пріоритетність. Попри численні рухи громадських екологічних організацій, які динамізували європейське суспільство, щоб те виступало на захист та відновлення біорізноманіття, ландшафтів і океанів, за усунення забруднення, а також, за сприяння та гарантування більш екологічного та кліматорієнтованого сільського господарства. Попри те, що сільське господарство ЄС стало єдиною основною системою у світі, яка зменшила на 20% (з 1990 року) викиди парникових газів, а європейська їжа стала світовим стандартом: якісна, різноманітна, поживна та безпечна [2].

Забезпечити вирішення цього завдання передбачали внаслідок узгодженості з іншими організаціями Європейського Союзу, такими як спільна сільськогосподарська політика (ССП), політика щодо навколишнього середовища та хімікатів, політика щодо гігієни та безпеки праці та ініціатива щодо сталої продовольчої системи ЄС [3; 4; 6].

Для досягнення амбіційних цілей Зеленої угоди ЄС до 2030 року, планувалося, що спільна сільськогосподарська політика, через впровадження своїх стратегічних планів у країнах ЄС сприятиме досягненню мети щодо 25% сільськогосподарських угідь, які оброблятимуться органічно. На період до 2027 року приблизно 10% сільськогосподарських угідь ЄС повинні отримати підтримку ССП для переходу до органічного виробництва, яке у 2020 році становило 5,6% [5]. Фінансове стимулювання фермерів, скероване на збільшення сільськогосподарських угідь під органічним виробництвом сприятиме зменшенню використання пестицидів і добрив та поступовому переходу до застосування інтегрованих систем захисту рослин та використання нехімічних методів боротьби зі шкідниками [6; 7]. З метою зменшення впливу забруднення добривами та пестицидами, планується, що всі фермери, які отримуватимуть підтримку, повинні будуть створити буферні смуги вздовж водоймів довжиною щонайменше 3 метри, іноді з особливими умовами для невеликих полів, оточених водою. Стратегічні плани ССП також передбачають підтримку, спрямовану на скорочення викидів на

різних етапах циклу поживних речовин, від годівлі та утримання тварин до зберігання гною та застосування аміаку.

Як показує досвід інших країн перед вступом до ЄС, таких як Польща, Болгарія та Румунія, низький рівень освіти та професійної підготовки фермерів може стати перешкодою в реалізації необхідних завдань із вдосконалення та модернізації виробничої бази, а також пристосування фермерських господарств до обов'язкових екологічних умов і стандартів Європейського Союзу щодо засобів захисту рослин та сфери добробуту тварин. На думку О.Риковської, О.Фраєра і В.Ярового (2023) [9], для того щоб забезпечити успішну адаптацію до екологічних вимог і стандартів, фермерам, потрібно оволодіти новими знаннями та навичками щодо ефективного ведення господарства, збереження довкілля та добробуту тварин. Недостатній доступ до освіти та професійного навчання в певних регіонах цих країн перешкоджає успішній реалізації екологічних вимог.

В Україні розвиток органічного виробництва розпочався на початку 2000-х років, станом на 2020 рік запланований цільовий орієнтир становив 1,1% і був досягнутий, але з наступною тенденцією до зниження. За даними державної служби статистики України, станом на 2022 рік частка сільськогосподарських угідь під органічним виробництвом у загальній площі земель сільськогосподарського призначення становила всього 0,6%.

На національному рівні, стратегічні плани нової спільної європейської сільськогосподарської політики розглядатимуться як орієнтири для досягнення цілей, викладених у проєкті національної стратегії сталого розвитку, за прикладом Європейського Союзу, який прагне зосередити їх на різних сферах у сільській місцевості, а не тільки на сільськогосподарському виробництві, як зазначено в таких документах, як: і) Європейський екологічний пакт, ii) стратегія «Від ферми до виделки», iii) стратегія Біорізноманіття [6].

Оцінюючи можливості та загрози для розвитку органічного виробництва в Україні, Андрусевич та інші (2020) вказують, серед можливостей, значний потенціал для розширення органічного виробництва та ширшого застосування технологій мінімальної обробки ґрунту. Згідно з дослідженнями, під органічним

виробництвом може бути зайнято до 4,0 млн. га, а потенціал запровадження технологій мінімального обробітку ґрунту може сягнути до 10 млн. га сільськогосподарських територій [8].

Висновки. Україна під час війни, яка не знати ще коли закінчиться, і в післявоєнний період постає перед вирішальним викликом у вирішенні трьох важливих цілей [10]. На нашу думку, щоб підтримати сталий розвиток сільських територій, необхідно зберегти: 1) конкурентоспроможність сільського та лісового господарства, 2) стабілізувати забезпечення сталого управління природними ресурсами та кліматичними діями після завданих війною збитків і пошкоджень, 3) забезпечити збалансований територіальний розвиток сільських господарств і громад, а саме через створення та збереження робочих місць.

Бібліографічний список

1. European Parliament. No majority in Parliament for legislation to curb use of pesticides. 2023. URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20231117IPR12215/no-majority-in-parliament-for-legislation-to-curb-use-of-pesticides>
2. European Commission. A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. Brussels. 2020. URL: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en
3. Buitenhuis, R., et all. Sustainable use and conservation of microbial and invertebrate biological control agents and microbial biostimulants. Background Study Paper. No. 71. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, FAO. 2023. URL: <https://doi.org/10.4060/cb3571en>
4. European Commission. Proposal for a regulation of the European Parliament and of the council on the sustainable use of plant protection products and amending Regulation (EU) 2021/2115. Brussels. 2022. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0305>
5. European Commission. Common agricultural policy for 2023-2027. 28 CAP strategic plans at a glance. 2022. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_5986

6. Eurostat. Sustainable development in the European Union – Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context – 2023 edition. 2023. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-flagship-publications/w/ks-04-23-184>

7. Ковтун О.В. Біологічний контроль у системах захисту рослин як перспектива сталого розвитку сільського господарства. //Перспективи розвитку науки, освіти, технологій і суспільства в Україні та світі: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. 7 березня 2024р. Полтава: ЦФЕНД. 2024. Ч.2. с. 43-46. URL: <https://www.economics.in.ua/2024/03/07-02.html>

8. Європейський зелений курс можливості та загрози для України. Аналітичний документ. Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля». 2020. 74 с.

9. Євроінтеграційні виклики та рішення для сталого аграрного, сільського розвитку й охорони довкілля на прикладі Польщі, Болгарії та Румунії / О. Риковська, О. Фраєр, В. Яровий – Київ: ГО “Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 55 с.

10. European Commission. Summary of CAP Strategic Plans for 2023-2027: joint effort and collective ambition. Brussels, 23.11.2023. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2023-11/com-2023-707-report_en.pdf

ВПЛИВ СКОТАРСТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

М. І. Кузів, д. с.-г. н.,

ORCID ID: [0000-0002-5648-2059](https://orcid.org/0000-0002-5648-2059),

Н. М. Кузів, к. с.-г. н.,

ORCID ID: [0000-0003-0030-8665](https://orcid.org/0000-0003-0030-8665)

Інститут біології тварин НААН України

Тваринництво вважаю стратегічно важливою галуззю в загальній структурі сільськогосподарського виробництва і становить важливу галузь національних економік аграрних країн. Чисельність населення земної кулі постійно зростає, а це означає, що і зростає необхідність у виробництві більшої кількості продукції і, в свою чергу, збільшується антропогенне навантаження на

довкілля. І, якщо раніше вважалося, що основними причинами забруднення природи є промисловість, автотранспорт, виробництво електричної енергії, то тепер поряд з усіма цими факторами особливе місце займає сільське господарство, зокрема, тваринництво. За даними продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO) на сільське і лісове господарство у світі припадає 21% викидів парникових газів [1], а на викиди метану від внутрішньої ферментації тварин припадає 14% і 3% на викиди від гною [2].

Останнім часом, аби зупинити негативні кліматичні зміни, висуваю гіпотезу, що основна відповідальність за викиди шкідливих парникових газів лягає на тваринництво [3]. Сектор тваринництва зараз розглядаю як основне джерело викидів парникових газів через розчищення земель під пасовища, виробництво кормів, через гній та метан, що виділяється тваринами [4]. Першою, хто оцінив викиди у галузі тваринництва, була FAO [5]. Галузь тваринництва часто асоціюється з негативними впливами на навколишнє середовище, таким як деградація земель, забруднення повітря та води, руйнування біорізноманіття [6-7]. Очікується, що збільшення виробництва тваринницької продукції буде відбуватися через скорочення бази природних ресурсів, що, без належного управління природними ресурсами, завдасть подальшої шкоди навколишньому середовищу.

Позиції дослідників щодо впливу тваринництва на зміну клімату досить контрастні. Одна частина науковців дотримується так званої максималістичної позиції і зазначає що вплив тваринництва дуже значний [8-10]. Друга частина дослідників займає мінімалістичну позицію, зазначаючи, що вплив тваринництва на забруднення навколишнього середовища невеликий і загроза з його боку для зміни клімату незначна, оскільки у світі спостерігається позитивна динаміка скорочення поголів'я тварин [3; 11].

Основна частка викидів парникових газів у тваринництві припадає на скотарство. Частина травної системи великої рогатої худоби – рубець призначена для бродіння продуктів з високим вмістом клітковини. Він містить мікроби, які допомагають засвоювати з кормів якомога більше поживних речовин. У

результаті переробки мікробами в анаеробних умовах органічної речовини в травному тракті жуйних утворюється метан (кишкова ферментація).

Зменшення викидів метану від жуйних тварин є однією з нагальних проблем. Стратегії зменшення цього джерела викидів зосереджені на підвищенні ефективності бродіння в рубці та підвищенні продуктивності тварин. Швидкість викиду кишковорозчинного метану змінюється залежно від споживання корму та його засвоюваності. На сьогодні запропоновано велику кількість варіантів пом'якшення (наприклад, маніпулювання дієтою, вакцини, хімічні добавки, генетичний відбір тварин тощо) з різною ефективністю у зменшенні кишковорозчинного метану.

Глобальна стурбованість через викиди парникових газів у скотарстві стимулює дослідження та розробку інноваційних кормових інгредієнтів, здатних зменшити або виключити викиди кишковорозчинного метану. Ці інгредієнти корму включають морські водорості, вони є різноманітні і з різною ефективністю [12]. Особливий інтерес становить рід водоростей *Asparagopsis*, за допомогою якого впроваджуються інноваційні технології у годівлі великої рогатої худоби [13]. Ці водорості містять антиметаногенну сполуку бромформ. У дослідженні рубця *in vitro* було проведено аналіз 20 різних видів макроводоростей і *Asparagopsis taxiformis* був визначений як основний кандидат для подальшого дослідження [14]. Подальші дослідження здатності *Asparagopsis* як функціонального інгредієнта корму для великої рогатої худоби продемонстрували позитивні результати із зниження викидів метану (до 98%) [15-17].

Розведення більш продуктивних тварин може призвести до зменшення потреби в поживних речовинах, необхідних для досягнення того ж рівня виробництва. Це, ще одна із стратегій зменшення негативного впливу тваринництва на навколишнє середовище. Продуктивніша тварина використає більше білка азоту з корму, а в калі та сечі залишиться менше азоту [18].

Ще одним джерелом викидів як метану, так і окису азоту є гній, а кількість викидів пов'язана з умовами навколишнього середовища, типом зберігання та складом гною. Основними характеристиками, що впливають на викиди метану та

окису азоту, є вміст органічної речовини та азоту в екскрементах. В анаеробних умовах органічна речовина частково розкладається бактеріями, які виробляють метан і вуглекислий газ. Довгі періоди зберігання, теплі та вологі умови можуть ще більше збільшити ці викиди [18].

Висновки. Вплив скотарства на забруднення навколишнього середовища, в першу чергу, обумовлений викидами метану і виділеннями від гною. Щоб зменшити викиди парникових газів необхідно збільшити продуктивність тварин, покращити кормову базу, застосовувати природні сорбенти у годівлі тварин, удосконалити технології прибирання, зберігання і використання гною. Для задоволення попиту на продовольство ефективність скотарства повинна зрости, зберігаючи при цьому екологічне управління та належне використання обмежених природних ресурсів.

Бібліографічний список

1. The state of food and agriculture. Climate change, agriculture and food security. *The State of Food and Agriculture (FAO)*. 2016. URL: <https://www.fao.org/3/i6132e/i6132e.pdf> (дата звернення: 01.04.2024)
2. Оприлюднено аналіз викидів парникових газів від агросектору в Україні та ЄС. 2021. URL: <https://agropolit.com/news/19975-oprilyudнено-analiz-vikidiv-parnikovih-gaziv-vid-agrosektoru-v-ukrayini-ta-yes> (дата звернення: 25.03.2024)
3. Ляшенко М.В. Екологічна парадигма локалізації виробництва продукції тваринництва. *Інвестиції: практика та досвід*. 2018. № 11. С. 70–75.
4. Lazarus J., McDermid S., Jacquet J. The climate responsibilities of industrial meat and dairy producers. *Climatic Change*. 2021. Vol. 165, 30. URL: <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03047-7>
5. Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., de Haan C. Livestock's long shadow: environmental issues and options. *Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO)*: Rome, Italy. 2006. 390 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-a0701e.pdf> (Accessed on 10.05.2022)

6. Bellarby J., Triado R., Leip F., Weiss F., Lesschen J. P., Smith P. Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe. *Global Change Biology*. 2013. Vol. 19, 1. P. 3–18. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02786.x>
7. Rojas-Downing M. M., Nejadhashemi A. P., Harrigan T., Woznicki S. A. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*. 2017. Vol. 16. P. 145–163. URL: <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>.
8. The state of food and agriculture. Food Aid for Food Security? *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. FAO: Rome, Italy, 2006. 183 p. URL: <https://www.fao.org/3/a0800e/a0800e.pdf> (Accessed on 01.04.2024)
9. Goodland R., Anhang J. Livestock and Climate Change. *World Watch Magazine*. 2009. URL: <https://awellfedworld.org/wp-content/uploads/Livestock-Climate-Change-Anhang-Goodland.pdf> (Accessed on 17.06.2022)
10. Nahigyan P. How Much Does Agriculture Contribute to Global Warming? *Planet experts*. 2016. URL: <http://www.planetexperts.com/how-much-does-agriculture-contribute-to-global-warming/> (Accessed on 01.04.2024)
11. Богачик О. Вплив промислового свинарства на навколишнє середовище. *Снівчуття у фермерстві*. 2016. URL: <http://ciwf.in.ua/?p=925>
12. Maia M. R. G., Fonseca A. J. M., Oliveira H. M., Mendonça C., Cabrita A. R. J. The potential role of seaweeds in the natural manipulation of rumen fermentation and methane production. *Scientific report*. 2016. Vol. 6(1):32321. URL: <https://doi.org/10.1038/srep32321>
13. Mayberry D., Bartlett H., Moss J., Davison T., Herrero M. Pathways to carbon-neutrality for the Australian red meat sector. *Agricultural Systems*. 2019. Vol.175 P. 13–21. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.009>
14. Machado L., Magnusson M., Paul N. A., de Nys R., Tomkins N. Effects of marine and freshwater macroalgae on in vitro total gas and methane production. *PLoS One* 2014. Vol. 9, 1:e85289. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085289>
15. Kinley R.D., de Nys R., Vucko M.J., Machado L., Tomkins N.W. The red macroalgae *Asparagopsis taxiformis* is a potent natural antimethanogenic that reduces

methane production during in vitro fermentation with rumen fluid. *Animal Production Science*. 2016. Vol. 56(3) P. 282–289. DOI: [10.1071/AN15576](https://doi.org/10.1071/AN15576)

16. Roque B.M., Salwen J.K., Kinley R., Kebreab E. Inclusion of *Asparagopsis armata* in lactating dairy cows' diet reduces enteric methane emission by over 50 percent. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 234, 10. P. 132–138. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.193>

17. Chagas J. C., Ramin M., Krizsan S.J. In vitro evaluation of different dietary methane mitigation strategies. *Animals*. 2019. 9(12):1120. URL: <https://doi.org/10.3390/ani9121120>

18. Grossi G., Goglio P., Vitali A., Williams A. G. Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers*. 2019. Vol. 9, 1. P. 69-76. URL: <https://doi.org/10.1093/af/vf034>

Секція 3.

ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД ТА БІОРЕСУРСИ

ПОРУШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО БАЛАНСУ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЯК ОСНОВНА ПРИЧИНА КРИЗИ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Н. М. Гринчишин, кандидат сільськогосподарських наук,

ORCID ID: [0000-0002-7631-6023](https://orcid.org/0000-0002-7631-6023),

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

За останні 50 років у світі відбулися значні трансформації через збільшення чисельності населення, надмірну експлуатацію природних ресурсів, значне скорочення територій природних екосистем. Такі зміни призвели до порушень екологічної рівноваги на всіх континентах.

У відповідь на зростаючі темпи втрати біорізноманіття в 1992 році була укладена міжнародна природоохоронна угода – Конвенція про охорону біологічного різноманіття, яку підписали 196 Сторін (урядів країн), серед яких і Україна. Цією Конвенцією визначено найбільш дієвий механізм охорони біорізноманіття, який полягає у створенні системи охоронних територій для захисту екосистем природних місць мешкання і збереження життєздатних популяцій видів у природних умовах [1].

Недостатній успіх у зупиненні втрат біорізноманіття посприяв розробці й ухваленні Сторонами Конвенції про охорону біологічного різноманіття «Стратегічного плану у сфері збереження та сталого використання біорізноманіття на 2011–2020 роки» (Стратегічний план). Одна з цільових задач Стратегічного плану передбачала до 2020 року збереження як мінімум 17% наземних екосистем і екосистем внутрішніх вод, особливо території важливої для збереження біорізноманіття [2].

Реалізація Стратегічного плану в Україні можлива за умови створення та розширення площі територій природно-заповідного фонду (ПЗФ). У «Державній стратегії регіонального розвитку України до 2020 року» відображені плани збільшити площу ПЗФ з 6,3% від площі України в 2015 році до 15% у 2020 році [3].

Однак, задекларовані Україною плани збільшення площі ПЗФ не було виконано. Станом на 1 січня 2022 року відсоток територій ПЗФ складав 6,8% території країни [4].

Не виконання важливих завдань для оптимізації екологічного балансу території України поглибило екологічну кризу біорізноманіття. Протягом останніх років спостерігається збільшення кількості видів рослин і тварин, занесених до Червоної книги України, відбулося катастрофічне зменшення площі територій водно-болотних угідь, степових екосистем, природних лісів.

Подальші втрати біорізноманіття, які прогресували у всьому світі, посприяли ухвалення Сторонами Конвенції про охорону біологічного різноманіття в 2022 році «Куньмінсько-Монреальської глобальної програми збереження біорізноманіття» (Програма), яка зобов'язує зупинити та подолати втрату біорізноманіття до 2030 року. Програма містить довгострокові цілі (до 2050 року) і короткострокові цілі (до 2030 року). Серед вимог виконання короткострокових цілей є охорона 30% суші з найбільш збереженими екосистемами [5].

Виконання цілей Програми для України потребує розробки національної стратегії зі збереження біорізноманіття та збільшення площі природно-заповідного фонду. Однак основним викликом на шляху досягнення стратегічних цілей Програми є значні втрати біорізноманіття, руйнування природних екосистем і заповідних територій внаслідок російської військової агресії проти України.

Бібліографічний список

1. Конвенція про охорону біологічного різноманіття від 1992 року (укр) : Міжнародний документ ООН від 05.06.1992.
URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030#Text (дата звернення 01.04.2024)
2. Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020. *Convention on Biological Diversity*.
URL: <https://www.cbd.int/sp/elements> (дата звернення 02.04.2024)
3. Державна стратегія регіонального розвитку на період до 2020 року Постанова Кабінету Міністрів України від 06.08.2014. № 385. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/385-2014-%D0%BF#Text> (дата звернення: 02.05.2020).

4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України*. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>

5. The Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. *Convention on Biological Diversity*. URL: <https://www.cbd.int/conferences/2021-2022/cop-15/documents> (дата звернення 02.04.2024)

СТАН ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ПРИРОДООХОРОННОГО ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ ДО УМОВ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

О. Д. Зинюк, к. т. н.,

ORCID ID: [0000-0001-7486-9583](https://orcid.org/0000-0001-7486-9583)

Західний науковий центр НАН України і МОН України

Потужним стимулом для інтенсифікації реформування екологічної політики України на сучасних засадах, забезпечення її інтегрованого характеру та підвищення ефективності стала Угода про асоціацію [1], яка окреслила основні сфери співпраці для змін у системі екологічного урядування і стала ключовою для розуміння стратегічної суті екологічних реформ.

Імплементация Глави 6 Угоди [1] зосереджена на наблизенні законодавства України до права ЄС у сфері охорони довкілля. Найбільше досягнення на цей момент – розроблення та затвердження планів імплементации кожної директиви та регламенту [2] – перелік нормотворчих, інституційних, організаційних та координаційних заходів для імплементации.

Зобов'язання щодо розвитку стратегії у сфері навколишнього середовища лежить у площині двох документів – Стратегії національної екологічної політики України [3] та Національного плану дій на її виконання [4].

Проте такі плани виконуються не ретельно, і більшість термінів виконання, встановлених його положеннями, вже пропущені.

На початковому етапі імплементации основна увага зосереджувалась на сфері управління довкіллям та інтеграції екологічної політики в інші галузеві

політики, зокрема щодо впровадження в Україні оцінки впливу на довкілля [5] (на врахування вимоги Директиви № 2011/92/ЄС) та стратегічної екологічної оцінки [6] (відповідно до вимог Директиви № 2001/42/ЄС).

Успішними можна вважати проведені зміни у сфері управління водними ресурсами у зв'язку із прийняттям необхідних законодавчих змін щодо впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом [7]. Цим законом запровадили правові засади інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом відповідно до Водної рамкової Директиви № 2000/60/ЄС. Базовим принципом Європейської Рамкової Водної Директиви № 2000/60/ЄС є визнання району річкового басейну основною гідрографічною одиницею управління водними ресурсами як цілісного природного гідрографічного об'єкту, який не може обмежуватися адміністративними чи державними кордонами.

Реформи у сфері управління відходами розпочали з розроблення Національної стратегії поводження з відходами [8].

Стратегія визначає головні напрями державного регулювання у сфері поводження з відходами в найближчі десятиліття з урахуванням європейських підходів з питань управління відходами, що базуються на положеннях:

- Рамкової Директиви № 2008/98/ЄС Європейського парламенту та Ради від 19.11.2008 р. «Про відходи та скасування деяких директив»;
- Директиви Ради № 1999/31/ЄС від 26.04.1999 р. «Про захоронення відходів»;
- Директиви № 2006/21/ЄС Європейського парламенту та Ради від 15.03.2006 р. «Про управління відходами видобувних підприємств, та якою вносяться зміни до Директиви 2004/35/ЄС»;
- Директиви 94/62/ЄС Європейського парламенту та Ради від 20.12.1994 р. «Про упаковку та відходи упаковки»;
- Директиви 2012/19/ЄС Європейського парламенту та Ради від 04.07.2012 р. «Про відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО)»;

- Директиви 2006/66/ЄС Європейського парламенту та Ради від 06.09.2006 р. «Про батареї та акумулятори та відпрацьовані батареї та акумулятори».

На виконання Стратегії [8] Кабінет міністрів України затвердив Національний план управління відходами до 2030 року [9].

Закон України «Про управління відходами» [10] впровадив положення Директиви № 2008/98/ЄС Європарламенту та Європейської ради від 19.11.2008 р. «Про відходи та скасування деяких директив» до національного законодавства.

Що ж стосується охорони атмосферного повітря, то звернемо увагу на:

- Закон України [11], розроблений з метою імплементації окремих положень Директиви № 2003/87/ЄС про встановлення схеми торгівлі викидами парникових газів;

- Закон України [12], спрямований на врегулювання правовідносин щодо виробництва, імпорту, експорту, зберігання, використання, розміщення на ринку та поводження з озоноруйнівними речовинами, фторованими парниковими газами, товарами та обладнанням, які їх містять або використовують, що впливає на озоновий шар та на рівень глобального потепління;

- Розпорядження КМУ [13], яким імплементовані положення Директиви № 2010/75/ЄС про промислові викиди (інтегрований підхід до запобігання забрудненню та його контролю) від 24.11.2010 р., що дозволить контролювати викиди у повітря, воду та ґрунт, стимулювати використання суб'єктами господарювання «чистих» технологій та методів управління;

- Постанову КМУ [14], якою з метою імплементації положень Директиви № 2008/50/ЄС та Директиви № 2004/107/ЄС затверджений Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря і який передбачає реформування чинної системи моніторингу атмосферного повітря.

У процесі реалізації екологічної складової Угоди [1] виникає низка викликів, які перешкоджають належній імплементації. Особливо важливою є наявність стратегічного бачення щодо реформування екологічної сфери в цілому та її секторів зокрема. Усвідомлюючи масштабність наявних проблем та пов'язаних із ними реформаторських завдань, можна визнати «точкові» реформи доцільними

щодо подолання найгостріших проблем. Проте такий підхід може призвести лише до фрагментарного реформування, що не матиме належного застосування в країні, через неврахування певних особливостей національної системи, реформ в інших, дотичних сферах.

Питання інституційного забезпечення процесу імплементації Угоди важливе з огляду наявності необхідних повноважень відповідальних за імплементацію органів влади, належного розподілу повноважень між ними, а також наявність фінансових, людських та інших ресурсів. Процес імплементації Угоди, зокрема у сфері охорони довкілля, постійно зіштовхується із різними інституційними викликами, які, за їх успішного подолання, могли б пришвидшити процес імплементації та зробити його ефективнішим.

Бібліографічний список

1. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами – членами, з іншої сторони від 21.03.2014 р. та 27.06.2014 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text

2. Про виконання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони : Постанова КМУ від 25.10.2017 р. № 1106. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1106-2017-п#n36>

3. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>

4. Про затвердження Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на період до 2025 року : Розпорядження КМУ від 21.04.2021 р. № 43-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-nacionalnogo-planu-dij-z-ohoroni-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha-na-period-do-2025-roku-i210421-443>

5. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 р. № 2059-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>

6. Про стратегічну екологічну оцінку : Закон України від 20.03.2018 р. № 2354-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2354-19#Text>
7. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом : Закон України від 04.10.2016 р. № 1641-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1641-19#Text>
8. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року : Розпорядження КМУ від 08.11.2017 р. № 820-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p#Text>
9. Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року : Розпорядження КМУ від 20.02.2019 р. № 117-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text>
10. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 р. № 2320-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>
11. Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів : Закон України від 12.12.2019 р. URL: [https:// zakon.rada.gov.ua/laws/show/377-20#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/377-20#Text)
12. Про регулювання господарської діяльності з озоноруйнівними речовинами та фторованими парниковими газами : Закон України від 12.12.2019 р. № 376-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/376-20#Text>
13. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері промислового забруднення : Розпорядження КМУ від 22.05.2019 р. № 402-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/402-2019-%D1%80#Text>
14. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря : Постанова КМУ від 14.09.2019 р. № 827. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/deyaki-pitannya-zdijsnennya-derzhavnogo-monitoringu-v-galuzi-ohoroni-atmosfernogo-povitryam140819>

ПРОЄКТУВАННЯ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН ПАРКУ-ПАМ'ЯТКИ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА «СОКАЛЬСЬКЕ ПОБУЖЖЯ»

Г. А. Лисак, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0003-3388-7966](https://orcid.org/0000-0003-3388-7966)

П. Р. Хірівський, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0002-7246-9260](https://orcid.org/0000-0002-7246-9260)

М. Я. Іванків, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-4911-2877](https://orcid.org/0000-0002-4911-2877)

Львівський національний університет природокористування

У передвоєнні роки Львівська обласна рада ініціювала разом із Департаментом екології та профільною комісією щодо реконструкції парків для дозвілля в селітебних територіях [10]. Рівень інфраструктури міських парків не відповідає сьогоденним потребам і запитам суспільства. Місця відпочинку повинні бути облаштовані так, щоб людина «перезавантажилася», оздоровилася, збагатила себе естетично, культурно і з натхненням почала виконувати свою роботу на наступний день. Відповідно, на Львівщині в кожній територіальній громаді заплановано провести інвентаризацію рекреаційних об'єктів, зелених насаджень для реконструкції парків для дозвілля.

На базі Сокальської міської ради 19 травня 2021 року розпочалася співпраця відділу екології та архітектури Сокаля з науковцями Львівського університету природокористування щодо переведення міського парку у статус природоохоронного об'єкту [15]. Робоча група наукових працівників здійснила геоботанічну характеристику парку, описала стан рекреаційних об'єктів парку, обґрунтувала необхідність переведення парку до структури природно-заповідного фонду, а надалі, у загальну структуру екомережі Львівщини [13]. Підґрунтям надання досліджуваному об'єктові статусу парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва стала багата історія цієї території, архітектурні споруди та різновидна інтродукована рослинність.

Сокальський міський парк, закладений орієнтовно на початку 50-х років ХХ століття, потребує подальшої реконструкції та охорони. Його площа на теперішній час становить 5,953 га [14]. Закладання парку відбулося після Другої світової війни на місці зруйнованого єврейського кварталу та знищеної єврейської

громади. Крім дендрофлори, тут є історичні об'єкти: розвалини синагоги (XVII ст.) оборонного значення, на жаль, зараз перебуває в зруйнованому стані [10]; найстаріша сакральна споруда міста – церква Святого Миколая (XVI ст.), де у 1594 році відбулася нарада православних українських священників щодо об'єднання їх з римо-католиками; будинок військово-спортивної школи «Сокіл» (поч. XX ст.), а зараз будинок творчості «Просвіта». Житловий будинок XIX ст., вул. Шептицького, 42 – пам'ятка архітектури місцевого значення у стилі галицького класицизму. До парку прилягають ще 24 рекреаційних об'єкти м. Сокаля. Такі місця в Україні згідно зі ст. 37 і 38 Закону України «Про природно-заповідний фонд України», «Про туризм» потребують утримання й реконструкцій [6; 7].

У Сокалі до 1951 року була чудотворна ікона Сокальської Богоматері, відома серед греко-католицьких паломників. Відповідно, це місце може бути релігійним місцем активного відвідування вірян. Серед сакральних споруд, які знаходяться неподалік парку, є: Катедральний собор святих апостолів Петра і Павла (1904-1909 рр.), монастир бернардинів із костелом Діви Марії (з XVII століття).

Передвоєнні статистичні дані свідчать, що кількість населення Сокаля становило 20 882 осіб [5]. Позитивне значення розвитку рекреаційної сфери на Сокальщині – незаперечне. Воно дасть додаткові робочі місця місцевим жителям, сприятиме розвиває інфраструктури, підвищить імідж регіону та збереже традиції краю. Запропоновані технології захисту рекреаційних ресурсів парку допоможуть зберегти рекреаційні об'єкти природно-заповідного фонду і підвищувати екоосвіту в регіоні [9].

Проведення заходів з реконструкції, ремонту та облаштування наявної паркової зони та подальше її функціонування, як сучасного культурно-дозвільного комплексу парку культури та відпочинку, скеровано задля задоволення потреб мешканців міста в якісному та активному дозвіллі, забезпечення стійкого розвитку та подальшого збереження території парку, користування жителями та гостями міста зоною активного та тихого відпочинку. Заходи передбачали приведення

парку до сучасних вимог садово-паркової культури та збереження історико-архітектурних особливостей міста [2; 3].

В процесі реконструкції парку проведено вже такі роботи: встановлено арки входу в парк; облаштовані сходи; встановлено підпірні стінки; прокладено покриття доріжок; встановлено світильники; озеленено територію парку та облагороджено її новими інтродуцентами та ландшафтами; змонтовано фонтан; модернізовано дитячу ігрову площадку; встановлено огорожу парку. Акцент зроблено на улюблені місця відпочинку сокальчан. Тут можна знайти як затишний куточок для усамітнення, так і людні місця спілкування, перебування з сім'єю.

Міський парк є невід'ємною частиною екосистеми і відіграє важливу роль у житті міста [8]. У парку відбуваються масові святкування, відпочинок родиною і розважання гостей атракціями. Крім того, він відіграє вагомое значення в освітніх, рекреаційних, екологічних та санітарно-гігієнічних питаннях. А це, в свою чергу, підвищує репрезентативність міста, покращує умови проживання населення та збільшує туристичну привабливість міста, покращує природоохоронну та культурно-масову роботу.

Збільшення території зелених насаджень позитивно впливає на здоров'я людей [1]. Впровадження рекомендованих технологій захисту зелених рекреаційних зон, сприятимуть збереженню і відновленню біогеоценотичного покриву, дендрофлори природоохоронного об'єкту, відновлять порушення видів зв'язків, які виникли внаслідок антропогенного впливу, забезпечать розвиток територіальних громад [4; 12].

Для підвищення репрезентативності парку слід провести облагородження оглядової площадки з видом на річку Західний Буг. Рекомендуємо на нижніх терасах берегів ріки розбити партерний ландшафт із вкрапленнями малих архітектурних форм. Це надасть фотозоні вишуканості й підвищить відвідуваність. Слід застосувати сучасне покриття для доріжок алейного типу [11]. Можливо, обрати нові напрямки до інших функціональних зон і оглядових маршрутів. Облаштувати їх можна декоративними містками, підйомами, спусками, затишними лавочками.

Висновки. Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення «Сокальське Побужжя» є часткою культурно-історичної спадщини нашої Батьківщини. Сокальський міський парк містить прекрасне поєднання місцевих природних компонентів ландшафту зі штучними насадженнями. Підтримання цього симбіозу в належному стані та приведення його до державних вимог паркобудування, дасть змогу підвищити екокультуру місцевим мешканцям та зробить його репрезентативним не тільки для українців, а й для іноземних туристів.

Бібліографічний список

1. Біляк М. В., Годованець О. Б., Лазурко М. С. Активна рекреаційна діяльність: проблеми збереження природоохоронних територій. *Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу*. Львів : ЛДУБЖД, 2019. С. 138-139.

2. Дудин Р. Б. Консервація, реставрація та реконструкція садово-паркових об'єктів: навч. посібник. Львів : Компанія Манускрипт, 2016. 192 с.

3. Дудин Р. Б., Багацька О. М. Основні напрями реконструкції старовинних та сучасних паркових комплексів. *Агробіологія: Збірник наукових праць / Білоцерків. нац. аграр. ун-т. Біла Церква, 2012. Вип. 8 (94). С. 74-78.*

4. Інструкція з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України {Із змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства № 105 (z0880-06) від 10.04.2006. № 8 (0082-07) від 16.01.2007}

5. Заваріка Г.М. Туризм на охоронних природних територіях. *Географія та туризм*. 2014. Випуск 28. URL: http://tourlib.net/statti_ukr/zavarika.htm

6. Закон України «Про туризм», затверджений Верховною Радою України від 11.02.2015

7. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» № 2456-ХІІ від 16.06.1992. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2456-12>

8. Кучерявий В. П., Дудин Р. Б. Структура і динаміка паркових фітоценозів Заходу України : моногр. Львів : Манускрипт, 2013. 192 с.

9. Лисак Г., Біляк Б., Годованець О., Любинець І., Хірівський П., Панас Н. Екотуристична рекреаційна діяльність Яворівського національного природного парку. *Вісник Львівського НАУ. Агронімія*. Львів, 2019. № 23. С. 28-33.

10. Рішення №331 від 30 червня 2017 року Про звернення до Міністерства екології та природних ресурсів України щодо підтримки клопотання про створення національного природного парку на території Сокальського району з підпорядкуванням Міністерству екології та природних ресурсів України. URL: <http://rajrada.sokal.lviv.ua/?p=77410>

11. Розроблення проекту утримання та реконструкції парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Дублянський» : *Звіт про науково-дослідну роботу* / [Кагало О.О., Козловський М.П., Сичак Н.М. та ін.]; за заг. ред. О.О. Кагало Львів: Інститут екології Карпат НАН України, 2016. 71 с.

12. Схема рослинності в межах Грядового Побужжя URL:https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Zhovkva_Raion.svg

13. Формування регіональних схем екомережі: метод. рекомен. / за ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонка. Київ: Фітосоціоцентр, 2004. 71 с.

14. Хірівський П., Лисак Г., Дубневич Ю., Ковалів В. Наукове обґрунтування створення парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Сокальське Побужжя». ЛНАУ. 2021. 27 с.

15. Сокальський парк стане пам'яткою садово-паркового мистецтва. URL: <https://www.smartnews.com.ua/sokalskyj-park-stane-pamyatkoyu-sadovo-parkovogo-mysteczтва/>

АНТИОКСИДАНТНІ РЕЧОВИНИ В СКЛАДІ ПЛОДІВ ДИКОРΟΣЛОЇ ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВОЇ РОСЛИННОСТІ ТА ЇХ РОЛЬ У ФОРМУВАННІ БІОЛОГІЧНОЇ ПОВНОЦІННОСТІ

Б. В. Кректун, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-0224-8144](https://orcid.org/0000-0002-0224-8144),

Ю. В. Жиліщич, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0003-0413-9096](https://orcid.org/0000-0003-0413-9096),

І. Ю. Саламаха, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0001-9089-5036](https://orcid.org/0000-0001-9089-5036),

Н. Є. Панас, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0003-3737-6338](https://orcid.org/0000-0003-3737-6338)

Львівський національний університет природокористування

У різних сферах людської діяльності дикорослі плоди мають поліфункціональне призначення і використовуються для створення нових харчових продуктів, біологічно-активних препаратів різноспрямованої дії, природних фармакологічних коректорів, для рекреації і природотерапії. Особливе зацікавлення викликають плоди дикоростучих чагарників, що містять особливий унікальний комплекс цінних біологічно-активних речовин. Серед них широкої розповсюдженості набули горобина чорноплідна, глід, терен, калина звичайна, горобина звичайна, шипшина собача [1; 2].

Дикорослі плоди і ягоди належать до високоякісної, екологічно чистої продукції, біологічна повноцінність якої є оптимальною для збалансованого харчування. Такі властивості значною мірою забезпечуються наявністю біологічно-активних речовин з антиоксидантними властивостями. Антиперекисний механізм антиоксидантної системи у складі дикорослих їстівних плодів і ягід забезпечуватиме нейтралізацію надмірної кількості вільних радикалів і продуктів вільнорадикальних процесів. На сьогодні відомо, що провідну роль у цьому механізмі відіграють вітаміни, високомолекулярні біологічні антиоксиданти – ферменти та коферменти, мікроелементи – селен, мідь, цинк, хром [1-3].

На сьогодні практично відсутні достатньо вивчені, економічно вигідні та ефективні з погляду біологічної активності джерела сировини для отримання достатньої кількості природних антиоксидантних сполук, придатних для використання в харчовій промисловості для створення нового покоління продуктів

антиоксидантного спрямування, у технологіях немедикаментозної природотерапії [1; 2].

Метою нашої роботи було вивчення хімічного складу та оцінка біологічної цінності зрілих ягід терну, горобини чорноплідної, бузини, глоду, калини звичайної, горобини звичайної, шипшини собачої та оцінка потенціалу їх застосування у природотерапії та функціональному харчуванні, вивчення основних біологічно активних речовин з антиоксидантними властивостями дикорослих їстівних плодів.

З цією метою ми проводили дослідження хімічного складу плодів дикорослих деревно-чагарникових рослин фітоценозів, що ростуть у межах природоохоронних і господарських територій Львівщини.

Методи дослідження охоплювали маршрутно-польові дослідження, аналітичні вивчення, біохімічні та ботанічні дослідження, а також лісівничо-таксономічні дослідження.

Лабораторні дослідження біохімічного складу плодів проводили загальноприйнятими методами, згідно із стандартними методиками, що відповідають ДСТУ. Для того щоб встановити здатність розчинів і екстрактів з антиоксидантними властивостями пригнічувати або сповільнювати вільнорадикальні процеси, використали метод, в основі якого лежить реакція з азотовмісним синтетичним радикалом 1,1-дифеніл-2-пікрилгідразилом.

Більшість плодів дикорослих видів чагарникових, що ростуть в екосистемах Львівщини, має унікальний склад біологічно-активних речовин. Зокрема, у складі плодів горобини чорноплідної (аронії) присутній комплекс вітамінів та пігментів, який володіє вираженими антиоксидантними властивостями. Плоди аронії характеризуються найвищим вмістом фенольних речовин, що суттєво підвищує показники їх біологічної активності.

Горобина чорноплідна містить такі незамінні елементи раціону, як пектини, антоціани, органічні кислоти, дубильних речовин, мікро- і макроелементи. Завдяки значному вмісту антоціанів з висушених та подрібнених ягід аронії можна екстрагувати харчовий натуральний пігмент.

Плоди бузини чорної мають високий вміст фенольних речовин, що суттєво підвищує показники їх біологічної активності.

У плодах терну виявлений високий вміст аскорбінової кислоти і вітаміну Р, цукрів, яблучної кислоти, дубильні й ароматичні речовини, вітаміну С.

Насіння терну багате на жирні олії до 36%, також у ньому міститься глюкозид амідгалін.

У яблуках глodu є високий вміст пектину, який сприяє виведенню з організму солей важких металів. Концентрація каротиноїдів є досить високою і становить 1,5–4 мг%. Кількість вітаміну С коливається від 30 до 110 мг%, а вітаміну Р – від 330 до 680 мг%. Вміст цукрів у плодах на рівні від 4 до 11%, який значною мірою забезпечується за рахунок фруктози.

Важливу роль у забезпечення антиоксидантної активності відіграє вітамінно-пігментний комплекс плодів калини. Цінність плодів калини звичайної як нутріцевтика визначається якісним складом і кількісним співвідношенням біологічно активних речовин, таких як аскорбінова кислота (вітамін С), Р-активні поліфеноли, каротиноїди й інші вітаміни та мікроелементи. У плодах калини концентрації аскорбінової кислоти та каротиноїдів є досить високими. За вмістом аскорбінової кислоти горобина нічим не поступається смородині, помідорам, яблукам, а за вмістом каротиноїдів – моркві та гарбузам.

Аналіз результатів проведених досліджень та даних літературних джерел свідчить про те, що горобина звичайна може бути перспективною рослинною сировиною з оздоровчими властивостями, і зокрема джерелом антиоксидантів. Плоди горобини звичайної мають потужний комплекс поліфенольних речовин, які забезпечують високий рівень антиокислювальної активності. Взаємодія аскорбінової кислоти з біофлавоноїдами підвищує біологічні ефекти цих сполук.

Плоди горобини червоноплідної є суттєвим джерелом макро- та мікроелементів. У плодах можна виявити такі мінерали, як Са, Р, Mg, Mn, Cu, Ni, Cr, Ba, Si, Ti, [2; 3].

Встановлено, що на території Прикарпаття розповсюджені 38 видів та форм шипшини, які належать до 4 розділі роду: *Caninae*, *Cinnamomeae*, *Gallicanae* та

Pimpinellifoliae. Серед цих розділів тільки два перших використовують у фітотерапії та функціональному харчуванні, як джерело вітамінів та антиоксидантів.

Вміст аскорбінової кислоти у шипшині в десять разів перевищує вміст цієї кислоти у плодах чорної смородини, і в 50 разів більше, ніж у цитринах. Плоди шипшини багаті на тіамін, рибофлавін, піридоксин, каротин. У насінні міститься вітамін Е та інші біологічно активні речовини. Вміст аскорбінової кислоти в м'якоті плодів шипшини є вищим, ніж у плодах і насінні.

Вміст мінеральних елементів може суттєво різнитися між різними частинами плоду шипшини. Різниця у мінеральному складі плодів може зумовлюватися екологічними факторами і розмірами плоду.

Поліфенольні сполуки мають суттєвий внесок у формування антиоксидантної активності. Аналіз вітамінного складу досліджуваних рослин, засвідчив, що найбільший антиоксидантний ефект аскорбінової кислоти спостерігається, коли вона взаємодіє з біофлавоноїдами. Їх взаємодію з аскорбіновою кислотою розглядають як можливий механізм цього впливу. Антиоксидантні властивості поліфенольних сполук пов'язані з їх здатністю переходити з окислених форм у відновлені, в процесі перетворення хінонних сполук у фенольні. Це дає змогу брати участь у реакціях знешкодження активних форм вільних радикалів.

У наших дослідженнях найвищу антиоксидантну активність мали екстракти плодів аронії – 92%. Значно меншим цей показник був у терну і бузини – відповідно 72 і 83%.

Високий ступінь позитивної кореляції між вмістом поліфенолів і антиоксидантною активністю встановлено як для водних, так і для водно-спиртових розчинів. Найвищий вміст поліфенолів відповідає найвищій антиоксидантній активності [1].

У низці досліджень показано, що значна частина загальної антиоксидантної активності плодів і ягід забезпечують інгредієнти, відмінні від антиоксидантів

вітамінної природи. Це свідчить про високу антирадикальну активність інгредієнтів невітамінного походження в цих продуктах.

На основі дослідження біохімічного складу плодів деревно-чагарникових рослин і, зокрема, виділених форм горобини чорноплідної, глоду, терну, калини звичайної, горобини звичайної та шипшини собачої можна зробити такі висновки, що досліджувані плоди здатні забезпечити високий рівень біологічної повноцінності, є важливим компонентом збалансованого харчування, сприяючи загальному зміцненню організму та збереженню здоров'я.

Бібліографічний список

1. Крєктун Б. В., Жиліщич Ю. В. Інноваційні підходи до оцінки біологічної повноцінності та технологічної придатності ягідної сировини для виготовлення продуктів із функціональними властивостями. Технології продуктів оздоровчого харчування : монографія / М.Я. Бомба та ін. Львів. нац. ун-т ім. І. Франка. Львів, 2023. С. 247-290.

2. Wang H., Cao G., Prior R.L. Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Volume 44. 1996. P. 701-705. URL: <https://doi.org/10.1021/jf950579y>

3. Nojavan S., Khalilian F., Kiaie F.M., Rahimi A., Arabanian A., Chalavi S. Extraction and quantitative determination of ascorbic acid during different maturity stages of *Rosa canina* L. fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*. Volume 21, Issue 4, June 2008, P. 300-305. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157508000045?via%3Dihub>

БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ЯК ЕКОЛОГІЧНА АЛЬТЕРНАТИВА

Н. Є. Панас, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0003-3737-6338](https://orcid.org/0000-0003-3737-6338);

Р. О. Юрчишин, студент,
М.-Д. О. Фірсанов, магістрант

Львівський національний університет природокористування

У сучасному світі стратегії розвитку агровиробництва більшості країн ґрунтуються на принципах сталого розвитку, екологічності землеробства, отримання високоякісної сільгосппродукції, впровадження екологічно безпечних технологій, відмови від шкідливих методів захисту та стимулювання росту рослин. Спостерігається активізація процесів, спрямованих на комплексну біологізацію землеробства та виробництва екологічно чистої сільгосппродукції без використання хімічних пестицидів і мінеральних добрив [1]. Значним досягненням у цьому напрямку стало формування динамічно зростаючого світового ринку органічної сільгосппродукції та продовольства, обсяг якого вже перевищив 50 мільярдів доларів США. Цей успіх став можливим завдяки послідовній політиці екологізації землеробства в цілому та формуванню загальної культури екобезпечного агровиробництва, де застосування біологічного методу захисту рослин відіграє важливу роль [2].

Хімічні методи захисту рослин, хоч і дають швидкий результат, проте шкодять довкіллю та несуть небезпеку для людини та тварин. На сучасному етапі екологічно чистою альтернативою стає біологічний метод захисту, який здобуває щораз більшу популярність у світі та в Україні [3]. Перевагами біологічного методу є безпека для людини та тварин, селективність, коли знищуються лише шкідники, проте залишаються корисні комахи, ефективність через широкий спектр дії проти шкідників, хвороб і бур'янів, доступність, скільки сировина для біологічних препаратів легкодоступна та відновлювана. Крім того, застосування біологічного методу сприяє розвитку органічного та екологічного землеробства, зберігає природну родючість ґрунту, забезпечує виробництво екологічно чистої продукції та знижує ризики для здоров'я людей [4].

В Україні біологічний метод захисту рослин використовують для захисту сільськогосподарських культур від шкідників (колорадський жук, яблунова плодожерка, совка, пиляльщик), боротьби з хворобами рослин (борошниста роса, фітофтороз, фузаріоз), знищення бур'янів.

Одними з найефективніших препаратів, які використовують у біоорганічному землеробстві, є біологічні фунгіциди, що володіють значним діапазоном дії, що дозволяє використовувати їх у захисті рослини від широкого спектру хвороб. Біологічні інсектициди – це препарати живих організмів та продукти їх життєдіяльності, дія яких ґрунтується на принципі використання корисних мікроорганізмів, які природним чином стримують ріст патогенів рослин. В основі концепції біофунгіцидів лежить застосування природних антагоністів збудників хвороб – корисних мікроорганізмів, що пригнічують розвиток збудників, використання біологічної активності корисних мікроорганізмів для захисту рослин від захворювань [5].

Біологічні інсектициди та акарициди – це спеціалізовані мікроорганізми та продукуювані ними біотоксини, які мають направлену дію і призначені для боротьби з дорослими екземплярами та личинками шкідливих комах та кліщів. Ці препарати мають широкий спектр дії та ефективно борються з такими шкідниками, як колорадський жук, капустяна совка, вогниця, яблунова плодожерка, лучний метелик, американський білий метелик, яблунова та плодова міль, павутинні кліщі, різні види гусені тощо. При цьому ці препарати абсолютно безпечні для бджіл [6].

Інокулянти – це препарати, які використовують живі мікроорганізми, так звані ендофіти, для покращення урожайності основної рослини, захисту від хвороб та шкідників, прискорення росту тощо. Основний принцип дії інокулянтів полягає в тому, що багато видів мікроорганізмів в природі утворюють симбіотичні відносини з рослинами. Ці взаємодоповнюючі відносини сприяють покращенню системи живлення рослини, стимулюють вироблення фітогормонів та інше.

Наукові дослідження переваг інокулянтів для сільського господарства показують, що їх дія виходить за межі простого використання біологічних добрив. Крім цього, вони сприяють формуванню системної придбаної резистентності до

найпоширеніших хвороб. Сучасні інокулянти – це комплексні біопрепарати, які містять живі культури мікроорганізмів та їх метаболічні продукти, фітогормони, антибіотики, вітаміни, антагоністи збудників корневих гнилей, хвороб стебла і листя, культури, що фіксують азот, фосфор і калій-мобілізатори, амінокислоти та регулятори росту, а також набір ключових мікроелементів [7].

Фахівці рекомендують альтернативні методи вирішення проблеми використання рослинних залишків – соломи зернових, технічних та інших культур, що лишається на полях після збирання врожаю. Біодеструктори – мікробні препарати для обробітку рослинних решток, вони сприяють прискоренню розкладання рослинних залишків у ґрунті, пригніченню патогенної мікрофлори та відновленню ґрунту. Останнім часом ґрунти зазнали значних втрат у запасі гумусу, тому ефективне використання рослинних залишок стає дуже актуальним для їх відновлення.

Біологічні добрива – це специфічні ґрунтові мікроорганізми, які разом із синтезованими ними біологічно-активними речовинами застосовують для забезпечення рослин доступними формами азоту, фосфору та калію, а також для стимулювання їхнього росту і розвитку, підвищення урожайності та покращення якості продукції. Сьогодні біологічні добрива є ефективним засобом підвищення дії мінеральних добрив і, у разі органічного виробництва, альтернативою їм. Вони використовуються для збагачення ризосфери рослин корисними мікроорганізмами, які забезпечують ефективне живлення рослин поживними елементами з ґрунту. Ефективність живлення рослин залежить від переважання певних видів мікроорганізмів у ризосфері [8].

Зростання потреби у збереженні довкілля та виробництві здорових продуктів харчування стимулює перехід України до більш екологічних методів ведення сільського господарства. Серед основних завдань цієї стратегії є збільшення частки біологічного методу захисту рослин, що передбачає заміну хімічних засобів на біологічні альтернативи. Загалом, біологічний захист рослин – це не лише екологічно чистий, а й економічно вигідний метод, який гарантує отримання якісної та безпечної продукції. Вдосконалення та ширше використання

біологічного методу захисту рослин – це запорука екологічного майбутнього агросектору України.

Бібліографічний список

1. Курман Т. В. Сталий розвиток сільськогосподарського виробництва: проблеми правового забезпечення : монографія. Харків : Юрайт, 2018. 376 с.
2. URL: https://organicinfo.ua/Market_study_2019-2020_web.pdf
3. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2024/01/18/708903/>
4. Білик М.О. Біологічний захист рослин від шкідливих організмів: підручник. Харків: Майдан, 2022. 356 с.
5. URL: <https://enzim-agro.com/agrodirectory/biologichni-fungitsidi-mehanizmi-diyi-ta-osoblivosti-efektivnogo-zastosuvannya/>
6. Засоби захисту рослин від шкідливих організмів : навч. посібник / С.В. Станкевич, В.М. Положенець, В.М. Кабанець та ін. Житомир : Рута, 2023. 428 с.
7. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/638-inokulianty-ta-rehulatory-rostu-roslyn-u-tekhnologiiakh-vyroshchuvannia-soi.html>
8. Буценко Л. М., Пирог Т. П. Біотехнологічні методи захисту рослин : підручник. Київ : Ліра, 2018. 346 с.

ОЦІНКА АГРО- ТА УРБОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ФОРМУВАННЯ ГРУНТОВИХ ТАКСОЦЕНІВ КОЛЕМБОЛ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

І. Я. Капрусь, д б. н,

ORCID ID: [0000-0002-3163-4482](https://orcid.org/0000-0002-3163-4482),

Львівський національний університет імені Івана Франка

О. В. Гусак, аспірантка,

ORCID ID: [0000-0003-3548-9712](https://orcid.org/0000-0003-3548-9712),

Львівський національний університет природокористування

Сільське господарство та урбанізація є одними з найважливіших причин фрагментації природного середовища та зменшення біорізноманіття у ґрунтах. Ці антропогенні чинники помітно послаблюють інтенсивність процесів біодеструкції органічних речовин і ефективність трофічних зв'язків педобіонтів та уповільнюють темпи відновлення родючості ґрунтів в агро- та урбоценозах. З метою сприяння процесам природного ґрунтоутворення і забезпечення основних функцій ґрунтів, необхідно створити певні екологічні умови для розвитку педобіонтів в умовах ріллі та забудованих територій. Саме тому, вивчення таксономічного складу та синекологічної структури таксоценів педобіонтів, і зокрема колембол (*Collembola*), в агро- та урбоценозах, має важливе значення для підтримання основних екологічних функцій ґрунту. Актуальним завданням є оцінка наслідків ведення сільського господарства та урбанізації для комплексу ґрунтових колембол і визначення напрямків змін їхніх таксоценів під впливом таких порушень, які посилюють фрагментацію природного середовища. Мета роботи – встановити наслідки впливу урбаногенної та агрогенної трансформації середовища, на таксоцени колембол Східного Поділля.

Проведена робота ґрунтується на матеріалі *Collembola*, який зібраний у травні-червні 2022 р. стандартними методами ґрунтово-зоологічних досліджень (Dunger, Fiedler, 1997). Досліджено три типи урбоценозів у м. Саврань Одеської обл., а також три основних типи агроценозів у Вінницькій обл. У кожному агроценозі відібрано по 20 ґрунтових проб обсягом 800 см³ (10x10 см до глибини 8 см) кожна. Виділення матеріалу відбувалося на термо-фотоеклекторах Кемпсона. Колемболи визнали за допомогою сучасної мікроскопічної техніки та найновіших

ідентифікаційних ключів. Усього зібрано 120 проб ґрунтового субстрату (по 20 у кожному з досліджених біоценозів).

В результаті проведених досліджень в урбоценозах виявлено сумарно 39 видів колембол, які належать до 27 родів і 10 родин, а в агроценозах – 30 видів, які належать до 21 роду і 9 родин (табл. 1). Деякі з виявлених видів траплялися лише в одному з трьох досліджених урбоценозів. Причиною цього може бути фактор випадковості, який пов'язаний із кількістю відібраних ґрунтових проб. Однак, особливості локальних екологічних умов також впливають на просторовий розподіл видів у різних біоценозах. Цікаво, що лише один вид колембол *Sphaeridia pumilis* траплявся одночасно в усіх трьох варіантах досліджених урбоценозів і шість видів (*Ceratophysella succinea*, *Mesaphorura critica*, *Mesaphorura macrochaeta*, *Proisotoma minuta*, *Parisotoma notabilis*, *Pseudosinella alba*) – трьох варіантах досліджених агроценозів.

В урбоценозах серед виявлених видів встановлено п'ять синантропних за літературними даними (Капрусь, Гоблик, 2015), які несвідомо інтродуковані в різний час із південніших щодо України регіонів Євразії. Це є, зокрема, *Desoria trispinata*, *Folsomia similis*, *Folsomia candida*, *Heteromurus nitidus* і *Arrhopalites caecus*. Основними причинами їхньої інтродукції називають вирощування екзотичних рослин і ведення сільського господарства (Капрусь, Гоблик, 2015). Зовсім недавно молекулярно-генетичними методами було доведено, що гігрофільний *D. trispinata* найімовірніше був інтродукований у різні регіони Європи, в тому числі й України, із півдня Японії, а згодом успішно натуралізувався там у вологих оселищах (Roithmeier et al, 2018).

В одній ґрунтовій пробі з урбоценозів (точкове альфа-різноманіття або α_a) в середньому зафіксовано від 2,5 до 6 видів колембол (у середньому 4,2), а з агроценозів відповідно 1,3–2,4 видів колембол (в середньому 1,7). Досліджені урбоценотичні фауни (ценотичне альфа-різноманіття або α_b) включають 13–23 видів (в середньому 18), агроценотичні – відповідно 13–24 видів (у середньому 17,4). Найбільша ємність середовища для колембол на рівні α_a - і α_b -різноманіття характерна парковому і пшеницевому агроценозам, а найменша встановлена в

умовах газону й агроценозів із картоплею і кукурудзою. Встановлені рівні точкового та ценотичного розмаїття вказують на середню ємність ґрунтового середовища для цих педобіонтів в умовах урбосередовища, яка подібна до показників у природних біоценозах, і малу ємність ґрунтового середовища для них в умовах ріллі.

Досліджені урботаксоцени колембол мали відносно невеликі показники щільності населення, які варіювали в широкому діапазоні значень. Зокрема, щільність урботаксоцену колембол газону є втричі меншою, ніж урботаксоцену парку. Рівень щільності населення досліджених урботаксоценів колембол у парку і центральному сквері приблизно відповідає їхній чисельності в природних лісових та лучно-степових ценозах Східного Поділля (Капрусь, Гусак, 2001; Гусак, Капрусь, 2003). Лише в едафотопі газону він є у два-три рази меншим, ніж у природних біоценозах.

Досліджені агротаксоцени колембол також мають відносно малі показники щільності населення, як і деякі варіанти урботаксоценів. Порівняно з природними лісовими ценозами лісостепової зони (Капрусь, Махлинець, 2015), середній показник щільності колембол досліджених агротаксоценів колембол є меншим в 18-23 разів, а порівняно з лучними відповідно – 7-11 разів.

В окремих варіантах досліджених урботаксоценів колембол встановлено від 5 до 12 масових форм, на частку яких належить 74,9–92,2% чисельності (в середньому 8,6 видів із відносною чисельністю 83,7%). Виявлено два еудомінантних види (супердомінанти) з відносною чисельністю понад 31,7 % від загальної чисельності таксоцену. У досліджених агротаксоценах колембол встановлено від 11 до 13 масових форм (всього 22), частка яких складає 86,5–97,3% чисельності (в середньому 11,4 видів із відносною чисельністю 93,1%).

Досліджені урбо- та агротаксоцени колембол помітно відрізняються за синекологічною структурою. Встановлено, що середні значення основних непараметричних індексів розмаїття (Маргалєфа, Менхініка, Фішера та ін.) для досліджених урбо- та агротаксоценів колембол також є різними. Аналіз даних показує, що показник ценотичного альфа-розмаїття трьох досліджених

урботаксоценів відрізняється в 1,3-1,8 разу. Значення вказаних вище непараметричних індексів, які поєднують видове багатство й загальну кількість особин у кожному таксоцені також є відмінними приблизно в цьому ж діапазоні одиниць.

На основі проведеного аналізу встановлено, що за видовим багатством у досліджених агротаксоценах колембол переважає комплекс ксерорезистентних форм (60–62,5% від загального видового багатства), який спільно з ксеромезофільними (6,7–15,4%) становить в окремих їхніх варіантах 66,7–76,9% видового багатства. За узагальненими даними по всіх трьох досліджених агротаксоценах це 73,4% усіх виявлених видів колембол, що є значно більш, ніж у природних лісових і лучно-степових екосистемах Східного Поділля (Капрусь, Гусак 2021; Гусак, Капрусь, 2023). Водночас, досліджені агротаксоцени мають помітне зменшення відносного видового багатства гігрофільних і гігро-мезофільних колембол, порівняно з лісовими та лучно-степовими ценозами району дослідження. Частка еврибіонтних колембол складає 7,7–13,4% видового багатства таксоцену та 7,3–13,2% відносної чисельності. Тому, можна зробити висновок, що в агроценозах відбувається «ксерофілізація» фауни колембол, порівняно з природними ценофаунами регіону, навіть лучно-степовими, які формуються у дуже сухих едафотопях на схилах південної експозиції.

На основі порівняльного аналізу отриманих даних про частку чисельності біотопних груп колембол встановлено, що в усіх трьох агроценозах Східного Поділля формується спеціалізований таксоцен колембол за класифікацією Н. Кузнецової (Кузнецова, 2005), де понад 45% населення мають лучно-степові види, які екологічно пов'язані з ксерофітними трав'яними угрупованнями. Вони утворюють групу з 19 екологічно спеціалізованих видів до існування в умовах ріллі. Натомість, в урбоценозах Східного Поділля формується або спеціалізований, або евритопний таксоцен колембол, де понад 40% населення мають відповідно лучно–степові або евритопні види.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що характерною особливістю фрагментованих урбо- та агротаксоценів колембол

Східного Поділля є «ксерофілізація» фауни (збагачення її витривалими до сухості видами), велика мозаїчність розподілу чисельності видів у ґрунті, а також специфічність і непередбачуваність їхньої таксономічної й екологічної структури. Найбільші відмінності досліджених таксоценів пов'язані насамперед із видовим складом, щільністю населення, структурою домінування, складом домінантних видів, а також представленістю екологічних груп колембол.

Бібліографічний список

1. Гусак О., Капрусь І. Вплив агро- та урбаногенної фрагментації природного середовища на структуру таксоценів колембол Східного Поділля. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Випуск 39. Львів, 2023. С. 31–42.
2. Капрусь І.Я., Гоблик К.М. Екологічна та соціологічна оцінка ґрунтів Закарпатської низовини за угрупованнями колембол. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Вип. 31. Львів, 2015. С. 45–58.
3. Капрусь І.Я., Гусак О.В. Особливості таксономічної та екологічної структури лісових таксоценів колембол Східного Поділля. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Вип. 37. Львів, 2021. С. 75–86.
4. Капрусь І.Я., Махлинець Т.М. Особливості фауни й населення колембол правобережного сектору лісостепової зони України. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Вип. 31. Львів, 2015. С. 59–72.
5. Кузнецова Н.А. Организация сообществ почвообитающих коллембол. ГНО Прометей, 2005. 244 с.
6. Dunger W., Fiedler H.J. (Hrsg.) Methoden der Bodenbiologie. Gustav Fischer Verlag Jena, Villengang. 1997. 539 pp.
7. Roithmeier O., Burkhardt U., Daghighi E., Filser J. *Desoria trispinata* (MacGillivray, 1896), a promising model Collembola species to study biological invasions in soil communities. *Pedobiologia*. 2018. Vol. 18. P. 45–56.

ЖОРСТКОВОДНІ ТУФОГЕННІ ДЖЕРЕЛА ЛІСОВОГО ЗАКАЗНИКА «ВИННИКІВСЬКИЙ» ЯК ЦІННІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ

М. Є. Рагуліна, к. б. н.,

ORCID ID: [0000-0001-9286-6693](https://orcid.org/0000-0001-9286-6693)

Львівський національний університет ім. І. Франка, Державний природознавчий музей НАН України

О. Л. Орлов, к. б. н.,

ORCID ID: [0000-0003-3684-0864](https://orcid.org/0000-0003-3684-0864)

Державний природознавчий музей НАН України

У. І. Борняк, к. геол. н.,

ORCID ID: [0000-0003-1214-4821](https://orcid.org/0000-0003-1214-4821)

Львівський національний університет ім. І. Франка

Р. Я. Дмитрук, к. геогр. н.,

ORCID ID: [0000-0002-1850-3242](https://orcid.org/0000-0002-1850-3242)

Львівський національний університет ім. І. Франка

Лісовий заказник «Винниківський» розташований у східній околиці м. Львова між селами Бережани, Виннички та Пасіки-Зубрицькі. Він був створений у 1984 р. з метою збереження цінних дубових насаджень з мальовничими ландшафтами. Площа заказника – 848 га.

Досліджувані терени, згідно з геоморфологічним районуванням України, належать до Львівського плато. Різко обриваючись у східному напрямі до Пасмового Побужжя, воно утворює чітко виражений уступ [5]. Відносні перевищення тут сягають 100 м і більше, що створює сприятливі умови для виходу на денну поверхню водоносного горизонту, що розвантажується по контакту верхньокрейдових та неогенових утворень [4]. Для підземних вод Львова та околиць характерна підвищена мінералізація (0,7-1,2 г/дм³) з високим вмістом гідрокарбонатів [3]. Такі гідролого-геологічні чинники обумовлюють формування тут чисельних жорстководних джерел, характерною ознакою яких є активне нагромадження вапнякових туфів (травертинів) на витоках. Ці джерела здавна використовувались для потреб водопостачання місцевого населення та є помітно трансформовані, зокрема, через встановлення каптажів. Таке довготривале загосподарювання неминуче призвело до змін у природному гідрологічному режимі джерел та відбилось на їхній туфогенній спроможності [6].

Пошук нових перспективних об'єктів ПЗФ є важливим завданням сьогодення в контексті сучасних євроінтеграційних процесів. До 2030 р. площі природоохоронних територій України мають становити 15% проти нинішніх 6,7% [7]. Зокрема, актуальним є виділення потенційних територій Смарагдової мережі [1], яка концептуально відповідає панєвропейській мережі NATURA-2000 [2], що об'єднує особливо цінні оселища дикої природи. Одним із таких оселищ є жорстководні джерела з формуванням вапнякових туфів (7220: petrifying springs with tufa formation).

Метою нашої роботи була соціологічна оцінка джерел Винниківського лісового заказника як перспективних геолого-гідрологічних пам'яток природи.

У межах ЛЗ «Винниківський» було виявлено 4 групи жорстководних джерел, так чи інакше загосподарьованих місцевим населенням і, як наслідок, з різним ступенем природності (naturality).

Урочище Львівська Швейцарія

Джерела розташовані на витоках потоку Чепін, який витікає з озера обабіч траси Е40 та тече у спрямленому руслі до озера «Львівська Швейцарія». Основні поклади вапнякового туфу приурочені до короткої притоки правого рукава, що бере початок на стрімких схилах V-подібної розгалуженої дебри, яка врізається у потік з лівого боку. Тут сформувався потужний мальовничий ступінчастий каскад площею понад 100 м². Перші згадки про цю локацію наведено у праці «Геологія Львова та околиць» [8]. У наш час притоку живлять 7 джерел, 3 з яких мають розширені витoki. Природний характер зберегли 4 джерела, розташовані в самих верхів'ях дебри, де вони в комплексі з численними крапельними височуваннями формують невеличкі каскади під моховою рослинністю *Pellion endiviifoliae* Bardat in Bardat et al. 2004 на правому борті яру.

Через регулярну розчистку витоків з метою покращання живлення озера у прилеглий відпочинковій зоні, основний масив зараз є практично інактивованим: у каскаді виразно простежуються обриси згладжених біогермальних порогів окремими ділянками активної туфогенної біоти, насамперед – мохоподібних.

Урочище Махнота

Джерела розташовані на витоках р. Кабанівки, що наповнює став у с. Виннички та тече далі у східному напрямку. Витоки є штучно розширеними.

Цю локацію свого часу описав М. Ломницький, зазначаючи, що тут є «відкладення травертину при самому березі лісу» [8]. На жаль, ці поклади знищено під час розробки піщаного кар'єру. Сьогодні слабкі ознаки туфонагромадження на рослинних рештках присутні лише при витоках одного з джерел; про існування туфового масиву у минулому свідчать лише поодинокі уламки цієї породи.

Урочище Давидів

Мальовничий травертиновий водоспад розташований на схилах г. Давидів поблизу с. Гончарі. У радянський час на витоках джерел було облаштовано бетонний водозабір для потреб військового об'єкту, розміщеного неподалік. Зараз споруди водозабору не функціонують, а огорожа навколо – знищена. Витоки основного джерела каптовані металевією трубою. Очевидно, що «благоустрій» джерела проведено для покращення наповнюваності двох ставків, розташованих нижче.

У догосподарчий період у середній течії потоку сформувалися два мальовничі водоспади та каскад із системою біогерм під моховою рослинністю *Pellion endiviifoliae*, завдовжки понад 120 м. Збільшення швидкості водотоку негативно вплинули на функціонування туфогенної біоти: лише близько половини біогермальних дамб та невеликий водоспад є біотично активними, тоді як решта масиву антропогенно виключена з процесів туфонагромадження (інактивована). Крім того, помічено сліди розчистки русла від «кам'яних наростів» місцевим населенням, про що свідчать уламки туфового масиву, розкидані неподалік та ділянки зі зміненим «неприродним» рельєфом.

Урочище Грабина

Джерела розташовані на витоках потоку, що розпочинається в дебрі під горою Грабина. Тут було облаштовано другий водозабір згадуваного військового об'єкту, нині не функціонуючий. Активна зона представлена палюдальною формою туфонагромадження на двох мочаристих ділянках, без формування

суцільного масиву. Правий рукав потоку розпочинається в зоні приватної забудови с. Гончари та є цілковито антропогенно перетворений самовільним встановленням каптажів на потреби місцевого водопостачання.

Висновки. Обстеження 4 груп джерел показало, що лише дві з них відповідають критеріям «природності» (урочища Львівська Швейцарія та Давидів), тоді як дві інші кардинально перетворені діяльністю людини (урочища Махнота та Грабина). Для відновлення нормального функціонування каскадів Львівська Швейцарія та Давидів вкрай необхідними є суворе обмеження господарської діяльності на витоках і цілковите припинення розчистки та поглиблення русел. Такі заходи слід провести в найближчій перспективі з метою запобігання подальшого руйнування масивів, що може набути незворотного характеру. На сьогоднішній день джерела Львівська Швейцарія та Давидів відповідають критеріями об'єктів Смарагдової мережі (NATURA-2000) лише за окремими характеристиками [9]. Проте зважаючи на збереження неушкоджених фрагментів масиву з активною туютвірною біотою, зазначені джерела мають значний потенціал до самовідновлення в разі внормування гідрологічного режиму. Тому для цих двох груп джерел вкрай необхідним є надання природоохоронного статусу «гідрологічної пам'ятки природи».

Бібліографічний список

1. Василюк О., Борисенко К., Куземко А., Марущак О., Тестов П., Гриник Є. Проектування і збереження територій мережі Емеральд (Смарагдової мережі): Методичні матеріали. Київ : LAT & K, 2019. 78 с.
2. Кагало О. О., Проць Б. Г. Оселищна концепція збереження біорізноманіття: базові документи Європейського Союзу. Львів : ЗУКЦ, 2019. 278 с.
3. Колодій В., Паньків Р., Манкут О. До гідрології і геохімії Львова й околиць. *Праці наук. т-ва імені Шевченка : Геологічний збірник*. Львів, 2007. С. 175-181.
4. Орлов О.Л., Рагуліна М.Є., Дмитрук Р.Я., Борняк У.І., Омельчук О.С. Травертинові джерела східних околиць Львова – цінні об'єкти живої та неживої природи. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. 2023. Вип. 1 (15). С. 133–153.

5. Природа Львівської області / за ред. К.І. Геренчука. Львів : Видавництво Львівського університету, 1972. 151 с.
6. Рагуліна М. Є., Орлов О. Л., Дмитрук Р. Я., Борняк У. І. Травертинові джерела Львівського Розточчя: ретроспектива та сучасний стан. *Наукові записки Держ. природ. музею*. 2023. С. 77-88.
7. Стратегія біорізноманіття ЄС до 2030 року: Повернення природи у наше життя. Звернення Комісії до Європейського Парламенту, Ради, Європейського Економічно-Соціального Комітету та Комітету Регіонів (неофіційний адаптований переклад українською) / за ред. А. Куземко та ін. Чернівці: Друк Арт, 2020. 36 с.
8. Łomnicki M. Geologia Lwowa i okolicy. Atlas geologiczny Galicyi. Zeszyt 10, czesc1. Kraków : Wydawnictwo Fizjograficzne Akademii Um, 1897. 208 s.
9. Lyons M. D., Kelly D. L. Monitoring guidelines for the assessment of petrifying springs in Ireland. *Irish Wildlife Manuals*. 2016. № 94. 73 p.

РЕНАТУРАЛІЗАЦІЯ ТИСА ЯГІДНОГО (TAXUS VACCATA L.) В УМОВАХ СКОЛІВСЬКИХ БЕСКИД

**І. В. Лях, начальниця наукового відділу
Л. С. Цюцик, науковий співробітник
Національний природний парк «Сколівські Бескиди»**

Тис ягідний – це реліктовий (третинний вид) з диз'юнктивним ареалом, поширений в Українських Карпатах, Передкарпатті [1].

В Україні налічується понад 40 місцезнаходжень. [2] Популяції нечисленні, кількість їх скорочується. Причинами зменшення чисельності було масове вирубування в минулому заради цінної деревини. У Сколівських Бескидах відомо всього декілька місць природного зростання цієї породи.

У минулому на теренах Сколівщини тис ягідний, вірогідно, був досить поширеною деревною породою, про що свідчать назви сіл та урочищ, зокрема с. Тисовець, урочища «Тисовець» та «Затисівля», а також легенди та перекази, які зберегло місцеве населення. Назва урочища «Золотий потік», як стверджують місцеві жителі, походить від того, що за часів Австро-Угорщини з цієї місцевості

масово вивозили деревину тиса за кордон, за яку споживачі розраховувались золотом.

Наявні залишки колишніх популяцій тиса ягідного не спроможні природним шляхом відродити цю надзвичайно цінну породу в Сколівських Бескидах, тому проблемою, що потребує розв'язання, була розробка та впровадження ефективної технології вирощування садивного матеріалу, підбір ділянок в оптимальних ґрунтово-кліматичних умовах, з'ясування впливу головних лісоутворюючих порід на ріст і розвиток висаджених екземплярів тиса ягідного.

З метою вивчення зазначених проблем працівники НПП «Сколівські Бескиди» було розробили регіональну Програму збереження та відновлення насаджень з участю тиса ягідного в умовах Сколівських Бескидів [3].

Наша науково-дослідна робота спрямована на:

- Дослідження розмноження тиса ягідного в умовах Сколівських Бескидів;
- вивчення взаємозв'язку між тисом ягідним та іншими деревно-чагарниковими породами;
- дослідження впливу різних чинників на розвиток тиса ягідного в культурах;

Новизна цієї роботи полягає в тому, що дослідження розмноження та розвитку тиса ягідного в умовах Сколівських Бескидів проводиться вперше. За результатами науково-дослідної роботи буде розроблено практичні рекомендації з вирощування садивного матеріалу тиса ягідного насінного та вегетативного походження, створення культур за його участю.

Для відтворення тису ягідного було застосовано два способи, а саме:

- вирощування саджанців у парниках та впровадження їх у лісові культури;
- висівання свіжозібраного насіння в різних типах лісу.

За першого способу було заживцьовано 500 рослин, з яких укорінилися 480. За другого способу було висіяно насіння у грядки на території розсаднику національного природного парку «Сколівські Бескиди», а також у неглибокі рівчаки, зроблені на грядках розсадника у природній екосистемі з підстилкою опалої хвої ялиці білої.

Насіння тиса ягідного (в кількості 400 шт.) було застратифіковано у хвойній тирсі при температурі +2 – +50 С на зимовий період. Після цього насіння висіяно в парники (1,5x1,5 м) на території розсаднику площею – 0,001 га.

У перший рік зійшли тільки 4 сіянці, а в другому році зійшло уже 268 шт. сіянців. Це свідчить про те, що після стратифікації на перший рік сходять менше ніж 1% насіння. Протягом вегетаційного періоду за ними проводили догляди (прополювали бур'яни, проводили щоденний полив у спекотні дні). На літній період холодний парник було притінено дерев'яними решітками із просвітами 50%, для запобігання сіянцями опіків. Усі сіянці було залишено на дорощування у холодному парнику, бо їхні розміри становили 6-8 см. У третьому році ще зійшло 7 шт., а в четвертому – 2 шт. (рис. 1).

У разі висівання насіння у грядки з хвойною підстилкою, у природній екосистемі, весь насіннєвий матеріал був пошкоджений гризунами.

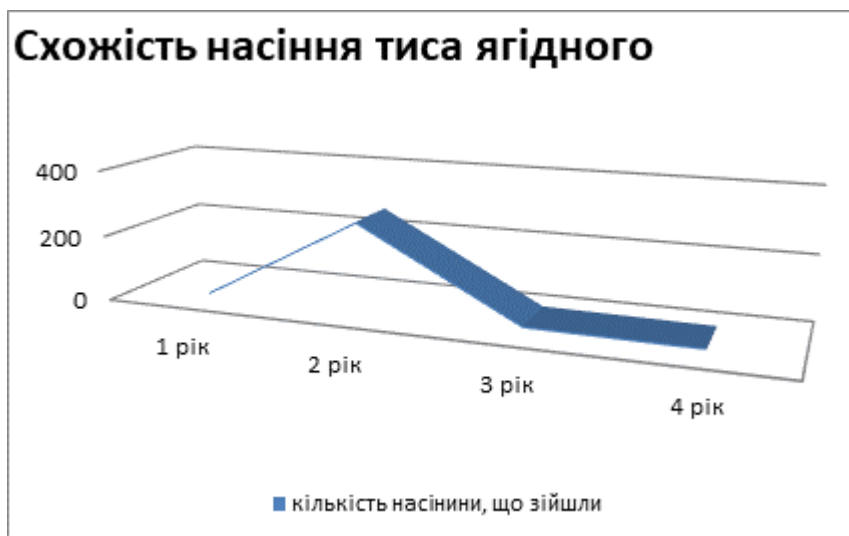


Рис. 1. Аналіз схожості насіння тиса ягідного

З отриманих даних можна зробити такі висновки:

- насіння тиса ягідного зберігає свою схожість до 4 років;
- найбільший відсоток схожості насіння тиса ягідного припадає на 2-й рік (приблизно 67-70% від всього насіння, що зійшло);
- схожість насіння протягом усіх чотирьох років становить 70%.

Наступним етапом дослідження слугували лісові культури, створені працівниками національного природного парку «Сколівські Бескиди».

Висаджені в лісові культури саджанці тиса ягідного, на двох ділянках північної експозиції, приживлюваність проходила нормально, але в подальші роки рослини загинули. Причинами загибелі рослин були сонячні опіки та неодноразове поїдання дикими тваринами.

Також було висаджено експериментально тис ягідний на сіножаті. Ділянка має південно-східну експозицію, із крутизною схилу 10-15⁰, з різним світловим режимом впродовж дня. Рослини були висаджені двома куртинами: по 20 і 15 саджанців. З метою запобігання рослин сонячними опіками куртини висаджено під стіною букового лісу з північної сторони. Навесні наступного року, під час проведення спостережень було помічено поїдання рослин дикими тваринами, в зв'язку з чим з метою запобігання подальшому знищенню тиса було вирішено проводити обробку на зимовий період препаратом Цервакол+ та огороження кожної рослини сіткою, що дало позитивний ефект.

Під час проведення інвентаризації в перший рік посадки куртин із 35 шт. саджанців випало 2. У подальші роки спостерігався відпад ще 3 саджанців. Загалом із 35 шт. відпало 5 шт., тобто приживлюваність становила 86%, що є дуже добрим показником. У перші роки приріст рослин був досить незначним, але надалі деякі екземпляри давали приріст до 60 см. На сьогодні тис ягідний перебуває в задовільному стані.

Як **висновок** із нашого дослідження можна сказати, що створення культур тиса ягідного є більш успішним на ділянках із південно-східної експозиції, із захистом у молодому віці від сонячних опіків та поїдання дикими тваринами. Наші результати – це тільки початок довготривалих досліджень, після чого можна буде робити більш обґрунтовані висновки.

Бібліографічний список

1. Павлюк В. В., Марченко О. М. Тис ягідний – цінний релікт третинного періоду. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2004. Вип. 14.6, С. 34-40. ISSN 1994-7836.

2. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідух. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. С. 48.

3. Програма відновлення популяції тиса ягідного в Сколівських Besкидах на період 2021 – 2030 роки.

ЗООГЕННИЙ ВПЛИВ НА ЖУРАВЛИННИКИ НА ТЕРИТОРІЇ ЯВОРІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

Н. Ю. Любинець, аспірант

ORCID ID: [0000-0002-9492-5295](https://orcid.org/0000-0002-9492-5295),

Львівський національний університет природокористування

І. П. Любинець,

ORCID ID: [0000-0001-5683-3034](https://orcid.org/0000-0001-5683-3034),

Яворівський національний природний парк

Лісові ягоди мають особливо важливе значення у живленні багатьох видів птахів і звірів. Значну частину врожаю дикорослих ягідних рослин споживають лісові птахи та звірі. Зокрема, зазначені групи тварин поїдають до 20% ягід журавлини від загального врожаю в умовах боліт [3]. Птахи літом здебільшого споживають ягоди чорниці й малини, восени – брусниці й журавлини, а взимку та навесні – журавлини, яка добре зберігається на болоті майже до літа наступного року. Тому існує пряма залежність між обсягом кормової бази птахів і звірів, зокрема обсягом урожаю ягід та кількістю, видовим різноманіттям і станом популяцій птахів і звірів. Чим краща кормова база лісових ягідних рослин, тим більша кількість птахів і звірів населяє цей ліс [2].

Останнім часом на природоохоронних територіях України широко застосовують сучасні методи моніторингу, серед яких облік за допомогою фотопасток [1]. Фотопастка або лісова камера – це різновид цифрового або плівкового фотоапарата, призначений для знімання без участі людини з автоматичним запуском від датчика руху.

Лісові фотопастки є цікавим інструментом для дослідження і збереження дикої природи. Через розміщення камер у лісі дослідники можуть відстежувати особливості поведінки диких тварин та тенденції зміни їх популяцій, не впливаючи

на їх середовище існування та не порушуючи його. Фотопастка зазвичай спрацьовує на рух тварини, яка проходить повз пристрій, що виключає необхідність постійних спостережень [4].

До основних показників роботи фотопасток належать: кількість зареєстрованих проходів ссавців кожного виду, кількість пастко-діб та індекс рясноти (розрахований на 100 пастко-діб), кількість відзнятих кадрів.

Вивчення зоогенного впливу на журавлинники проводили на території Яворівського національного природного парку, що репрезентує біорізноманіття Українського Розточчя за допомогою фотопастки, наданої парку в межах реалізації проекту «Підтримка природно-заповідних територій в Україні».

Дослідження проводили з 26.09.2022 р. по 26.09.2023 р. За 365 пастко-діб зроблено 50 реєстрацій тварин на майже 300 знімках. Коефіцієнт рясноти становить 13,7.

Найбільш активно місця росту журавлини болотної тварини відвідували у вересні, причому вже в наступні осінні місяці активність відзначалась найменша (рис. 1).

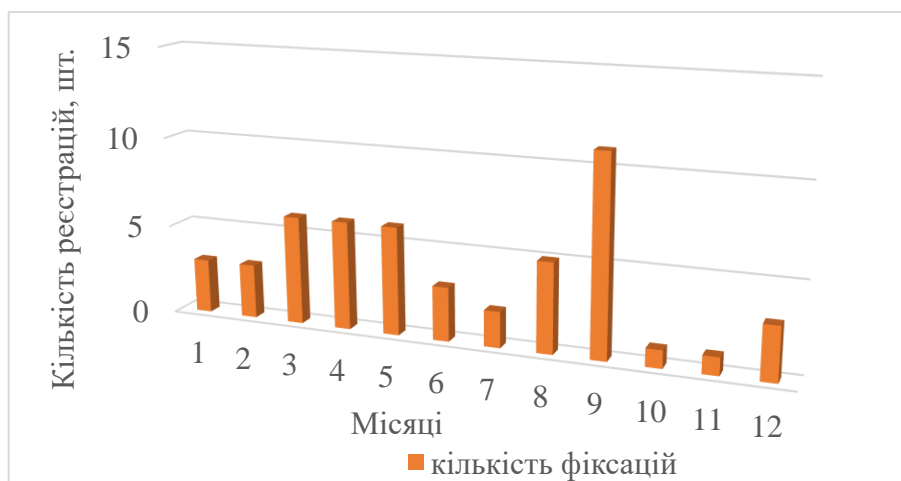


Рис. 1. Річна активність тварин (за місяцями) на території Яворівського НПП в місці зростання журавлинника

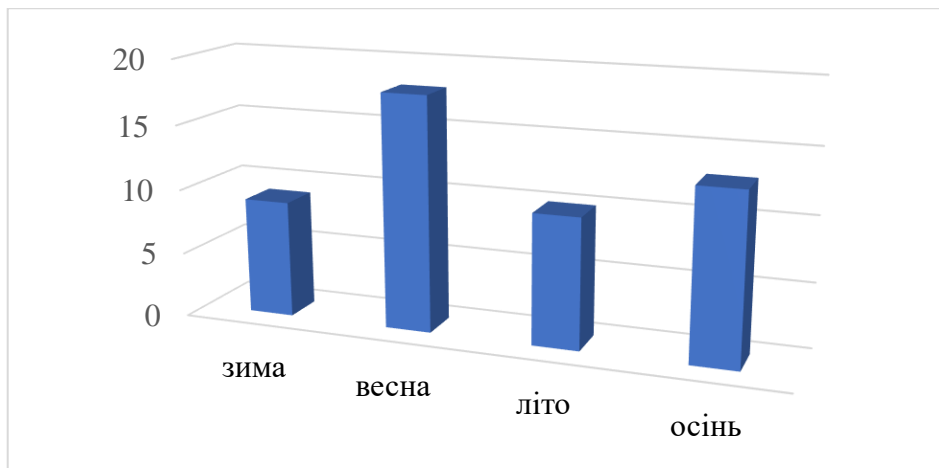


Рис. 2. Сезонна активність тварин на території Яворівського НПП в місці зростання журавлинника

Якщо проаналізувати за сезонами, то фіксацій тварин найбільше навесні (рис. 2).

За даними фотопастки встановлено відвідування досліджуваної території сімома видами: лисиця звичайна, сарна європейська, свиня дика, лось європейський, дятел, канюк звичайний, дрібний гризун (вид не встановлено (рис. 3).

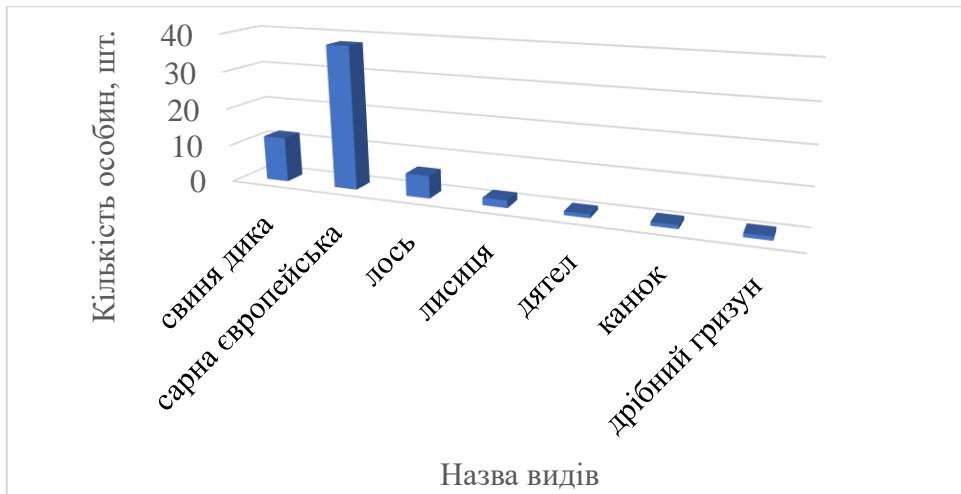


Рис. 3. Видова активність тварин на території Яворівського НПП в місці зростання журавлинника, (ос.)



Рис. 4. Видова активність тварин на території Яворівського НПП в місці зростання журавлинника, (%)

Найбільшу кількість реєстрацій (35) зазначено для сарни європейської (рис. 4), причому відзнято три випадки по 2 особини; за статевою структурою 4 самці і 34 самки. Важливо зазначити, що лось європейський – вид, занесений до Червоної книги України – в об’єктив фотопастки потрапив 6 разів (5 самок і 1 самець). Кількість проходів свині дикої – 4 рази загальною кількістю 12 особин, оскільки в один час зафіксовано 3 особини, а в інший 7 особин (дорослі і малі).

Під час аналізу добової активності відзначено, що тварини найбільш фіксувались фотопасткою зранку (рис. 5), однак за видами такий розподіл: птахи і дрібний гризун у світлу пору дня, дикі свині і лисиця були активні лише вночі, лося відзначено 2 рази ввечері, один раз вдень і 3 рази зранку, а сарни – практично однаково, як у світлу пору доби, так і в темну.

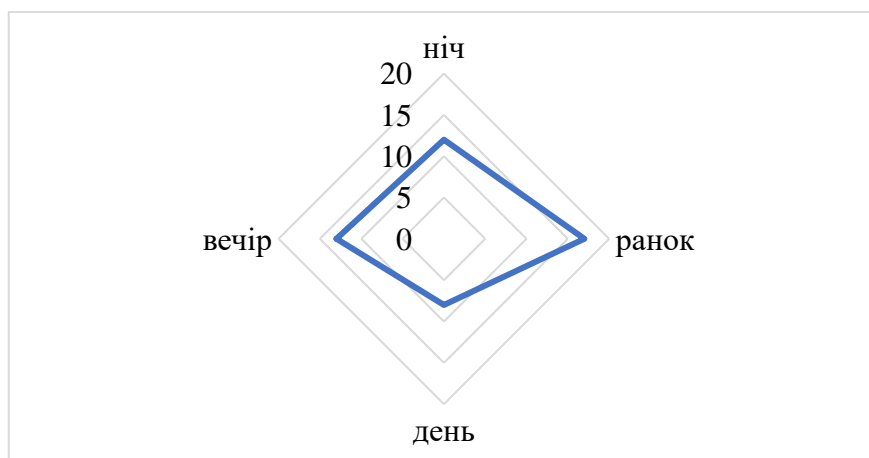


Рис. 5. Добова активність тварин на території Яворівського НПП в місці зростання журавлинника



Рис. 6. Лось європейський на території Яворівського НПП

Отже, на території Яворівського НПП в місці росту журавлини болотної впродовж року спостережень зафіксовано 7 представників фауни, серед яких один вид занесений до Червоної книги України – лось європейський (рис. 6).

Зоогенний вплив на журавлинники Яворівського НПП незначний. Основних споживачів ягід журавлини: глушця, тетерука, орябка – не зафіксовано. Відвідуваність території кабанями низька, через болото пролягають лише їхні стежки проходів, покриття території, пошкодження трав'яного вкриття не відзначені. Для сарни європейської, лося європейського ягідні кущі є другорядним кормом, тому навіть за їхньої більшої активності в місцях росту журавлини болотної, вони не становлять загрози.

Бібліографічний список

1. Волох А. М. Теріологічні дослідження. *Методики інвентаризації та оцінки сучасного стану біорізноманіття природних комплексів та ландшафтів, необхідних для формування регіональних екологічних мереж*. Мелітополь, 2007. С. 76–84.

2. Коновальчук В. К., Гузій А. І. Лісові і болотні ягідники – важливий елемент кормової бази багатьох диких птахів і звірів Українського Полісся і Карпат. *Науковий вісник НЛТУ*, 2006, вип. 16.5. 29-32.

3. Цимбалюк О.Ю. Особливості використання фотопасток для дослідження біорізноманіття у Чорнобильському радіаційно-екологічному біосферному заповіднику. Кваліфікаційна робота на правах рукопису. 37 с.

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ Б. ДИБОВСЬКОГО ТА М. ГРОХОВСЬКОГО ЯК ОСНОВА РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛІЗУ СТАНУ ВОДОЙМ ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ РОЗТОЧЧЯ

О. Р. Іванець, к. б. н.,

ORCID ID: [0000-0002-4630-2480](https://orcid.org/0000-0002-4630-2480)

Львівський національний університет імені Івана Франка

Розточчя – це регіон, який завдяки Головному європейському вододілу, що проходить через ці терени, відіграє важливу роль у формуванні гідроекосистем центрально-східної Європи і, зокрема, Галичини. З огляду на природоохоронне значення в цьому регіоні створено транскордонний Міжнародний українсько-польський біосферний резерват “Розточчя” українська частина якого включає, зокрема, природний заповідник “Розточчя”, “Яворівський національний природний парк” та регіональний ландшафтний парк “Равське Розточчя”. У функціонуванні природоохоронних територій Розточчя особливого значення набувають водойми, які формують розгалужену гідромережу і потребують в умовах посиленого антропогенного впливу, комплексного гідроекологічного моніторингу. У моніторингових дослідженнях водних екосистем ключову роль, відповідно до положень Водної Рамкової Директиви Європейського Парламенту і Ради (EU Water Framework Directive 2000/60/EC), відіграють гідробіонти. Такий підхід має враховувати особливості змін у гідроекосистемах протягом тривалих періодів часу. Саме тому нашу увагу приділено історичним аспектам дослідження гіллястовусих ракоподібних (*Cladocera*) на теренах Розточчя. Роботу виконували в межах науково-дослідних тем «Ценотичні зв’язки ключових видів як основа збереження та відтворення біорізноманіття водотоків Європейського вододілу» та «Трансформація оселищ і її вплив на зообіоту заходу України за сучасних умов кліматичних змін».

Гіллястовусі ракоподібні (*Cladocera*) є одним із ключових компонентів зоопланктоценозів, які мають вагомий біоіндикаційні характеристики. Вони включені у систему комплексної оцінки стану водних об'єктів України. Ці організми вивчали на Розточчі, починаючи з кінця 19 ст., видатний польський гідробіолог, професор Б. Дибовський і його асистент, доктор М. Гроховський [8]. Результати досліджень цих науковців було опубліковано у журналі "Kosmos" Польського Товариства Природників ім. Коперніка, який видавався у Львові [1-4; 6; 7; 9-12].

Дослідження Б. Дибовського і М. Гроховського в царині *Cladocera* становлять вагомий внесок у розвиток кладоцерології на перших етапах становлення цієї науки в регіоні східної Галичини. Свої наукові розвідки ці вчені проводили в Інституті зоології, який очолював Б. Дибовський. Інститут зоології функціонував на філософському факультеті університету Яна Казимира (нині Львівський національний університет імені Івана Франка). У період 1884-1906 років Б. Дибовський був завідувачем кафедри зоології і, як декан, певний час очолював філософський факультет цього ж університету [8].

На сьогодні регіональні фауни зоопланктону і, зокрема, *Cladocera* з історичної точки зору вивчені недостатньо та вимагають пристальної уваги. Особливо важливим є провести історичний аналіз змін фауністичної структури *Cladocera*, що дозволить простежити ретроспективну валідацію ефективності адаптаційних механізмів гідроекосистем до впливу факторів середовища та дасть можливість спрогнозувати зміни гідробіоценозів у перспективі. Такі дані можна використати і для характеристики мікрокліматичних змін регіону. На сьогодні встановлено, що глобальне потепління має відчутний вплив на різноманітність зоопланктонних угруповань та гідроекосистем загалом. Потепління клімату може призвести до збільшення продуктивності прісноводних екосистем внаслідок подовження вегетаційних періодів у регіонах з помірним кліматом та посилення стратифікації водної товщі.

Перебудови фауністичної структури *Cladocera* протягом тривалих періодів часу дають можливість простежити за характером процесів, що відбуваються у водоймах та їх перебудовами.

У цілому Б. Дибовський і М. Гроховський зареєстрували 117 таксонів *Cladocera* які належать до 37 родів [10]. Головну увагу ці науковці приділили дослідженню водойм Розточчя. Б. Дибовський і М. Гроховський досліджували, зокрема водойми, що мали важливе, на той час, рекреаційне значення. Багато уваги було приділено Янівському ставу. Ця водойма – одна із найдавніших у цьому регіоні і була заснована у 1407 році. На Янівському ставі функціонував відпочинковий центр Галичини. У фауні *Cladocera* цієї водойми було зареєстровано 21 таксон. Такі дані є важливими з огляду на сучасні гідроекологічні дослідження водойм східної Галичини та, зокрема, Розточчя. Їх доцільно використати з метою довгострокового гідроекологічного моніторингу [5; 13-17].

У полі зору Б. Дибовського та М. Гроховського був також Пелчинський став, який локалізувався у м. Львові [3; 10]. Цей став має давню історію та існував ще з XVI століття. Свою назву він одержав від імені власниці Єфросинії Пелки. У Пелчинському ставі було зареєстровано 18 таксонів *Cladocera*. Ці вчені звернули також увагу на сезонну і локальну мінливість *Cladocera*, на внутрішньопопуляційний поліморфізм. Б. Дибовський та М. Гроховський дослідили також інші водойми східної Галичини та прилеглих теренів [1-4; 6; 7; 10].

Дослідження Б. Дибовського та М. Гроховського мають особливу актуальність у сьогоденні. Матеріали, отримані цими науковцями, доцільно використати для ретроспективного аналізу фауністики *Cladocera* у східній Галичині і, зокрема, у регіоні Розточчя, з метою встановлення змін мікроклімату, дослідження ретроспективного стану водойм цього регіону та прогнозування змін гідроекосистем у перспективі. Роботи Б. Дибовського та М. Гроховського відіграють важливу роль у вивченні кладоцерової фауни заходу України.

Бібліографічний список

1. Іванець О. Р. Гідроекологічні та кладоцерологічні дослідження професора Бенедикта Дибовського в парадигмі євроінтеграційних процесів України. *Екологічні науки*. 2018. № 3 (22). С. 164-167.
2. Іванець О. Р. Таксономічна структура кладоцероценозів Галичини та прилеглих теренів за матеріалами досліджень професора Бенедикта Дибовського. *Екологічні науки*. 2018. № 4 (23). С. 96-100. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2018-4-23-21>
3. Іванець О. Р. Гіллястовусі раки (*Cladocera*) Пелчинського ставу у дослідженнях Бенедикта Дибовського. *Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій (Шацьк, 2018)*. Львів: Сполом. 2018. С. 57-59.
4. Іванець О. Р. Родина *Daphniidae* (*Cladocera*) у палітрі гідробіологічної експозиції Бенедикта Дибовського на Галицькій крайовій виставці 1894 року. *Екологічні науки*. 2019. № 3(26). С. 93-98. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-3-26-18>
5. Іванець О. Р. Таксономічна структура та фауна гіллястовусих раків (*Crustacea : Cladocera*) водойми Глинна Наварія. *Екологічні науки*. 2022. № 3 (42). С. 147-150. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.24>
6. Іванець О. Р. Гіллястовусі раки Львівщини (*Crustacea : Cladocera*) у гідробіологічних дослідженнях Б. Дибовського та М. Гроховського (за матеріалами круглого столу Екологічної комісії наукового товариства ім. Шевченка). *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2023. Вип. 89. С. 37-48. <https://doi.org/10.30970/vlubs.2023.89.04>
7. Іванець О.Р. Рід *Bosmina* Baird, 1845 (*Cladocera : Bosminidae*) на теренах Галичини у дослідженнях Б. Дибовського, А. Вежейського та М. Гроховського (за матеріалами круглого столу Екологічної комісії наукового товариства ім. Шевченка). *Екологічні науки*. 2023. № 5 (50). С.134-142. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.19>

8. Brzęk G. Benedykt Dybowski. Życie i dzieło. Wydanie II. Uzupełnione i rozszerzone, Warszawa ; Wrocław : Polskie Towarzystwo Ludoznawcze. (Biblioteka Zesłańca). 1994. 398 s.
9. Dybowski B., Grochowski M. O Lynceidach czyli Tonewkach fauny krajowej. *Kosmos*. XIX. Lwów. 1894. S. 376-383.
10. Dybowski B., Grochowski M. Spis systematyczny Wioślarek (*Cladocera*) krajowych sporządzony na podstawie okazów i preparatów, które oddane były na naszą tegoroczną Wystawę krajową we Lwowie. *Kosmos*. XX. Lwów. 1895. S. 139-165.
11. Dybowski B., Grochowski M. O czułkach drugiej pary u Tonewek (*Lynceidae*) i Eminków (*Eurycercidae*). *Kosmos*. XXIII. Lwów. 1898a. S. 25-73.
12. Dybowski B., Grochowski M. *Odnóża u wioślarek (Cladocera)*. Cz. I. *Kosmos*. XXIII. Lwów. 1898b, S. 287-314; Cz. II, 1898b. S. 425-444; Cz. III 1898g. S. 523-544.
13. Ivanets O. R. The fauna of *Rotatoria* and microcrustaceans (*Cladocera, Copepoda*) of the Ukrainian Roztocze and its surroundings. *Development of natural sciences in countries of the European Union taking into account the challenges of XXI century : Collective monograph*. Lublin : Izdevniecība “Baltija Publishing”. 2018. P. 183-196.
14. Ivanets O.R. Patterns of taxonomic structure and ecomorphology *Chydoridae*, Dybowski & Grochowski, 1894 (*Cladocera: Anomopoda*) of the Ukrainian Roztocze and its surroundings. *Scientific achievements of countries of Europe in the field of natural sciences: Collective monograph*. Sandomierz, Poland. Riga : Izdevniecība “Baltija Publishing”. 2018. P. 1-16.
15. Ivanets O. R. *Daphnia* and *Ceriodaphnia* (*Cladocera: Anomopoda*) in the conditions of the flat hydroecosystems of Western Ukraine. *Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions: Collective monograph*. Riga : Izdevniecība “Baltija Publishing”. 2020. P. 261-274.
16. Ivanets O. R. Faunistic overview and structural organisation of taxonomic groups of zooplankton of the Glynná Navaria reservoir (Eastern Galicia). *Modern aspects of natural science research in the context of sustainable development of society : Scientific monograph*. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”. 2023. P. 56-73.
DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-395-8-3>

17. Kovalchuk A.A., Ivanets O.R. The impact of damming and water poundage on the formation and structure of zooplanktocoenoses in the conditions of rivers in the Ukrainian Roztocze (the “outer” or “chunk” Carpathians). *Issues and challenges of small hydropower development in the Carpathians region (hydrology, hydrochemistry, and hydrobiology of watercourses)*. Monograph. Uzhgorod-L'viv-Kyiv : Biological Faculty of L'viv National University & Hydroecological society “Uzh”. 2016. P. 138-151.

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ СТВОРЕННЯ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА У ДОЛИНІ КЛЕПАРІВСЬКОГО ПОТОКУ В МЕЖАХ МІСТА ЛЬВОВА

Г. С. Савка,

ORCID ID: [0000-0001-5681-7966](https://orcid.org/0000-0001-5681-7966),

Львівський національний університет імені Івана Франка;

Ю. Я. Шандра, *ГО Регіональне агентство стійкого розвитку;*

В. М. Шушняк, *к. геогр. н.*

Національний університет «Львівська політехніка»

До цього часу збереглося тільки три витoki річки Полтва з природним руслом: Вулецький потік у парку «Горіховий Гай», потік Пасіка в парку «Погулянка», Клепарівський потік у лісопарку на вул. Винниця. Вони беруть початок на Головному європейському вододілі та мають неабияку науково-пізнавальну, екоосвітню та гідроекологічну цінність. Зважаючи на те, що природні витoki Полтви не включені до державного водного кадастру (офіційним початком річки вважається її вихід з очисних споруд «Львівводоканалу»), а також інтенсивну забудову Львова, зокрема Шевченківського району, вкрай необхідно зберегти останні вцілілі природні гідросистеми міста. Це питання неодноразово піднімалося науковою і громадською спільнотою, зокрема, у «Проекті створення об'єктів природно-заповідного фонду на приміських землях Львівської міської ради» [3].

Верхів'я Клепарівського потоку є унікальним для міста Львова та єдиним цілісним ландшафтно-гідрологічним природним комплексом, який поєднує одним ланцюгом джерело, природне русло річки та водойму. У XVIII ст. довжина його природного русла становила 3,4 км [1]. Станом на 1938 рік 0,5 км потоку зазнало антропогенних змін (поглиблення русла). Від 1993 року довжина природного русла

становила вже 1,6 км, оскільки 1,8 км природного русла до цього часу було вже закрито під землею. Нині відкритими залишились тільки відвершки потоку з двома постійними водотоками: лівого – довжиною 520 м; та двох фрагментів правого – загальною довжиною 720 метрів. Завдяки живленню з низки природних джерел струмки не пересихають навіть у критичні безводні періоди. Підземні води виходять на поверхню у вигляді трьох джерел хлоридно-гідрокарбонатно-кальцієвого типу. Нижнє по течії джерело дебітом 0,2 л/с є досить популярним у місцевих мешканців. У гирловій частині струмка функціонує невеликий став.

Водозбір Клепарівського потоку є у ландшафтній місцевості горбогір'я, складеного багрянковими та хемогенними (ратинськими) вапняками, кварцевими пісками і вапнистими пісковиками, у днищах долин – мергелями; вкритими еолово-делювіальними лесовидними суглинками і супісками, із ясно-сірими лісовими, сірими лісовими ґрунтами, під листяними лісами класу *Quercus-Fagetum*.

У соціологічному контексті особливої уваги заслуговує сточище лівого відвершка Клепарівського потоку (рис. 1), яке охоплює правобережний заліснений ярково-балковий водозбір, закладений у покривних лесовидних суглинках плейстоцену і пісках неогену. У прирусловій долині збереглися залишки природної мокрої вільхової асоціації (*Ribes nigri-Alnetum*), а на схилах – типові для околиць Львова ацидофільні варіанти бучини з участю берези повислої (*Dentarioglandulosae-Fagetum* var. *Betula pendula*).



Рис. 1. Русло Клепарівського потоку [3]

Для збереження цінного реліктового природного комплексу необхідно створити ландшафтний заказник місцевого значення «Клепарівський потік», який охопить землі Шевченківського району м. Львова – лісовий квартал 86 (вид. 1 – 11, 14; 15) Брюховицького лісництва ДП «Львівський лісовий селекційно-насінневий центр» на площі 20,5 га (рис. 2).

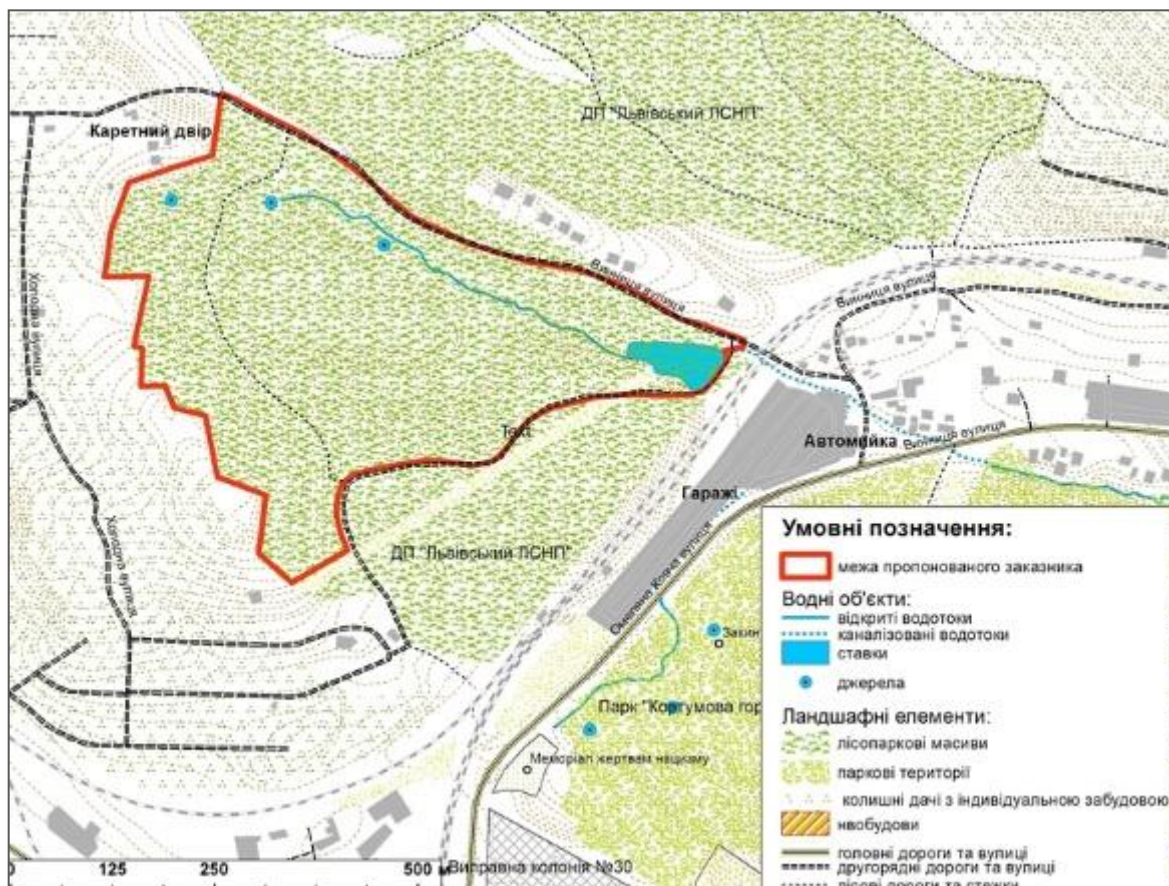


Рис. 2. Картосхема розташування проєктованого ландшафтнього заказника «Клепарівський потік»

Назва «Клепарівський потік» узгоджується з місцевим топонімом «Клепарів» – колишнє село львівського передмістя. Містить ландшафтно-ідентифікаційний зміст, оскільки відображає домінуючу ландшафтну ознаку «долина потоку», а також вказує на пріоритетне соціологічне значення – збереження та охорону екосистем річкового басейну.

Категорія «ландшафтний заказник місцевого значення» визначається регіональними ландшафтними умовами, які є сприятливими для формування соціологічно пріоритетного комплексу, а саме збалансованої природної

гідросистеми, яка тут представлена мережею постійного і тимчасових водотоків, джерел і ставка. Доповнює соціологічну цінність території наявність оселищ дикої флори і фауни. Цінні геосайти, що тут знаходяться, водночас позиціонують місцеву історико-культурну спадщину.

На східній межі проєктованого заказника, уздовж якої власне й простягається долина зі збереженим постійним водотоком, Генеральним планом міста Львова передбачено спорудження магістральної вулиці безперервного руху (МБР – 63,0 м) (рис. 3). Ризик, що внаслідок будівництва цієї автомагістралі, буде назавжди втрачено цей найцінніший природний об'єкт проєктованого заказника, дуже високий.

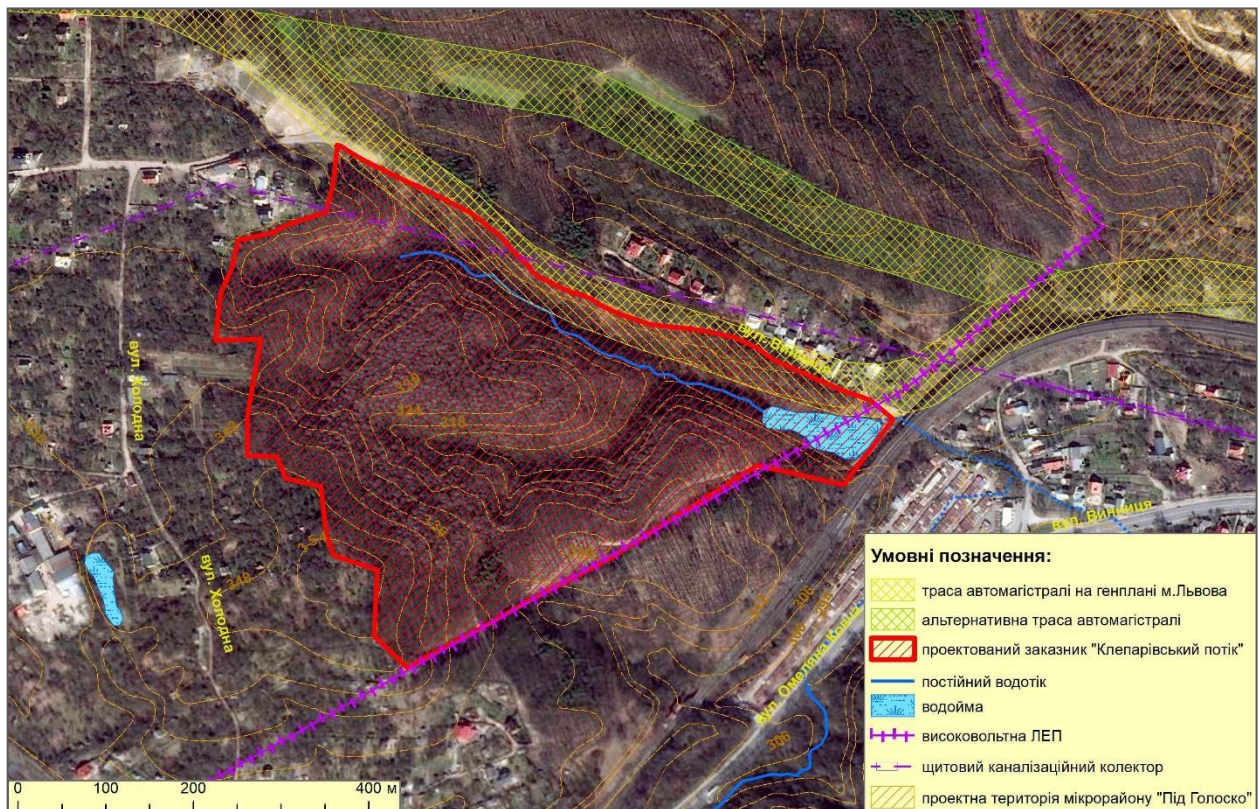


Рис. 3. Схема пропонує змін у генплані м. Львова щодо перенесення траси проєктованої магістральної вулиці в червоних лініях

Тому, пропонуємо змістити на схід зазначений відрізок автомагістралі (рис. 3) та прокласти його у межах 12, 14, 16, 17, 18, 20 виділів 85 кварталу та 16, 17, 18 виділів 84 кварталу Брюховицького лісництва ДП «Львівський лісовий селекційно-насінневий центр». У лісостанах згаданих лісових виділів переважають

малоцінні насадження з перевагою дуба червоного, який віднесений до шкідливих інвазійних видів. Зміщення згаданого відрізка магістралі є доцільним з огляду ще й на такі аргументи: більш сприятливі для будівництва дороги інженерно-геологічні та геоморфологічні умови; не буде необхідності зносити приватну забудову на вул. Винниця та переселяти її мешканців; альтернативна траса оминає стратегічні комунікації, як-от: опори високовольтної ЛЕП, щитовий каналізаційний колектор тощо.

Про проблему засмічення витоків рік Львова, зокрема, Клепарівського потоку, йшлося у багатьох публікаціях [1; 2], у яких зазначалося про необхідність розчищення та окультурення долини потоку. Слід зазначити, що за останній час у басейні потоку зникло три джерела, пересох один постійний водотік і один ставок. Частину долини струмка засипано будівельним сміттям і сплановано як кінний манеж.

Як бачимо, збереження та охорона долини Клепарівського потоку є складним завданням, що потребує активної участі громадськості та підтримки зі сторони представників влади.

Бібліографічний список

1. Байрак Г. Руслова мережа Львова: зміни за історичний період та сучасний стан. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2016. Вип. 50. С. 3–21.
2. Мельник А., Шушняк В., Савка Г. Міждисциплінарні дослідження для ландшафтного планування територій природно-заповідного фонду на приміських землях Львова. *Фізична географія та геоморфологія*. Київ : ВГЛ Обрії, 2013. Вип. 3 (71). С. 218–226.
3. Проект створення об'єктів природно-заповідного фонду на приміських землях Львівської міської ради: Звіт про НДР (заключ.) / *Регіональне агентство стійкого розвитку*; керівник А.В. Мельник; викон. В.М. Шушняк [та ін.]. Львів, 2011. Т. 3. 256 с.

БІОМОНІТОРИНГ ПАСТОРАЛЬНИХ ЕКОСИСТЕМ

Т. В. Морозова, к. б. н.

ORCID ID: [0000-0003-4836-1035](https://orcid.org/0000-0003-4836-1035),

Національний транспортний університет

На сучасному етапі антропогенної трансформації природні луки зазнають впливу сільського господарства, що призводить до їх деградації. Основні чинники: витоптування, надмірне вилучення надземної фітомаси, механічне пошкодження. Випасання худоби різко зменшує розмаїття рослин. Моніторинг біорозмаїття стає важливим для збереження продуктивності та стійкості пасовищних екосистем. Недбале ставлення може призвести до незворотних процесів, що сприяють спустелюванню. Дослідження спрямовували на вивчення сезонного впливу на пасторальні екосистеми, оцінку різноманіття видів, синантропізації, життєвих циклів рослин та вмісту кормових рослин.

Оцінка видового та екологічного різноманіття. Автори [1] вказують, що серед головних критеріїв оцінки різноманіття біоти виділяються характеристики видового багатства, розмаїття та таксономічної складності. З екологічного погляду, інформативним критерієм для оцінки стану екосистем є різноманіття життєвих стратегій видів. За Ю. Одумом, види з високим біотичним потенціалом (r) в основному пристосовані до ненасичених або невизначених середовищ, які періодично піддаються стресовим впливам, таким як шторми або посухи. Види з більшою спрямованістю на збільшення конкурентоспроможності та підтримання найбільш комфортно почуваються в стабільних умовах або при високій щільності популяції. З іншого боку, види з меншою конкурентною здатністю зазвичай існують в екстремальних умовах та відзначаються обмеженим розвитком. Оцінювали баланс видів з різними життєвими стратегіями в пасторальних екосистемах для визначення їх стабільності. Результати оцінки видового багатства та різноманіття фітоценозів показали, що розмаїття вивчених пасовищ (Ні) варіюється від 1,9 до 5,5 (рис. 1).

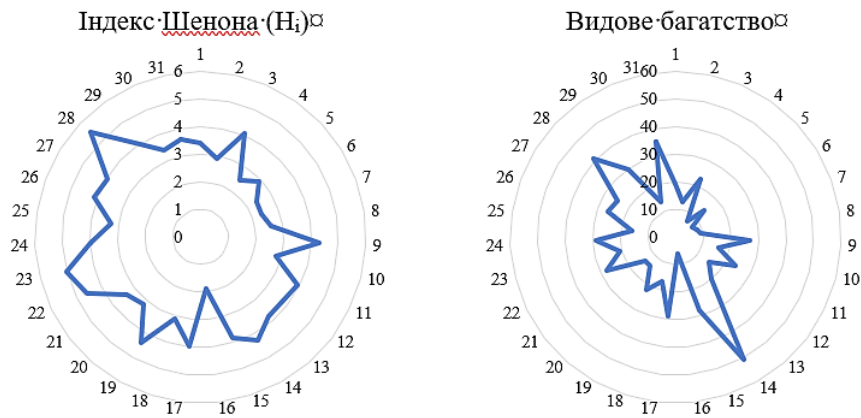


Рис. 1. Видове багатство та біорозмаїття пасовищ

На досліджених пасовищах виявлено 179 видів рослин, з яких 43% вважають синантропними. Спектр життєвих форм рослин пасторальних екосистем представлений *гемікриптофітами*, *багаторічниками* (127 видів), *дворічниками* (8 видів), *терофітами* (32 види), *криптофітами* (4 види). Показники синантропії рослинних угруповань коливаються від 25% до 95%. Загальне видове різноманіття пасовищ виявилось невеликим, у діапазоні від 1,17 до 1,36. Найбільші значення показника видового багатства складають від 24 до 27 видів на 10 м², тоді як найменші значення становлять лише 8 видів на 10 м². Індекс розмаїття пасторальних екосистем передгір'я коливається від 1,9 до 5,03, при цьому видове багатство становить 51 вид на 10 м². У гірській місцевості індекс розмаїття 3,3-5,5, видове багатство – 14-35 видів на 10 м². Узагальнюючи результати досліджень видового багатства та розмаїття лучних фітоценозів, можна зробити висновок, що загалом вони мають високі значення, свідчаючи про благополучний стан досліджених пасторальних ценозів. Кореляційний і покроковий регресійний аналіз виявили зворотну залежність між рівнем синантропізації та видовим розмаїттям.

$$Y_{\text{видове розмаїття}} = 1,5 - 0,4 X_{\text{синантропність}}$$

Пошук кореляцій між життєвими формами рослин показав високу обернену кореляцію між відсотком багаторічників гемікриптофітів і терофітів. Питома вага кормових рослин невелика, від 35% до 71%. За кореляційно-регресійним аналізом спостерігаємо обернену залежність між часткою кормових рослин та відсотком

криптофітів, що свідчить про витіснення кормових рослин з екосистем пасторального типу.

Оцінка екологічної стратегії видів пасторальних екосистем. Розподіл видів у фітоценозі свідчить про їхню екологічну стратегію [2]. За результатами досліджень, переважають види з перехідними стратегіями (рис. 2а), такими як конкурентно-стрес-толерантні (CS – *Trifolium pratense* L., *Galium verum* L.) та конкурентно-рудеральні (CR – *Cirsium oleraceum* (L.) Scop., *Berteroa incana* (L.) DC.)). Це свідчить про достатню сприятливість умов для більшості видів. Значна кількість стрес-толерантних видів (*Chamaenericon angustifolium*, (L.) Scop. L.) вказує на постійний тиск природного та антропогенного походження, посилення конкуренції з експлерентами. Це може свідчити про порушення умов існування. Відношення між патієнтами та експлерентами збільшується зі зменшенням антропогенного впливу [3], відображаючи різнотравно-піонерну стадію розвитку. На антропогенно трансформованих територіях частка кореневищних видів найменша, що може бути зв'язано з деградацією ґрунту. За структурою пагонів і розміщенням листків переважають безрозеткові рослини, підземних пагонів – рослини без спеціалізованих видозмін.

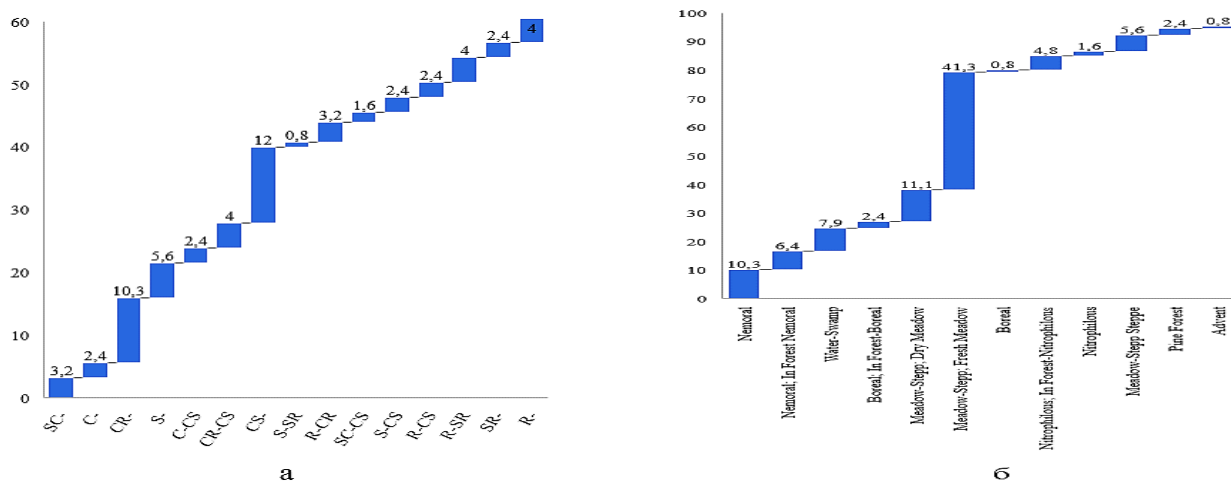


Рис. 2а – розподіл видів пасторальних екосистем за типом стратегії;

2б – за еколого-ценотичними групами і підгрупами

Слід звернути увагу на переважання вторинних стратегій перед первинними, що вказує на адаптивність рослин до змін середовища. Всі вторинні стратегії були об'єднані у первинні (К, s, r), за принципом домінування останньої.

Таке узагальнення дозволило виявити перевагу конкурентних видів, їхня кількість близька у різних фізико-географічних областях (у Прут-Дністровській рівнинній: $K - 62,5\%$, $s - 20\%$, $r - 17,5\%$; у Передкарпатській височинній: $K - 51,6\%$, $s - 25,8\%$, $r - 22,6\%$; у Зовнішньокарпатській області: $K - 61,3\%$, $s - 25,8\%$, $r - 12,9\%$). Відсоток стрес-толерантних видів майже в 2,5 рази, ніж конкурентних. Найменше рудеральних видів виявлено в гірській зоні (12,9%), що свідчить про меншу порушеність пасовищних ценозів. Аналіз розподілу видів у пасторальних фітоценозах свідчить про переважання конкурентних стратегій серед рослин. У цих фітоценозах виявлено значну різноманітність еколого-ценотичних груп та підгруп, причому більшість належить до лучно-степових видів (42%), а інші – від 1% до 11%. Показники екологічних факторів у пасторальних фітоценозах демонструють широкий спектр амплітуд: перекриття вологості ґрунту становить 47-76%, амплітуда кислотності ґрунту коливається від 2,31 до 5,71. Показники освітленості варіюються від 3,86 до 7,53, а їх перекриття знижується з рівнини до гір. Термокліматичний режим (T) варіюється від 2,05 до 7,19, а його перекриття становить 60%. Континентальність клімату виражається амплітудою від 2,44 до 4,14, з перекриттям показників у 60%. Розподіл амплітуди термокліматичного режиму відбувається від Прут-Дністровської області (62%) до Буковинських Карпат (59%). Показник континентальності клімату (K) в межах фітоценозів виявив амплітуду від 2,44 до 4,14, з перекриттям показників від 59% до 61%.

У пасторальних фітоценозах з'являються адвентивні види, що становлять від 32,3% у гірській зоні до 46,7% у передгір'ї (рис. 3а). Це може бути наслідком інтенсивного використання людиною передгірських пасовищ, а також сприятливішими природно-кліматичними умовами для інвазій. Вони переважно зустрічаються в місцях з порушеним трав'яним покривом, таких як піщані місця, береги річок, дороги тощо. Оцінка кормової цінності пасовищних ценозів є важливою на практиці. Дослідження показують, що найцінніші для кормів представники родин *Poaceae* і *Fabaceae*. У Прут-Дністровській височинній області злаки (*Poaceae*) становлять 9,2%, а в Буковинських Карпатах – 5,1%. Бобові (*Fabaceae*) переважають у Передкарпатській височинній області (10,3%), а

найменше їх у Буковинських Карпатах (7,1%). Гірська зона вирізняється меншим відсотком злаків і бобових, що може пояснюватися інтенсивним випасом худоби, оскільки ці рослини мають високу кормову цінність.

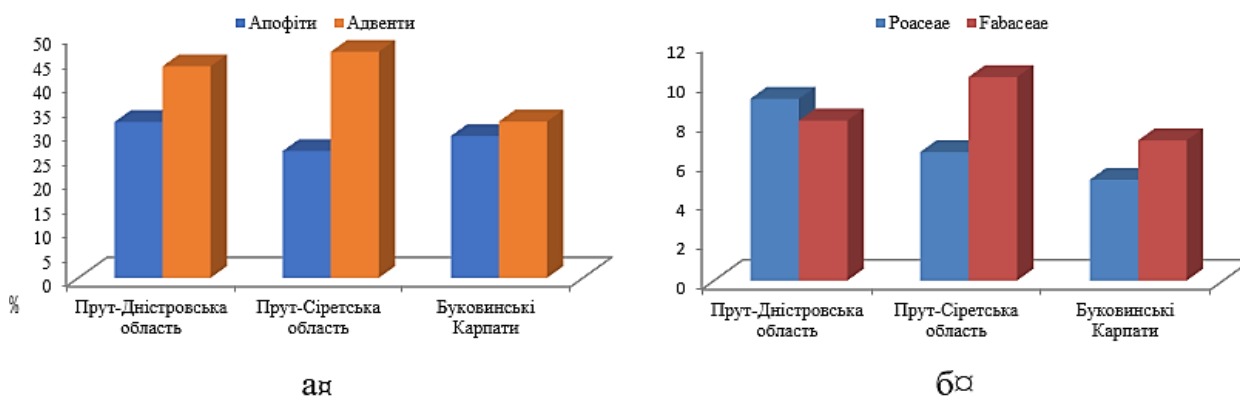


Рис. 3а – синантропізація флори; 3б – кормова якість пасовищних фітоценозів

Висновки. Аналіз розмаїття типів життєвих стратегій рослин за Граймом показав переважання в пасторальних екосистемах видів із конкурентно-стрес-толерантним (CS-) і конкурентно-рудеральним (CR-) типом життєвої стратегії. Домінує не первинний, а вторинні типи стратегії, що слугує опосередкованою ознакою мінливості умов середовища та високої адаптаційної здатності.

Бібліографічний список

1. Ємельянов І. Г., Ємельянова Л. В. Фундаментальні та прикладні проблеми біорізноманіття: пріоритетні напрямки досліджень. *Біорізноманіття та роль зооценозу в природних і антропогенних екосистемах: матеріали III Міжнар. наук. конф.* (м. Донецьк, 2005). Донецьк, 2005. С. 117-120.
2. Наукові основи інтегрального оцінювання паркових лісових екосистем в умовах великого міста: Методичні рекомендації / Лавров В.В., Мірошник Н.В., Шупова Т.В. та ін. Київ, 2021. 68 с.
3. Дідух Я.П. Основи біоіндикації. Київ : Наукова думка, 2012. 343 с.

ПРАЛІСОВІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ «ГЛИГУЛЬСЬКА» ТА «МАЛОЗВАРАШСЬКА» І РЕЖИМ ЇХ ЗБЕРЕЖЕННЯ

М. В. Чернявський, к. с.-г. н., с. н. с.

Національний лісотехнічний університет України

Збереження найбільш унікальних і цінних лісів шляхом розширення природоохоронних територій до нормативів українського та загальноєвропейського рівнів – важливе й невідкладне завдання для охорони лісів Карпат. Збільшення територій природно-заповідного фонду та Смарагдової мережі можливе за рахунок унікальних природних екосистем, які забезпечують екологічну безпеку України і які необхідно зберегти для нащадків.

31 серпня 2017 року Президент України підписав Закон «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо охорони пралісів згідно з Рамковою конвенцією про охорону та сталий розвиток Карпат». Документ визначає поняття «природні ліси», «праліси», «квазіпраліси» і встановлює особливий правовий режим їх збереження та охорони. Закон, зокрема, забороняє всі види рубок, будівництво споруд, прокладення шляхів, випасання худоби, проїзд транспортних засобів (крім доріг загального користування та служби лісової охорони). Крім того, документ упроваджує адміністративну відповідальність за порушення вимог охорони природних лісів, пралісів, квазіпралісів. Відповідні зміни внесено до Кодексу України про адміністративні правопорушення, Лісового кодексу України та закону України "Про природно-заповідний фонд України". Важливо, що закон вносить зміни до Кримінального кодексу України щодо посилення відповідальності за незаконну рубку дерев або чагарників у лісах природно-заповідного фонду. Це дуже важливий Закон, який допоможе зберегти стародавні українські ліси, де ще не відчутно впливу людини.

У 2014 році, в рамках виконання природоохоронного проекту «Збереження карпатських пралісів», що впроваджується за фінансової підтримки Франкфуртського зоологічного товариства, було обстежено природні ліси Чернівецької області. На початку 2019 року проведено верифікацію даних ідентифікованих ділянок і проведено повторне обстеження. З метою збереження

ділянок, які були ідентифіковані, як праліси та квазіпраліси, на звернення Українського товариства охорони птахів щодо створення пралісових пам'яток природи місцевого значення відповідно до Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо охорони пралісів згідно з «Рамковою конвенцією про охорону та сталий розвиток Карпат», проведено відповідну роботу щодо надання їм статусу природозаповідних. Ми ідентифікували 18 ділянок лісів, що відповідають критеріям пралісів, квазі-пралісів і природних лісів на площі 727,9 га, які рішенням II сесії Чернівецької обласної ради VIII скликання від 30.03.2021 №79-2/21 були включені до мережі природно-заповідного фонду Чернівецької області. Мережа природно-заповідного фонду області збільшилася на 727,9 га завдяки включенню пралісових пам'яток природи в межах ДП «Берегометське лісове господарство» та ДП «Сторожинецьке лісове господарство».

За результатами наших досліджень 2019 р. встановлено, що на території Лопушнянського лісництва державного підприємства (тепер філії) «Берегометське лісове господарство» критеріям та ознакам пралісів і квазі-пралісів відповідають п'ять ділянок загальною площею 47,5 га і увійшли до двох пралісових пам'яток природи місцевого значення – «Глигульської» та «Малозварашської». Характеристику цих лісів подаємо нижче.

Пралісові пам'ятки природи «Глигульська» та «Малозварашська» в системі природного геоботанічного районування входять до Східнокарпатської гірської підпровінції Болехівсько-Берегометського (Передгірного) району ялицево-букових лісів з його Покутсько-Буковинським підрайоном. Цей підрайон охоплює діапазон висот від 925 до 1000 м н.р.м. Тут, на межиріччях передгірної частини Буковинських Карпат, збереглися масиви природних старовікових букових та смереково-буково-ялицевих лісів. Своєрідна геоморфологічна будова території у поєднанні з теплим м'яким і вологим кліматом сформували тут унікальні теплолюбні комплекси з переважанням смереково-буково-ялицевих та ялицево-букових лісів, багатих на рідкісні види.

Клімат району характеризується елементами гірського і лісостепового і є перехідним від помірно теплого до континентального. Середньорічна температура повітря $+4,6^{\circ}\text{C}$, абсолютний максимум $+34^{\circ}\text{C}$ (3 серпня), абсолютний мінімум -32°C (2 лютого). Період із температурою понад $+10^{\circ}$ становить від 95-124 днів. Сума активних температур $1600-1800^{\circ}\text{C}$. Середня кількість опадів на рік 979 мм. Тривалість вегетаційного періоду 180 днів. Переважають вітри в основному північно-західних румбів з середньою швидкістю 1,4-2,1 м/с.

За останні чверть століття літні місяці у регіоні стали теплішими на $+1,5-1,6^{\circ}\text{C}$. Останній 10-річний період, протягом якого клімат зазнавав впливу глобального потепління, характеризувався річними сумами опадів, що на 10-12% перевищували багаторічну норму. Великі повені, яким передують зливи у горах, спостерігаються в липні-вересні, а їх періодичність складає останнім часом 3-5 років.

Назагал тривалий вегетаційний період, достатні родючість і вологість ґрунтів створюють сприятливі умови для успішного зростання лісів.

З ґрунтовірних порід на території Лопушанського лісництва, зокрема, пам'яток природи, поширені елювіально-делювіальні відклади Карпатського флішу. Ґрунти переважно бурі гірсько-лісові мульові вологі середньопотужні і потужні, переважно суглинкові, поверхнево-слабокаменисті на елювії-делювії Карпатського фліша. Профіль ґрунту має слабку диференціацію на горизонти, характерне темно-буре і буре забарвлення, відсутні або слабо помітні ознаки опідзолення. Типовий профіль має таку будову:

Но – 0-3 см. Підстилка з хвої, листя і гілок, донизу напіврозкладена.

Н1 – 3-20 см. Темно-бурий, вологий, пухкий, дрібнозернистий, насичений дрібним корінням деревних порід, щербенистий. Перехід поступовий.

Н2 – 20-46 см. Бурий, вологий, ущільнений, дрібнозернистий, слабощербенистий, насичений корінням деревних порід. Зрідка трапляються уламки пісковика. Перехід поступовий.

Нр – 46-77 см. Бурій, пухкий, вологий, середньосуглинковий, грудкуватозернистий, насичений окремими коріннями деревних порід, середньохрящуватий. Перехід помітний.

Р1 –77-94 см. Світло-сірий, пухкий, вологуватий, з незначною домішкою дрібнозему і корінням деревних порід. Перехід помітний.

Р2 – 94-123 см. Бурувато-сизуватий, щільний, вологуватий, важкосуглинковий, насичений щебенем і зрідка - стержневим корінням дерев.

Ліси пам'яток природи були сертифіковані Лісовою Опікунською Наглядною Радою (Forest Steward Ship Council – FSC).

Пам'ятка природи «Глигульська» розташована у кварталі 36, виділі 2, підвиділі 2, площа 12,5 га та у кварталі 36, виділі 10, площа 7,5 га Лопушнянського лісництва поблизу гори Садниста (1143 м.н.р.м).

Координати її місцезнаходження – N 48°05' 5,221", E – 25°11' 46, 245".

Природні ліси з участю бука лісового (*Fagus sylvatica* L.), смереки (*Picea abies* (L.) H. Karst.), явора (*Acer pseudoplatanus* L.) і домінуванням ялиці білої (*Abies alba* Mill.) сформувалися упродовж сторічч у басейні витоків річки Великий Глигул і малозачеплені людською діяльністю. Буково-ялиново-ялицеві ліси ростуть на висотах 850—950 (1100) м н. р. м. в умовах вологої буково-смерекової яличини, яка формується на випуклих, рідше змішаних формах рельєфу різної експозиції, переважно – північної. Стрімкість схилів коливається від 12 до 40°, переважають схили крутизною 20°.

Ялиці у деревостані 50-70%. Переважають склади деревостанів віком від 120 до 170 років – 5Яц2Бк3См (виділі 2) та 6Яц2Бк2См+Яв (виділі 10). Окремі дерева сягають 230-270- річного віку. Деревостани тріярусні з доброю розчленованістю на вертикальні горизонти. Розміщення дерев по площі куртинами і більш-менш рівномірне. Повнота верхнього ярусу понад 0,6-0,7, бонітет I. Мертва деревина усіх порід всіх чотирьох стадій розкладу, але з перевагою третьої стадії. Окремо трапляються сухостійні дерева діаметром 55-70 см. Природне поновлення під наметом надійне, густе (10-14 тис.шт/га), переважно 5-10- річне з участю всіх типоутворюючих порід.

Підлісок рідкий з жимолості чорної (*Lonicera nigra* L.), горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.) та ін. У трав'яно-чагарниковому ярусі домінують: квасениця звичайна (*Oxalis acetosella* L.), чорниця (*Vaccinium myrtillus* L.), безщитник жіночий (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth), за участю кремени (*Petasites hybridus* (L.) G.Gaertn., V.Mey. & Scherb.), підлісника європейського (*Sanicula europaea* L.), букової папороті лісової (*Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt., зубниці залозистої (*Cardamine glanduligera* O.Schwarz), і бульбистої (*Cardamine bulbifera* (L.) Crantz), щитників австрійського (*Dryopteris austriaca* (Jacq.) Woynar ex Schinz), і чоловічого (*D. filix-mas* (L.) Schott), плауна річного (*Lycopodium annotinum* L.), голокупника дубового (*Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman). Моховий покрив на 70-80% площі. Рослинна асоціація *Fageto(sylvaticae)-Piceeto(abietis)-Abietum(albae) dryopteriosum*.

Пам'ятка природи «Малозварашська», розташована у кварталі 46, виділи 3 (площею 7,2 га), 5 (площею 3,6 га) та 6 (площею 14,0 га) Лопушнянського лісництва у витоках річки Звараш. Координати місцезнаходження – N 48°02' 50, 482", E – 25° 14' 49,818". Корінні деревостани пам'ятки природи представлені мішаними смереково-буково-ялицевими та фрагментарно смереково-ялицево-буковими деревостанами I-го бонітету з незначною домішкою явора. Тип лісу – волога буково-смерекова суяличина.

Старовікові пралісового типу смереково-буково-ялицеві деревостани – дво-триярусні, з середнім віком від 120 до 170 років. Окремі дерева ялиці мають вік понад 270-300 років. Зімкнутість намету сягає 0,8-0,9, переважна повнота 0,6. Склад деревостанів переважно від 4Яц3См3Бк+Яв до 5Бк3ЯцЛ2См+Яв. Панівні породи – ялиця біла та бук лісовий. Підріст густий – від 12 до 13 тис. шт./га з домінуванням ялиці і бука та за участю смереки і в незначній кількості явора.

Запаси мертвої деревини становлять від 5-7 до 25-30 м³/га. Представлені усі стадії її розкладу, що свідчить про приналежність цієї території до категорії квазіпралісів і пралісів. Окремо трапляються сухостійні дерева діаметром 50-70 см.

Підлісок рідкий з жимолості чорної (*Lonicera nigra* L.) та горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.). У трав'яно-чагарниковому ярусі: *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Dryopteris austriaca* (Jacq.) Woynar ex Schinz, *D. filix-mas* (L.)

Schott., *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman., *Lycopodium annotinum* L., *Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt., *Rubus hirtus* Waldst. Et Kit., *R. idaeus* L., *Oxalis acetosella* L., *Lonicera nigra* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Prenanthes purpurea* L., *Senecio fuchsii* C.C. Gmel., *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaund., *Calamagrostis arundinacea* Adans., *C. villosa*(Chaix) J.F.Gmel., *Polytrichum commune* L., *Cardamine glanduligera* O.Schwarz), *Cardamine bulbifera* (L.) Crantz). Рослинна асоціація *Fageto(sylvaticae)-Piceeto(abietis)-Abietum(albae) dryopteriosum*.

Особливо цінні смереково-буково-ялицеві праліси та природні старовікові ліси обидвох пам'яток є середовищем існування раритетного біорозмаїття. Як рештки корінних угруповань на межі поширення букових і ялицевих лісів, вони підлягають абсолютній охороні. В їх складі виявлено близько 40 видів судинних рослин. Флора тут досить своєрідна і поєднує неморальні, бореальні і монтанні елементи. Територія має помірну ботанічну цінність. Тут налічується до 40 видів трав'янистих рослин. У трав'яному покриві трапляються такі рідкісні й зникаючі види, як лілія лісова, баранець звичайний, лунарія оживаюча, підсніжник білосніжний. З числа раритетних видів трапляються також жовтець карпатський (*Ranunculus carpaticus*) і гніздівка звичайна (*Neottia nidus-avis*).

Не менш цінна територія для фауни хребетних тварин. Вона є унікальною ланкою зупинок мігруючих птахів великого Афро-Євразійського міграційного коридору; місцем існування рідкісних видів савців.

Екологічна цінність території посилюється також тим, що вона входить до складу Національної екомережі України. Створені на ній пралісові пам'ятки природи сприятимуть посиленню екологічного каркасу екомережі Карпат.

Важливим для обидвох територій пам'яток є пріоритет абсолютної охорони всіх природних комплексів і компонентів ландшафту, невтручання у хід природних процесів, збереження, охорона видів і оселищ. Окрім природоохоронної цінності, пралісові пам'ятки природи мають важливе значення як науковий полігон для відстежування механізмів сталого існування пралісів, а також моніторингу та розробки дієвих заходів щодо збереження рідкісних видів рослин та тварин карпатських пралісів.

Секція 4.

СТРАТЕГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ У ПОВОЄННИЙ ЧАС

ПРОБЛЕМИ, ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЛІГЕРАТИВНИХ ЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ

Т. М. Дацко, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-2957-1822](https://orcid.org/0000-0002-2957-1822)

А. І. Дидів, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-4436-9008](https://orcid.org/0000-0002-4436-9008)

М. Я. Іванків, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-4911-2877](https://orcid.org/0000-0002-4911-2877)

Н. В. Качмар, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0003-4471-5895](https://orcid.org/0000-0003-4471-5895)

Львівський національний університет природокористування

Белігеративні ландшафти – це ландшафти, які формуються в районах ведення бойових дій та масштабних військових навчань. За походженням техногенні, належать до точкових антропогенних ландшафтів [2]. У багатій історико-культурній спадщині України визначне місце належить белігеративним оборонним ландшафтним комплексам середньовічних фортифікаційних споруд. Формування воєнно-фортифікаційних ландшафтів зумовлено особливостями структури натуральних. При будівництві замків використовували підняття (кряжі, височини, урвища), коли самі споруди ставали ніби органічним продовженням ландшафтного комплексу, його природною основою. Будівництво також велося на рівнині, де головну роль у ландшафті виконували горизонталі (миси на річках), а вертикальні розчленовування замків їм протистояли. Белігеративні ландшафтні комплекси, що добре збереглися, взяті під охорону як археологічні або історичні пам'ятки [1; 2].

Сучасний белігеративний ландшафт України, сформований у зоні бойових дій та на військових полігонах, характеризується значним поширенням дрібногорбистого рельєфу. Додатні форми белігеративного рельєфу – насипи командних пунктів, пагорби вогневих позицій, горби укріплень, купини захисту від стрілецької зброї, висотні цілі тощо; від'ємні форми – колії від проходження важкої

техніки, рови-траншеї, різні види окопів, бункери, виїмки від розривів артилерійських снарядів тощо. До белігеративних ландшафтних комплексів також зараховують урочища ДОТів та ДЗОТів [1].

Повномасштабні активні бойові дії завдали та продовжують завдавати величезної шкоди не лише людям, інфраструктурі та промисловості регіонів України, але й ландшафтам загалом. Нині неможливо повністю оцінити вплив війни на компоненти довкілля через брак точної інформації, оскільки активні бойові дії продовжуються, а всі наявні відомості не можуть бути відкриті для загалу з тактичною метою. Чим довше триває війна, тим більше компонентів ландшафтних комплексів зазнають змін. Отже, спробуємо на основі наявних фактів та наукових відомостей проаналізувати, як змінюються ландшафти під впливом військового чинника, виявити його негативні наслідки для довкілля, а також – розглянути деякі відновлювальні заходи та проаналізувати перспективи використання таких ландшафтних комплексів.

Тривалі протистояння на фронті часто відбуваються на території природно-заповідного фонду. Ареали деяких рідкісних та ендемічних видів і оселищ опинилися в зоні активних бойових дій, що загрожує їхньому існуванню. Бойові дії порушують спокій диких тварин, порушують їх розмноження та природні міграційні процеси. Частково знищені або пошкоджені лісові масиви східного регіону України. Окрім цього, у лісах є велика кількість уламків ракет, нерозірваних боєприпасів, які становитимуть потенційну небезпеку для людей протягом багатьох десятиліть [3]. Під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюється низка хімічних сполук, при цьому окислення зазнають ґрунти, деревина, дернина, конструкції. Металеві уламки снарядів, військової техніки, транспортних засобів, що потрапляють у довкілля, можуть стати джерелом забруднення ґрунтових вод і трофічних ланцюгів іонами металів [7].

Після повномасштабного вторгнення військ росії агроландшафти Степу посічені вирвами від обстрілів та порізані лініями від переміщення військового озброєння [3; 4]. Одним із головних чинників є ударна хвиля, яка порушує однорідність ґрунтового покриву, вбиває фауну, мікроорганізми, руйнує

рослинність. Руйнується шар гумусу, часто на поверхні виявляються безплідні і дуже кислі нижні ґрунтові або підґрунтові горизонти. Кратери від снарядів порушують рівень ґрунтових вод. Вирви зберігаються надовго і стають невід'ємною частиною антропогенного рельєфу. Забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами відбувається унаслідок руху сухопутної військової техніки. У таких ґрунтах знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси [5]. У белігеративному ландшафті простежується розвиток сучасних екзогенних процесів. Унаслідок втручання зросли ділянки розвіюваних ґрунтів. На схилових ділянках, на бортах додатних белігеративних форм розвивається ерозія, трапляються процеси осипання й опливини [1].

Сучасна війна та військова діяльність надзвичайно негативно впливає на біорізноманіття природного середовища, руйнуючи структуру та функціонування геосистем. Зазвичай змінені геосистеми менш стійкі, ніж первинні, оскільки природний механізм саморегулювання в них порушений. Проте території, яким не завдали нищівної шкоди, мають потенціал до самостійного відновлення. Таким потужним природним засобом відновлення є сукцесія. Звичайно, цей процес займає багато часу (для часткового відновлення необхідно 10-15 років) й результати сукцесії будуть помітні лише через декілька десятків років. Проте це оптимальний варіант, який надає можливості біоценозу формуватися самостійно.

З огляду на обмежені можливості регенерації компонентів природних комплексів на порушених територіях, виникає необхідність визначення та застосування заходів, які сприятимуть їх відновленню. Аналіз світового досвіду відновлення белігеративних ландшафтів засвідчив, що існують три основні напрями штучно-природного відновлення постраждалих територій, а саме [6]: біологічне відновлення за рахунок додаткового озеленення територій; архітектурно-ландшафтні планувальні рішення з екологічної оптимізації ландшафту; інженерно-технологічні вирішення за рахунок меліорації, рекультивації чи «зелене бомбування» заради відновлення лісів та степів.

Всесвітній фонд природи WWF-Україна у 2022 році презентував аграрному сектору України приклади використання елементів природи для сталого виробництва, так звані природоорієнтовані рішення, які є цілком придатними для впровадження на територіях, пошкоджених військовими діями [4]. Зокрема, пошкоджений рельєф поля можна перетворити у новий ландшафт, корисний для сільського господарства. Створення природних оазисів в агроландшафті у воронках від вибухів («острови» лісів та ставки-копанки) може стати потужним посиленням сталого сучасного агровиробництва і фермерства. Невеликі рукотворні ліси, чагарники та міні-водойми, особливо в поєднанні з лісосмугами з часом виконуватимуть екосистемні послуги, зокрема запобігати ерозії ґрунту, стабілізувати мікрокліматичні показники поля, зменшувати кількість шкідників, сприяти родючості, депонувати вуглець, зменшити рівень хімічного забруднення, а також – підвищити врожайність. Урізноманітнені агроландшафти посилюватимуть рекреаційну привабливість регіонів.

Ще один напрям відновлення пошкоджених територій – це заповідання та обмеження використання землі. Це означає, що на місці інтенсивних бойових дій можна створити заповідники, що сприятиме оптимальному перебігу відновлення біорізноманіття на цих територіях без надлишкового втручання людей. У разі неможливості суцільного заповідання на територіях, що були ареною боїв, можна створювати національні парки після розмінування, влаштування відповідної туристичної інфраструктури з архітектурно-ландшафтним вирішенням дорожніх компонентів [6].

Белігеративні ландшафти після закінчення бойових дій та проведення відповідних заходів зі знешкодження вибухонебезпечних предметів можна буде використати для розвитку туризму у регіоні, адже вони є живою історією і відображають особливості формування сучасних природних умов регіону. Як показує аналіз світового досвіду, на місцях визначних бойових подій створюють меморіальні парки, що сприяє вихованню патріотичної культури, збереженню національної пам'яті та розвитку історично-пізнавального та військового туризму [6].

Не менш важливим напрямом є відновлення ландшафтів за допомогою інженерних технологій. Тут можна виділити: меліорацію та рекультивацію. Для відновлення лісових масивів, що постраждали внаслідок бойових дій та пожеж, доцільним є використання «зеленого бомбування» чи сідбомбінгу (повітряного посіву). Цей альтернативний спосіб засівання лісу чи степу допомагає ефективно та швидко посадити нові рослини, збільшити біорізноманіття територій та за належних умов отримати швидкі результати озеленення [8].

Отже, порушення природних процесів вимагає постійного моніторингу навколишнього середовища вже сьогодні. Після завершення воєнних дій наші зусилля слід максимально спрямувати для відновлення пошкоджених ландшафтів. Проаналізовані напрями штучно-природної регенерації белігеративних ландшафтів можна застосувати в процесі підготовки та реалізації програм комплексного повоєнного відновлення територій. Вибір конкретного способу відновлення ландшафтів має враховувати баланс між ділянками території, які потребують втручання людини, та тими, які спроможні до самовідтворення. Вибір залежить стану та глибини пошкодження ландшафту, від концепції розвитку та використання території; а також від фінансових можливостей тощо.

Бібліографічний список

1. Байрак Г. Сучасний белігеративний рельєф (на прикладі Яворівського військового полігона Львівщини). *Проблеми геоморфології і палеогеографії*. 2020. Вип. 1 (11), С. 208-229.

2. Денисик Г. Белігеративні ландшафти: сутність та класифікація. *Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Військово-спеціальні науки*. 2016, 2 (35). С. 6-8.

3. Омельчук О., Садогурська С. Природа стогне від війни. Як воєнне вторгнення Росії впливає на довкілля України. URL: [https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/prioda-stohne-vid-vijni.html](https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/priroda-stohne-vid-vijni.html)

4. Петрович О. Військові шрами на українських полях, або Як відновити аграрний ландшафт після бомбардування. URL: <https://latifundist.com/blog/read/2884-vijskovi-shrami-na-ukrayinskih-polyah-abo-yak->

5. Планування відновлення довкілля. Аналітична записка. URL: https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2022/06/FIN_Planuvannya-vidnovlennya-dovkillya.pdf
6. Устінова І. І., Власенко Н. О. Екоцид та повоєнне відновлення белігеративних ландшафтів України: проблеми, досвід, перспективи. *Грааль науки. Секція XXXII. Архітектура та будівництво*. 2023, № 27. С. 658-668.
7. Lawrence M. J., Stemberger H. L. J., Zolderdo A. J., Struthers D. P., Cooke S. J. The effects of modern war and military activities on biodiversity and the environment. *Environmental Reviews*. 2015, 23 (4). P. 443-460.
8. Reese A. Scientists plan a comeback for Ukraine's war-ravaged forests. *Science*. 2023, 380 (6642), p. 229.

РІВЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ В УКРАЇНІ

Н. В. Качмар, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0003-4471-5895](#)

М. Я. Іванків, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-4911-2877](#)

Т. М. Дацко, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-2957-1822](#)

А. І. Дидів, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-4436-9008](#),

Р. М. Панасюк, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-0858-8916](#)

Львівський національний університет природокористування

Вторгнення росії в Україну спричинило серйозні екологічні наслідки для довкілля, особливо гостро цей вплив відчувається на території Донецької, Луганської, Запорізької, Херсонської, Київської, Чернігівської та Сумської областей. Забруднення зазнали всі середовища існування біоти, пошкоджено безліч об'єктів тепло- та водопостачання, частково зруйновано енергетичну систему України, підтоплено та знищено значні території сільськогосподарських угідь, спалено гектари лісів, зокрема об'єктів природно-заповідного фонду тощо. Безперервний рух важкої техніки в зоні ведення бойових дій і на навчальних

військових полігонах, будівництво оборонних споруд і безпосередні бойові дії завдають вкрай негативного впливу на ґрунтовий покрив, активізується як вітрова так і водна ерозія, відбувається деградація рослинного покриву [2; 3].

Внаслідок постійних обстрілів знищено металургійний та хімічний комплекси України: Азовсталь, Авдіївський коксохімічний завод, Лисичанський нафтопереробний завод, Сумихімпром та низка інших найбільш екологічно небезпечних об'єктів. Окуповано понад 130 родовищ корисних копалин [2; 6].

У перші тижні війни ворог завдав ракетних ударів по військовому аеродрому у Василькові, що на Київщині, внаслідок чого на складі здетонували боєприпаси та спалахнула нафтобаза. Екологічні збитки від цієї пожежі уже тоді оцінили у 810 млрд гривень.

Застосування російської авіації у березні 2022 році у межах Києва та околицях спричинило низку пожеж, у тому числі й сміттєзвалища, що призвело до перевищення допустимої концентрації забруднювачів у повітрі в 32,9 раза. Відповідно до рейтингу IQ Air у ці дні вказаний показник був найгіршим у світі.

Внаслідок обстрілу «Сумихімпром» 1 резервуар із аміаком було пошкоджено і радіус зони ураження становив 5 км. На щастя, не було пошкоджено резервуар з концентрованим розчином сірководню на території «Азовсталі». Про можливі наслідки страшно й думати, а особливо це згубно б позначилося на гідробіонтах Азовського моря. Перебуваючи в акваторії Чорного моря і застосовуючи звідти для обстрілів суші кораблі та підводні човни, гідролокатори не одноразово фіксували випадки загибелі дельфінів. На турецьке узбережжя викинуло понад 100 дельфінів. росіяни безліч разів завдали ракетних ударів по нафтобазах у Львові, Луцьку, Дубно, Одесі, Харкові [1; 3].

Спостерігалися і влучання у цистерни з азотною кислотою (азотна кислота здатна потрапляти в організм як при вдиханні чи ковтанні, так і через шкіру та слизові оболонки).

Загалом бойові дії різної інтенсивності велися на території, яка охоплює 3 млн га українських лісів, понад 60 тис га лісів знищено повністю. Під окупацією перебуває 10 національних природних парків, 8 заповідників, 2 біосферних

заповідники. 80% національного природного парку «Святі гори» уже знищено. Якщо вартість знищених дерев, як сировини можна приблизно оцінити у грошовому еквіваленті, то загибель тварин та знищення рослин коштами не оцінюється. Це втрата частин цілих екосистем, яка безслідно не минає [4; 5].

Значної шкоди лісам Херсонщини завдав підриву греблі Каховської ГЕС у червні 2023 р., затопило близько 55 тис га лісу на лівобережжі Дніпра. Було підтоплено склади промислових підприємств, стихійні стіттезвалища та низку потенційно небезпечних об'єктів, звідки у води Дніпро-Бузького лиману потрапили політанти [7].

Отже, екоцид, спричинений війною є комплексним та надзвичайно масштабним. Забезпечення екологічної безпеки в умовах воєнного стану є практично неможливим, оскільки жоден регіон України не застрахований від ймовірних екологічних катастроф. Ситуація, що склалася в Україні, прямо чи опосередковано впливатиме на наше здоров'я та життя загалом.

Бібліографічний список

1. Андронов В. А., Бригада О. В, Артем'єв С. Р., Михайлова Є. О. Екологія надзвичайних ситуацій: курс лекцій. Частина II. Екологічна безпека. Для здобувачів вищої освіти, які навчаються за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Екологічна безпека». НУЦЗУ, 2023. 217 с.

2. Омельчук О., Садогурська С. Природа стогне від війни. Як воєнне вторгнення росії впливає на довкілля України. URL: <https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/priroda-stohne-vid-vijni.html>

3. Петрович О. Військові шрами на українських полях, або Як відновити аграрний ландшафт після бомбардування. URL: <https://latifundist.com/blog/read/2884-vijskovi-shrami-na-ukrayinskih-polyah-abo-yak-vidnoviti-agrarnij-landshaft-pislya-bombarduvannya>

4. Планування відновлення довкілля. Аналітична записка. URL: https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2022/06/FIN_Planuvannya-vidnovlennya-dovkillya.pdf

5. Семерня О. М., Любинський О. І., Федорчук І. В., Рудницька Ж. О., Семерня А.О. Екологічна безпека в умовах воєнного стану. *Екологічні науки*. 2020. № 2(41). С. 62–66. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/2/11.pdf>
6. Стукаліна О. Екологічний тероризм в Україні як глобальна проблема сучасності. *Екологічне право*. 2022. Вип. 3-4. С. 67-71.
7. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3721075-pidriv-kahovskoi-ges-tragedia-aka-zminit-silske-gospodarstvo-pivdna-ta-vsiei-ukraini.html>

ВАРІАНТИ ВІДНОВЛЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ У ПОВОЄННИЙ ЧАС

М. Л. Копій, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0003-4355-5543](https://orcid.org/0000-0003-4355-5543)

Національний лісотехнічний університет України

Війна кардинально змінила життя українців, погіршила стан атмосфери, ґрунтів, водних об'єктів, знищила багато процвітаючих міст та сіл, підірвала ментальне та фізичне здоров'я населення. Основними наслідками воєнних дій на ґрунтовий покрив є: первинні порушення (механічна деформація ґрунтів, теплове забруднення, захаращення поверхні залишками споруд, конструкцій і т.д.); вторинні порушення – спричинені наслідками невиконання заходів повоєнного відновлення (збільшення вмісту важких металів, підтоплення, засолення, ерозійні та деградаційні процеси, горіння та пожежі, знищення родючого шару) та такі негативні прояви у населення як тривожність, стрес, панічні атаки, погіршення психо-емоційного стану і т.д.

Якщо говорити про міжнародний досвід в аспекті відновленні територій, внаслідок проведення військових дій та конфліктів, то характерним прикладом є США. Усвідомлюючи важливість військових об'єктів у збереженні біорізноманіття, США почали реабілітацію колишніх військових полігонів, щоб вони слугували природними заповідниками. Станом на 2014 рік для 15 із таких територій було розроблено заходи з метою просування та збереження біорізноманіття цих регіонів [1]. У Франції за десятиліття після закінчення війни

було відновлено більшу частину колишньої прифронтової зони: ліси заново висаджені, сільськогосподарські угіддя повернуто в обробіток. [2].

Розглядаючи аспект психо-емоційного відновлення, то за попередніми прогнозами Міністерства охорони здоров'я України, станом на початок червня 2023 року, психологічної допомоги вже потребує 60% населення України. Також у МОЗ прогнозують, що наслідки війни позначатимуться на психічному стані українців щонайменше 7 років.

Реінтеграція до мирного життя учасників воєнних конфліктів – завдання складне і відносно нове для України. Досвід інших держав, таких як США, Ізраїль, говорить нам, що рекреація, мистецтво, естетика, зміна ландшафтів, екотуризм, культурна сфера та креативні індустрії можуть допомогти в адаптації та реабілітації.

Тому, враховуючи міжнародний досвід у післявоєнному відтворенні навколишнього середовища та для покращення психо-емоційного стану військових та цивільних, доцільним є підхід, який дозволить насамперед відновити порушені ландшафти та покращити стан ґрунтів за допомогою заліснення, створення деревно-чагарникових груп відповідного породного складу, що природним шляхом за декілька років дозволить «затягнути відкриті рани» у навколишньому середовищі. Наступний етап благоустрою таких територій – це створення пізнавальних екологічних стежок, присвячених загиблим у війні героям України, що розвиватиме екологічне бачення та акцентуватиме увагу на національно-патріотичному вихованні молодого покоління. А далі вже використовувати переваги зеленого туризму як реабілітації постраждалих у війні на ментальному та фізичному рівні.

Позитивний вплив зеленого туризму на поліпшення умов і якості життя селян, зокрема тимчасово переміщених осіб зі східних та південних областей України, розширить сферу зайнятості населення, особливо жінок, надасть додаткові можливості в заробітку та розвитку власної сфери, пов'язаної з життям у селі: здавання у винайм приміщень для проживання; реалізація власних органічних сільськогосподарських продуктів; приготування їжі для гостей (з власноруч

вирощених продуктів); прокат спортивного та рибальського інвентарю; продаж ремісничих та інших виробів; ознайомлення з місцевими традиціями та культурою; залучення до участі в сільськогосподарських роботах, зокрема, на пасіці, у косовиці; організація розваг (катання на бричці, човні, спостереження за птахами, рибальство тощо).

Така діяльність дозволить відволіктись і змістити акценти від негативних наслідків війни, впливатиме на підвищення рівня життя всіх мешканців, дозволить створювати нові робочі місця та відновлювати економіку.

Зелений туризм створює позитивний вплив на відродження, збереження і розвиток місцевих народних звичаїв, промислів, пам'яток історико-культурної спадщини. Проявляючи зацікавленнями цими надбаннями народної культури, нерідко саме жителі міст, які відпочивають у селі, розкривають місцевим жителям справжню цінність культурних пам'яток і таким чином допомагають їх збереженню.

Суттєву роль відіграє зелений туризм у підвищенні культурно-освітнього рівня населення, а спілкування з гостями розширює світогляд, сприяє обміну інформацією, налагодженню спілкування, викликає позитивні емоції, дає змогу зав'язати нові знайомства, знайти друзів в інших населених пунктах, що є особливо важливим у період вимушеної зміни місця проживання внаслідок військових дій [3]. Така діяльність сприятиме швидкій адаптації вимушено переміщених осіб та інтеграції в україномовне середовище, що особливо важливо для збереження нашої державності та патріотизму.

Висновки. Заліснення порушених військовими діями територій, створення деревно-чагарникових груп відповідного породного складу, облаштування екологічних стежок, присвячених визначним військовим подіям і героям, формування умов для проведення зеленого туризму дозволить, у майбутньому, покращити порушені екосистеми, підвищити національно-патріотичне виховання підростаючого покоління, використовувати зелений туризм для відкриття нових мальовничих сільських місцевостей на заході України, розвитку власної справи

тимчасово переміщених осіб та реабілітації постраждалих у війні на ментальному та фізичному рівні.

Бібліографічний список

1. Coates, P. 2014. From hazard to habitat (or hazardous habitat): the lively and lethal afterlife of Rocky Flats, Colorado. *Prog. Phys. Geogr.* 38(3): 286–300.
2. Stuart Thornton, “Red Zone,” *National Geographic*, May 1, 2014.
3. Сільський зелений туризм в деталях. URL: http://derazhnia-rda.gov.ua/docum/zelenijturizm_v_detaljakh.pdf

ПРИНЦИПИ СТРАТЕГІЇ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬ І СТАЛОГО АГРАРНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

А. В. Кучер, д. е. н., старш. досл., чл.-кор. АЕНУ

ORCID ID: [0000-0001-5219-3404](https://orcid.org/0000-0001-5219-3404)

Національний університет «Львівська політехніка»

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» (м. Харків, Україна)

Л. Ю. Кучер, д. е. н., професор

ORCID ID: [0000-0001-7112-8763](https://orcid.org/0000-0001-7112-8763)

Національний університет «Львівська політехніка»

У попередніх наших дослідженнях започатковано новий напрям щодо економіки мілітарної деградації ґрунтів і земель [1–4]. Зокрема, ми ввели в науковий обіг термін «економіка мілітарної деградації земель», а також тісно пов’язаний із ним термін «економіка післявоєнного відновлення земель» [1–2]. У сукупності це послугувало для започаткування нового напрямку досліджень – економіка мілітарної деградації та післявоєнного відновлення земель і формування його парадигми [1–3]. Розвинуто теоретичні, методологічні та прикладні аспекти оцінювання втрат і збитків ґрунтовим ресурсам. Установлено, що станом на 24 лютого 2023 р. завдані ґрунтам унаслідок повномасштабної агресії РФ збитки становили близько 34,4 млрд дол. США, але це попередня та динамічна оцінка. Бібліометричний аналіз свідчить про недостатню увагу до питання оцінювання впливу війн на якість ґрунтів і земель та визначення шкоди й збитків [4]. Тому ми здійснили першу спробу заповнити прогалину та стимулювати подальшу роботу

над методологією, а також оцінкою справедливої компенсації для забезпечення відновлення пошкоджених війною ґрунтів [3].

Ця робота є логічним продовженням започаткованого напрямку в аспекті обґрунтування принципів стратегії післявоєнного відновлення земель і сталого аграрного природокористування.

Результати аналізу наявних робіт дозволили виділити кілька підходів до формування принципів післявоєнного відновлення природних ресурсів і природокористування. Наприклад, фахівці громадської організації «Екодія» запропонували підхід щодо зеленого відновлення України, під яким розуміють «стале відновлення, яке відбувається з використанням найкращих доступних технологій і практик» на основі таких основних принципів для зеленої післявоєнної відбудови, які б забезпечили сталий розвиток економіки та громад: сталі та системні рішення; прозорість, участь громад і громадськості в ухваленні рішень; використання найкращих доступних технологій і практик; стійкий і сталий розвиток міст і регіонів; декарбонізація та децентралізація енергетики; розвиток стійких і децентралізованих агропродовольчих систем; забезпечення збереження екосистем і природного багатства України [5].

Інша група авторів, які представляють громадські екологічні організації (МБО ІЩ «Зелене досьє», Національний екологічний центр України та МБО «Екологія-Право-Людина»), запропонували сім загальних принципів зеленого відновлення (під яким вони розуміють «системну розбудову нової моделі інфраструктури та економіки країни, що базується на принципах сталості та мінімізує наявні й майбутні ризики, з наскрізним урахуванням екологічного та кліматичного складників»): наскрізність природоохоронної та кліматичної політики по всіх секторах; відновлення як інструмент забезпечення базових потреб українців і сприяння сталому розвитку України; розвиток зеленої економіки; дотримання світових екологічних стандартів на всіх рівнях; дотримання європейських екологічних інструментів планування; забезпечення ролі місцевого самоврядування й умов прозорості та залучення громадськості та громад до прийняття рішень; ефективне функціонування та використання

цільових/донорських фондів для післявоєнного відновлення і розбудови зеленої економіки [6, с. 17–18].

Погоджуючись із тим, що метою післявоєнного відновлення природи України має бути «не повернення довоєнного стану екосистем, а побудова абсолютно нової системи управління природними ресурсами, за якої цінність і цілісність довкілля матиме таке ж значення, як і цінність та цілісність суспільства» наведемо ще один підхід до формулювання принципів післявоєнного відновлення природи України: зміна парадигми мислення; «зелене» відновлення; інновації; науково обґрунтоване відновлення екосистем; відкриті екологічні дані; інтеграція у світові «зелені» програми [7].

Надалі плануємо систематизувати ці принципи й здійснити експертну оцінку їхньої значущості для післявоєнного відновлення земель.

Бібліографічний список

1. Кучер А. В. Економіка мілітарної деградації ґрунтів: виклики та перспективи на шляху до сталого землекористування. *Формування сталого землекористування: проблеми та перспективи*: матер. IV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 16–17 листопада 2023 р.). Київ : Інститут землекористування НААН, 2023. С. 31–34.

2. Кучер А., Кучер Л. Економіка мілітарної деградації та післявоєнного відновлення земель: виклики та перспективи. *Глобалізація та розвиток інноваційних систем: тенденції, виклики, перспективи*: матер. II міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 14–15 березня 2024 р.). Харків : ДБТУ, 2024. С. 533–535.

3. Kucher A., Kucher L. War loss and damage to soil resources: towards sustainable land management. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. Vol. 81. Is. 1. Pp. 18–29. URL: <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2296769>

4. Kucher A., Kucher L. Impact of war on soils: a bibliometric landscape. *Proceedings of XVII International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”* (с. Kyiv, 7–10 November 2023). Kyiv: EarthDoc, 2023. URL: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520212>

5. Принципи зеленої післявоєнної відбудови України Екодії. URL: <https://ecoaction.org.ua/zelena-vidbudova-ua.html>

6. Повоєнне відновлення України: відбудова заради кращого майбутнього. Київ, 2022. 40 с. URL: <https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2023/01/post-war-reconstruction-UA3001.pdf>

7. Принципи повоєнного відновлення природи України. URL: <https://www.savedniopro.org/povoyenne-vidnovlennya>

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ГРУНТИ УКРАЇНИ ТА ЗАХОДИ З ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ

А. І. Дидів, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-4436-9008](https://orcid.org/0000-0002-4436-9008)

Т. М. Дацко, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-2957-1822](https://orcid.org/0000-0002-2957-1822)

Н. В. Качмар, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0003-4471-5895](https://orcid.org/0000-0003-4471-5895)

М. Я. Іванків, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-4911-2877](https://orcid.org/0000-0002-4911-2877)

Львівський національний університет природокористування

Воєнна агресія росії проти України призвела до жахливих наслідків не лише для людей, а й для довкілля. Забруднення повітря, води та ґрунту становить серйозну загрозу і потребуватимуть довгих років відновлення [7].

Бойові дії спричинили викид у довкілля значної кількості шкідливих речовин. Вибухи, пожежі та руйнування будівель призвели до вивільнення важких металів, токсичних газів та твердих частинок. Ці забруднювачі завдають шкоди не лише екосистемам, а й спричиняють серйозні проблеми для здоров'ям людей. Найбільш серйозні руйнування екосистем, тим не менш, спостерігаються саме вздовж лінії фронту. Тут воєнні дії ведуться з найбільшою інтенсивністю, що призводить до прямого руйнування природних екосистем, загибелі тварин та рослин, а також до значного забруднення навколишнього середовища [1].

Важливо зазначити, що наслідки війни для довкілля матимуть довгостроковий характер. На відновлення пошкоджених екосистем та очищення забруднених територій знадобляться роки, а то й десятиліття. Для мінімізації шкоди довкіллю та прискорення його відновлення необхідні значні зусилля та міжнародна співпраця. Це

охоплює моніторинг екологічної ситуації, фінансування заходів з очищення, відновлення пошкоджених екосистем та запобігання подальшим руйнуванням [7].

В Україні понад 5 млн гектар сільськогосподарської землі непридатні до використання внаслідок воєнних дій. Це становить близько 10% всієї орної землі в Україні. Йдеться про заміновані території, забруднені вибухонебезпечними залишками або ж на яких тривають бойові дії.

Через замінування близько 30% території України та наявність у землях сільськогосподарського призначення небезпечних боєприпасів неможливо проводити повноцінну сівбу. Зокрема, у 2023 році озимих культур було засіяно всього на площі 4,5 млн га, однак 2022 році ці культури висівали на 7,7 млн га [3].

На думку експертів в умовах війни доцільно розрізняють чотири типи руйнування ґрунтового покриву України:

✓ *Механічне* – зміна структури ґрунтового покриву. Вона відбувається, коли родючий горизонт руйнується або змішується з іншими шарами через риття окопів та траншей. Після таких змін ґрунт втрачає свої родючі властивості, гірше утримує вологу та стає менш придатним для вирощування агрокультур. До механічного забруднення також призводить рух військової техніки – ґрунт ущільнюється та стає більш посушливим.

✓ *Фізичне забруднення* – зміна властивостей ґрунтів. Військова техніка спричиняє вібрації, а вибухи чи пожежі, крім прямих руйнувань, порушують температурний режим, який визначає вологозабезпеченість рослин.

✓ *Хімічне* – відбувається внаслідок витоку палива, токсичних речовин від вибухів снарядів, продуктів горіння, що осідають на ґрунт з повітря. У результаті цього в докільця потрапляє цілий «букет» різноманітних хімічних сполук. Від практично безпечних, таких як CO₂, до таких як тротил, який токсичний для людей та ґрунтових організмів. Уся ця «хімічна зброя» у високих концентраціях разом із високою температурою і тиском від вибуху здатна вмертвити ґрунт.

✓ *Біологічне* – загибель усього живого в ґрунті, насамперед мікробіоти, яка відповідає за його здоров'я та родючість. Вона гине як від переущільнення ґрунту, теплових ударів, руйнування родючих верхніх горизонтів ґрунту, так і від

вибухонебезпечних токсичних речовин [4].

Війна залишає по собі жахливі шрами. Родючі землі та населені пункти перетворилися на "випалену землю" в буквальному сенсі цього слова через жорстокі обстріли та застосування фосфорних бомб. Це сумна реальність сьогодення в зонах бойових дій. Вирви від снарядів, руїни міст і сіл, знищені ліси, зруйнований ґрунтовий покрив від вирв,, а також переміщений під час будівництва окопів, бліндажів та інших фортифікаційних споруд, сліди гусениць важкої техніки – все це створює моторошні "белігеративні ландшафти" (від латинського "*belligero*" – вести війну). Усі типи воєннотехногенного навантаження спричиняють потужне забруднення повітря, води, знищення рослинного і тваринного світу та руйнування ґрунтового покриву.

Для всіх видів боєприпасів, які застосовуються на війні (фугасні, осколково-фугасні, бронебійні, кумулятивні снаряди та міни тощо), характерним є утворення ударної хвилі та продуктів вибуху, які розповсюджуються в середовищі. Відбувається деформація ґрунту в усіх напрямках ударної хвилі. В результаті горіння, вибуху та детонації боєприпасів утворюються різноманітні похідні продукти, більшість з яких є токсичними та небезпечними забруднювачами. Переважна більшість таких продуктів – це важкі метали та їх сполуки.

Таким чином, основним джерелом забруднення при проведенні вогневих стрільб є продукти вибуху, що являють собою дрібнодисперсні часточки та іони важких металів, які проникають у ґрунт разом із водою, та уламки боєприпасів. Характер розповсюдження та вплив боєприпасів на довкілля залежить від швидкості вибухового перетворення та маси речовини снаряду [2].

У ґрунті відбувається первинне накопичення забруднювачів із подальшим перерозподілом як у самому ґрунті, так і переходом у інші середовища – поверхневі і підземні води, рослинність, рух по трофічному ланцюгу ґрунт-рослина-людина. Прогнозування міграції забруднювачів у такій системі, як ґрунт є складним через необхідність врахування багатьох змінних у часі і просторі, фізичних і хімічних параметрів ґрунту та умов навколишнього середовища, а також форми знаходження власне забруднювачів. Рухливість забруднювальних речовин у ґрунтового середовищі та транслокація їх у рослини залежить від фізико-хімічних властивостей

ґрунтів (гранулометричного та мінералогічного складу ґрунту, вмісту гумусу, ємності катіонного обміну, окисно-відновних та кислотно-лужних умов). Прогнозування інтенсивності міграції забруднювачів визначається також ландшафтно-геохімічними бар'єрами [5; 8].

Серед проявів деградації ґрунту внаслідок війни можна віднести втрату гумусу та поживних речовин ґрунту, водну та повітряну ерозію, замулювання та кіркоутворення, переущільнення ґрунту, забруднення нафтопродуктами, пестицидами, радіонуклідами, важкими металами, підкислення, заболочування та найголовніше – втрата біорозмаїття. Через війну ґрунтова екосистема страждає найбільше. Чим триваліша буде війна, тим більше шкоди буде завдано.

Для земель, які зазнали воєнного впливу, крім традиційних рекомендацій з підвищення родючості ґрунтів, варто розглянути додаткові кроки, пов'язані, наприклад, з біоремедіацією, яка скерована на зменшення кількості важких металів, відновленням мікробіоти, боротьбою з ущільненням ґрунту та нафтовим забрудненням. Проте бездумне використання забруднених земель є ризикованим та невиправданим. З метою пришвидшення відновлення родючого горизонту ґрунту та зупинки його деградації зазвичай застосовують два підходи: практики рекультивації та консервації. Вибір технології залежить від характеру та ступеня забруднення, цільового призначення ділянки, ефективності та економічної доцільності проведених прийомів.

Для ґрунтів, пошкоджених війною на 75% і більше, експерти рекомендують консервацію. Це означає часткове або повне виведення таких земель з активного використання на певний час. Одним із прикладів консервації є повернення сільськогосподарських угідь до природного стану степу.

Здійснення рекультивації охоплює комплекс організаційних, технічних і біотехнологічних заходів направлених на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності порушених земель використовуючи фітосанацію, фітоекстракцію, прибирання території, агротехнічну меліорацію [4].

Очищення ґрунту від забруднювачів внаслідок воєнних дій потребує ретельного підходу, який враховує низку ключових факторів. Це комплексне завдання, що потребує вибору оптимальної технології з урахуванням її здатності

вирішувати основні завдання, економічної доцільності, екологічності, практичності та соціальної прийнятності.

Сучасні методи очищення та рекультивації ґрунту внаслідок воєнних дій включають фізичну, хімічну та біологічну ремедіацію (очищення) (рис. 1).

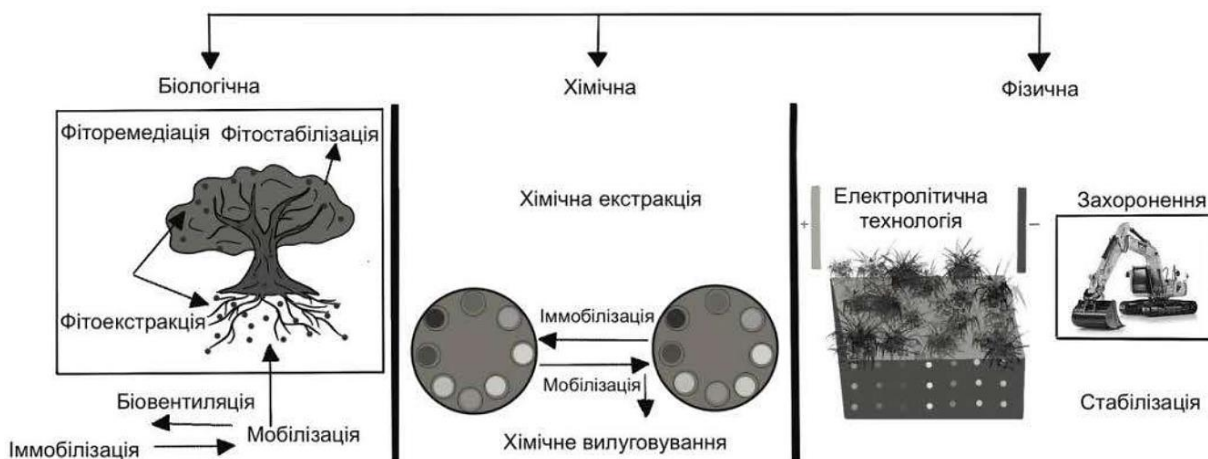


Рис. 1. Методи обробки та рекультивації забрудненого ґрунту [8]

Тому сьогодні необхідно проводити заходи з відновлення ґрунтів на деокупованих територіях. Насамперед важливо розмінувати такі території для безпечної роботи, а тоді залежно від ступеня руйнації приймати виважені та науково-обґрунтовані рішення з їх реабілітації чи консервації, для того щоб запобігти у майбутньому деградаційним процесам (ерозії, підтоплення, опустелювання, засолення, підкислення, утворення зсувів), а також посилення хімічного забруднення, як наслідок втрати біогенності ґрунтів та їх родючості.

Ґрунти є основою для збереження біорозмаїття, розвитку сільського господарства, тому під час відбудови слід приділяти увагу збереженню ґрунтового покриву, недопущенню використання особливо цінних земель з погляду якості ґрунтів для будівництва. Під час прийняття рішень щодо подальшої забудови слід враховувати дані щодо якості ґрунтів, наявні до російського вторгнення, та аналіз якості ґрунтів після вторгнення на предмет забруднення в результаті бомбардувань, розливу паливо-мастильних матеріалів, ведення бойових дій на них, для прийняття рішення щодо можливості подальшого використання цих земель у сільському господарстві. Наявні дані аналізів ґрунтів з вирв, утворених обстрілами на сході

України, свідчать про присутність забруднення ґрунтів навіть через декілька років [6].

Внаслідок агресивної війни росії проти України значні території нашої держави трансформувалися в белігеративні ландшафти. Ґрунтовний покрив у місцях воєнних дій зазнав значних руйнацій та докорінних змін. За таких обставин актуальним питанням сьогодні є проведення спеціальних заходів з відновлення екологічних функцій ґрунтів на деокупованих територіях.

Бібліографічний список

1. Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua>
2. Голубцов О., Сорокіна Л., Сплодитель А., Чумаченко С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу. Київ : ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія». 2023. 32 с. URL: <https://cutt.ly/MwcpyZjn>
3. Як війна впливає на родючість ґрунтів та якість їжі? ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія». URL: <https://cutt.ly/MwcppK6g>
4. Врятувати українську землю. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/05/11/700021/>
5. Пекло на землі. Як росіяни вбивають українські чорноземи. *Українська правда*. URL: <https://www.pravda.com.ua/articles/2023/08/13/7415256/>
6. Solokha M., Pereira P., Symochko L., Vynokurova N., Demyanyuk O., Sementsova K., Inacio M., Barcelo D. Russian-Ukrainian war impacts on the environment. Evidence from the field on soil properties and remote sensing. *Science of The Total Environment*. Vol. 902, 2023. 166122. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122>
7. Deepak Rawtani, Gunjan Gupta, Nitasha Khatri, Piyush K. Rao, Chaudhery Mustansar Hussain. Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of The Total Environment*. Vol. 850, 2022. 157932. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932>
8. Голубцов О., Сорокіна Л., Сплодитель А., Чумаченко С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу. Київ: ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с.

УПРАВЛІННЯ МІКОРИЗНИМИ АСОЦІАЦІЯМИ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЕКОСИСТЕМ

В. П. Оліферчук, д. б. н.,

ORCID ID: [0000-0003-2800-2254](https://orcid.org/0000-0003-2800-2254)

Інститут екологічної економіки НЛТУ України

Н. З. Кендзьора, к. с.-г. н.,

ORCID ID: [0000-0002-0603-7811](https://orcid.org/0000-0002-0603-7811)

директор Ботанічного саду загальнодержавного значення НЛТУ України

Мікоризні симбіотичні асоціації, що утворюються між корінням рослин і певними групами ґрунтових грибів та бактеріями, відповідають за низку ключових процесів у розвитку екосистем, а саме: забезпечення життя на Землі, забезпечення взаємодії геологічного та біологічного кругообігу речовин, регулювання складу атмосфери та біосфери, регуляцію інтенсивності біосферних процесів, утворення гумусу та захисну роль щодо літосфери [3; 8]. Ключова роль у взаємодії мікориз рослин і ґрунтового середовища полягає в переміщенні органічного вуглецю та поживних речовин між літосферою та біосферою [4; 5]. Ця взаємодія лежить в основі середовищ існування та екосистем, які ми можемо спостерігати сьогодні. Мікоризні асоціації у вигляді величезних підземних мереж міцелію присутні у ґрунтовому середовищі. За їх участю відбувається зв'язування частинок ґрунту в агрегати, формування та підтримання пор у ґрунті, які утворюють критичні мікросередовища існування та резервуари підземних вод і повітря. Той факт, що гіфи грибів мікоризоутворювачів утворюють мережу, яка з'єднує окремі рослини, вимагає від нас по-іншому думати про те, як функціонують екосистеми. Існують методи, завдяки яким у межах керованих екосистем можна регулювати ці мережі і, таким чином, впливати на функції екосистеми [6].

Сучасний етап досліджень мікробно-рослинних систем дозволяє дати їм характеристику з погляду метагеноміки, сигналінгу між партнерами в угрупованнях, вивчення ролі окремих видів та їх метаболітів у системі «бактерія – гриб – рослина», дослідженні міжпопуляційних взаємодій в мікробному угрупованні ризосфери рослин [7].

Використання мікоризних грибів у ґрунтах керованих екосистем має великий потенціал, покращуючи доступ рослин-господарів до поживних речовин і води в ґрунті, а також стимулюючи імунні реакції рослин-господарів до шкідників і хвороб. Гриби, що утворюють мікоризу, відіграють важливу роль у збереженні, рекультивації забруднених земель і в покращенні функціональності екосистеми [6]. Наші знання базуються на тривалому вивченні функціонування мікориз у некерованих клімаксічних екосистем, що дає змогу застосувати їх і підвищити функціональність культурних та різного роду керованих екосистем (рис. 1). Водночас роль мікоризних грибів у засвоєнні рослинами поживних речовин достатньо добре задокументована в некерованих екосистемах, їхня роль у культурних і керованих екосистемах потребує детального вивчення.



Рис. 1. Роль мікоризних технологій у створенні та відновленні керованих і культурних екосистем

Ми встановили можливість регуляції родючістю ґрунту через вплив на систему «бактерія – гриб – рослина» внаслідок стимуляції мікоризоутворення через введення в ризосферу рослини виду ендوفіту *Vitasergia svidasoma* Oliferchuk на різного типу деастрованих ґрунтах [2]. Свою багаторічну практику в межах керованих сільськогосподарських екосистем ми трансформували на урбоекосистеми та екосистеми, які постраждали від російської агресії. Доведено, що за впливу антропогенних чинників в екосистемі ключову роль відіграють «Keyston-види», які є активними в підтримці стабільності популяцій мікроорганізмів [9]. На основі цього факту ми створили концепцію ефективного управління такими екосистемами, яка характеризується застосуванням ендوفітів V-стратегів для відновлення та створення мікоризної сітки в екосистемі ґрунту, яка сприяє стимуляції сигнальних систем між рослиною, грибом та бактеріями, забезпечує вищу стійкість рослин до природних та техногенних стресів і підвищує їхню продуктивність [9]. Один із представників ендوفітів V-стратегів *Vitasergia svidasoma* Oliferchuk PRJNA807518 впливає на метагеном ґрунту ризосфери рослин і призводить до збільшення у метагеномі представників мікоризоутворюючих грибів роду *Ascomycota* з 41,01% до 93,17%, що сприяє активним процесам стимуляції мікоризоутворення у системі «бактерія – гриб – рослина». Гриби-ендوفіти, які характеризуються здатністю відновлювати та стимулювати мікоризний симбіоз у системі «бактерія – гриб – рослина», виконують функцію забезпечення гетеротрофного живлення рослин.

Але, збільшення біорізноманіття у ризосфері рослин може бути ефективним лише у разі розвитку симбіотрофних мікроорганізмів та їх асоціацій. За екологічним законом Коммонера, це дає змогу створювати біотехнології, які будуть стимулювати лише симбіотрофні асоціації у керованих та культурних екосистемах, а внесення бактеріальних та грибних препаратів базуватимуться на науково обґрунтованих принципах підбору видів – стимуляторів мікоризоутворення [1].

Бібліографічний список

1. Оліферчук В. П. Регуляція мікобіому ґрунтів антропогенно трансформованих екосистем : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія». 2023. 48 с.
2. Оліферчук В. П., Федорович Д.В., Самборський М.В., Самарська М.І. Вплив на метагеном ґрунту нового для науки виду ендofіта *Vitasergia svidsoma Oliferchuk VS 1223 (IMB F-100106)*, виділеного з чорного трюфеля. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер.: Агронія, Біологія*. 2023. № 1. С. 79–88. URL: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.10>
3. Allen M. F., Swenson W., Querejeta J.I., Egerton-Warburton L.M., Treseder K.K. Ecology of mycorrhizae: A conceptual framework for complex interactions among plants and fungi. *Annual Review of Phytopathology*. 2003. № 41. 271–303.
4. Antoninka A., Reich P.B., Johnson N.C. Seven years of carbon dioxide enrichment, nitrogen fertilization and plant diversity influence arbuscular mycorrhizal fungi in a grassland ecosystem. *New Phytologist*. 2011. № 192. 200–214.
5. Avolio M., Muller T., Mpangara A., Fitz M., Becker B., Pauck A., Kirsch A., Wipf D. Regulation of genes involved in nitrogen utilization on different C/N ratios and nitrogen sources in the model ectomycorrhizal fungus *Hebeloma cylindrosporum*. *Mycorrhiza*. 2012. № 22. 515–524.
6. Field K.J., Daniell T., Johnson D., Helgason, T. Mycorrhizal mediation of sustainable development goals. *Plants, People, Planet*. 2021. № 3(5). 430–432. URL: <https://doi.org/10.1002/ppp3.10223>
7. Hajiboland R., Joudmand A., Aliasgharzad N., Tolrá R., Poschenrieder C. Arbuscular mycorrhizal fungi alleviate low temperature stress and increase freezing resistance as a substitute for acclimation treatment in barley. *Crop Past. Sci*. 2019. № 70. P. 218–233.
8. Heng G., Hyde K.D., Jianchu X., Valentine A.J., Mortimer P.E. Mycosphere Essays 4. Mycorrhizal-associated nutrient dynamics in key ecosystems and their response to a changing environment. *Mycosphere*. 2016. № 7(2). 190–203. URL: <https://doi.org/10.5943/mycosphere/7/2/8>

9. Oliferchuk V., Kendzora N., Shukel I., Samarska M., Olejniuk-Puchniak O. The role of V-strategist endophytes in stimulating the formation of mycorrhizal interactions and soil regeneration, BOOK TITLE: *Symbiosis in Nature*: 269–2023. URL: <https://doi.org/10.5772/intechopen.109912>

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ГУМАТІВ

Н. М. Джура, к. б. н., доцент,
ORCID ID: [0000-0001-9170-6014](https://orcid.org/0000-0001-9170-6014)

І. Ю. Борецька, аспірантка
ORCID ID: [0000-0002-6140-3191](https://orcid.org/0000-0002-6140-3191)

Львівський національний університет імені Івана Франка

Теперішня війна в Україні призводить не лише до непоправних людських втрат, а й до катастрофічних екологічних наслідків. За масштабами – це військово-техногенна екологічна катастрофа: у довкілля потрапляють тонни токсичних речовин, що отруюють воду, ґрунт і повітря. Хімічний слід, так як і руйнування, спричинені обстрілами, розтягнуть наслідки війни на десятиліття.

Військові дії мають потужний вплив на ґрунтові ресурси, без яких неможливий розвиток сільського господарства. Основними небезпечними речовинами, що забруднюють ґрунти, є сірка та сірчані сполуки, аміак, фосфор, вугільний пил, сірчана кислота і сульфатні сполуки, формальдегіди, свинець, ртуть, ванадій, кадмій та інші важкі метали, а також хімічні відходи різних підприємств, серед яких є високотоксичні (наприклад, мононітрохлорбензол).

Відновлення деградованих земель є складним, а в деяких випадках неможливим завданням, оскільки втрата їх природної родючості тісно пов'язана з порушенням ряду процесів і явищ, що відбуваються за участю рослин та інших ґрунтових організмів. Вирощування енергетичних культур на забруднених та деградованих ґрунтах – перспективний варіант уникнення використання орних земель сільськогосподарського призначення для таких цілей, зменшення конкуренції між продовольчим та біоенергетичним землекористуванням. Низка

країн систематично працює над пошуком нових потенційних енергетичних культур для виробництва, як рідкого, так і твердого біопалива, а також розглядають їх фіторемедіаційні можливості на забруднених землях [3; 6; 8]. Проте, наукових досліджень про ремедіаційну здатність енергетичних культур сьогодні бракує. Не повною мірою вивчено й особливості використання енергетичних культур для фіторемедіації забруднених земель на фоні різних забруднювачів.

Вагомим аргументом для розвитку зеленої енергетики є те, що енергетичні культури здатні рости на малородючих ґрунтах і нагромаджувати за таких умов велику кількість біомаси. Коренева система за довготривалого вирощування культури на одному місці, збагачує вміст органічної речовини в ґрунті, тим самим підвищуючи його родючість. Найбільш поширеними енергетичними культурами є: *Camelina sativa* L., *Melilotus officinalis* L., *Brassica napus* L., *Switchgrass – Panicum virgatum* L., *Miscanthus giganteus* L., *Salix* L., *Populus* L. та ін. Енергетичні культури здатні формувати високий урожай у різних ґрунтово-кліматичних зонах України, вони мають найвищу здатність поглинати важкі метали і частково акумулюють їх у своїх підземній та надземній частинах, тому їх можна використовувати для фіторемедіації. Після завершення вегетації надземна вегетативна маса рослин може підлягати відповідній переробці, є додатковим джерелом кольорових металів, а також – біопаливом [1; 3; 6; 8].

Одним із наукових напрямів кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка є фіторемедіація техногенно забруднених ґрунтів з використанням енергетичних культур та можливі шляхи підвищення стресостійкості рослин у техногенно змінених умовах.

На українському ринку з'явилися препарати на основі гумінових і фульвових кислот з низьким вмістом домішок та високим ступенем біологічної активності. Ці препарати мають попит в усьому світі як антистресанти і стимулятори росту, вони забезпечують тривалу мобілізацію у ґрунті основаних елементів мінерального живлення (N, P, K) і покращують водний режим ґрунту [9]. Відомо, що гумінові препарати, зокрема, гуміфілд форте і фульвітал плюс є поліфункціональними з біозахисними властивостями, що забезпечують активний

ріст і розвиток рослин, формування високого і якісного врожаю, підвищують стресостійкість до несприятливих умов довкілля [2; 4; 9]. Науково доцільним є вивчення ефективності застосування цих препаратів у фітореMediaційних технологіях.

З огляду на актуальність проблеми, ми вперше досліджували вплив нафтового забруднення ґрунту і гуматів на ріст злакових культур з метою подальшого прогнозування ефективності їх застосування для відновлення нафтозабруднених територій шляхом розширення видового різноманіття насінним способом [7], а також вивчаємо ефективність використання гуматів для вирощування енергетичних культур на техногенно забруднених ґрунтах [1; 5].

Розроблення нових способів ефективної ремедіації техногенно забруднених ґрунтів вимагає вирішення питань методичного, технологічного і правового змісту та потребує розроблення і проведення комплексу фізико-хімічних і біологічних заходів, спрямованих на зниження інтенсивності процесів деградації таких ґрунтів. Вирощування енергетичних культур як фітореMediaнтів на забруднених і деградованих ґрунтах вважаємо перспективним напрямом, що дозволить не лише знизити рівень деградації, а й підвищити агрономічну цінність цих ґрунтів. Висока продуктивність біомаси енергетичних культур може перетворити технологію фітореMediaції у прибуткову галузь для біоенергетичної промисловості.

Бібліографічний список

1. Борецька І. Ю., Джура Н. М., Романюк О. І. ФітореMediaція техногенно забруднених ґрунтів з використанням енергетичних культур. *Екологічні науки*, 2021. №6 (39). С. 72 – 76.
2. Горова А. І., Павличенко А. В., Височин Л. В. Використання гумінових речовин для відновлення ґрунтів у гірничодобувних регіонах. *Відновлення біотичного потенціалу агроecosystem: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф.* (9 жовт. 2015 р., Дніпропетровськ) / за ред. Чорної В. І. Дніпропетровськ : Арбуз, 2015. С. 50 – 51.

3. Кулик М. І., Галицька М. А., Самойлік М. С., Жорник І. І. Фіторемедіаційні аспекти використання енергетичних культур в умовах України. *Agrology*, 2019. Vol. 2. Issue 1. С. 65 – 73.
4. Медков А. та ін. Вплив регуляторів росту рослин на адаптивні властивості Міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus*) для виробництва біомаси на ґрунтах, забруднених важкими металами. *Біологічні студії*. 2017. Том. 11. № 3–4. С. 100–101.
5. Подан І. І., Джура Н.М. Вплив нафтового забруднення і гуматів на ріст рослин міскантусу. *Екологічні науки*. 2019. № 2(25). С. 182 – 186.
6. Стефановська Т. Р., Підліснюк В. В., Білий О. В., Квак В. М., Цвігун Г. В., Шаповал П. Й. Агрономічні аспекти вирощування міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus*) як сировини для виробництва твердого біопалива на забруднених внаслідок військової діяльності ґрунтах. *Біологічні студії*. 2017. Том. 11. № 3–4. С. 99–100.
7. Dzhura N., Boretska I., Podan I. Impact of oil pollution and humates on the growth of Poaceae. *Journal Environmental problems*. 2022. Vol. 7, Num. 2. pp. 62 – 70.
8. Gomes, H. (2012). Phytoremediation for bioenergy: challenges and opportunities. *Environmental Technology Reviews*, 1, 1–8. doi: [10.1080/09593330.2012.696715](https://doi.org/10.1080/09593330.2012.696715)
9. Агротехносоюз і Humintech GmbH. URL: www.agrotechnosouz.com.ua.

ДО ПИТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ СТЕПОВОЇ РОСЛИННОСТІ

В. В. Шаповал, к. б. н.

ORCID ID: [0000-0003-0443-663X](https://orcid.org/0000-0003-0443-663X),

Біосферний заповідник "Асканія-Нова" імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН

Питання відновлення степової рослинності набуло виняткової ваги та актуальності через значний руйнівний вплив збройної агресії російської федерації, істотні пошкодження ґрунтового та рослинного покриву на степових ділянках тимчасово окупованих та деокупованих територій, у тому числі об'єктів природно-

заповідного фонду України. За розрахунками Української природоохоронної групи, у зоні бойових дій та під окупацією перебувають понад 1,6 млн. га цілинних степів, що складає близько 60% степів в Україні загалом. Найбільшої шкоди цим біотопам завдано будівництвом та утриманням інженерно-технічних і фортифікаційних споруд, пересуванням військової техніки, вирвами від вибухів, хімічним забрудненням, засміченням відходами, випалюванням, замінуванням тощо. При цьому, наступний етап розмінування цілини механічним способом (із залученням спеціальних машин) тягне за собою вимушене порушення ґрунтового покриву та природної рослинності. Відтак, необхідно передбачати масштабні заходи з рекультивації земель, порушених внаслідок бойових дій, зокрема й відновлення природної рослинності степу.

Подані матеріали мають на меті оцінити придатність наявних методик відновлення степової рослинності та перспективи їх практичного впровадження. Насамперед, необхідно згадати про відомий метод агростепу, який розробив Д.С. Дзибов [1]. Це простий та доступний спосіб екологічної реставрації степових біомів. Фактично, агростеп є відновленим людиною аналогом зональної трав'янистої рослинності ксероморфного типу. Методика універсальна і може бути використана під час відтворення споріднених типів рослинності. Метод агростепу складається з окремих технологічних операцій та має етапність реалізації: підготовка ґрунту за допомогою оранки або дискування, вибір дикорослого насінника-донора, збирання складної посівної суміші насіння, власне посів та наступний догляд за агростепом, включно з традиційними формами невиснажливого природокористування. Таким чином, закладка агростепу передбачає необхідність орного обробітку та утримання ґрунту методом чорного пару, що допустимо у разі ренатуралізації колишніх сільгоспугідь, натомість є неприйнятним за відновлення ділянок, де у складі рослинності збереглися / відновились корінні дернинні едифікатори. Проте, зарослі перелоги подекуди покинуті у стані "зябу", без наступного поверхневого обробітку ґрунту – культивування, боронування, тому в їх мікрорельєфі присутні борозни та гребні колишньої ріллі, що стримують та істотно перешкоджають процесам заростання

природною рослинністю. Отже, у цій ситуації необхідно забезпечити максимальне вирівнювання поверхні ґрунту без його обертання, за мінімального пошкодження дернин або куртин зростаючих багаторічних рослин.

Метод пересадки дерну, відпрацьований Ю.О. Дударем [2], є досить трудомістким, енергозатратним, проблемним у контексті неодмінних порушень території-донора дерну та обмеженості площ відновлюваних ділянок, водночас максимально прискореним у часі та біогеоценотично-комплексним (разом із зачатками рослин у складі дерну переноситься ґрунт, мікориза, бактерії, найпростіші, мезофауна тощо). Здебільшого, подібний метод зацілинення реалізується на малих площах у науково-експериментальних або експозиційних цілях. Сама технологія пересадки дерну передбачає підготовчий етап – забезпечення пухкого, очищеного від насіння бур'янистих рослин ґрунту, попередньо обробленого за типом чорного пару. Власне дернина заготовлюється вручну або за допомогою плуга. Аналогічно посадку можна здійснювати в нарізані плугом борозни з визначеною шириною міжрядь, після чого забезпечується ущільнення ґрунту. Потреба догляду за дернинами знімається приблизно з третього року. Надалі режим утримання задернованої ділянки має забезпечувати оптимальні умови відтворення та поширення степових видів рослин.

Метод автоценореставації – найпростіший і практично беззатратний спосіб відновлення степових фітоценозів. Суть його полягає у спонтанному природному відновленні рослинності по ходу постексараційної, фенісекціальної або пасквальної сукцесій за рахунок інспермації з прилеглої цілини. При цьому, сам процес демутації антропогенно порушеної рослинності є значно тривалим. Загальноприйнятої думки щодо його темпів і стадій до теперішнього часу не вироблено, тому однією з фундаментальних проблем зостається визначення часової межі переходу рослинності перелогів у "вторинно-цілинний" стан, оскільки те, що візуально здається цілком подібним або ідентичним природній цілинній рослинності, при більш детальному і комплексному розгляді демонструє глибокі відмінності. Наші дослідження найстаріших перелогів асканійського степу [3; 4] показують, що окремі параметри і характеристики їх ґрунту та рослинності

зберігають відмінності від цілинних аналогів через століття, хоча фізіономічно рослинність старих перелогів ідентична цілинному степу. Загалом, ситуація невизначена і координується цілим комплексом чинників: тривалістю використання ріллі, близькістю збережених цілинних ділянок, мікрокліматичними параметрами, історією та поточним режимом використання перелогів та ін. Варто зазначити, що незборимим обмеженням методу автоценореставації є суміжність відновлюваної території зі збереженою цілиною. Лише в такому разі може відбутись процес "самозаростання" порушеної ділянки за рахунок інспермації з цілини.

Регіональний метод реставації природної рослинності степу, розроблено в дослідженнях Є.П. Веденькова [5] для півдня України з метою відновлення природного рослинного покриву колишніх орних угідь у відносно короткі терміни, без тривалого вилучення відновлюваної території з господарчого обороту. Методика передбачає 3 етапи:

а) залуження відведеної під переліг ріллі культурними злаково-бобовими травами для накопичення у ґрунті органічної речовини та гумусу, ущільнення орного горизонту, створення у ґрунті рихлої дернини та отримання з території ренатуралізації достатньо високого урожаю високоякісних кормів (етап агроценозу, лучного задернування ґрунту або «м'якого» перелогу);

б) остепнення рослинного покриву шляхом посіву у зріджений травостій агроценозу насіння степових видів-ценозоутворювачів, формування щільної дернини (етап степового задернування ґрунту або "твердого" перелогу);

в) подальша трансформація "твердого" перелогу у вторинну цілину (чи стан, що її імітує) систематичним підсівом та підсадкою діаспор характерних степових рослин, ендемічних, рідкісних, зникаючих та господарчо-цінних трав, а також застосуванням відповідних заходів догляду за травостоєм.

Попереднє залуження ріллі дає змогу цілком виключити проценозну та значною мірою обмежити кореневищно-злакову стадію демутації, замінивши їх агроценозом сінокісного та пасовищного використання. Найбільший господарчий ефект у разі створення культурних сінокосів та пасовищ забезпечує посів

багатокомпонентних травосумішей, що характеризуються високою кормовою цінністю та довготривалою здатністю давати великі врожаї. Водночас, експерименти з закладкою агрофітоценозу та посівом культурних кормових трав "обтяжені" сільськогосподарським контекстом, що дисонує з природоохоронним статусом площ ренатуралізації. По-перше, окремі види з посівної суміші можуть бути чужорідними щодо регіональної флори, але здатними закріпитись у її складі. По-друге, багаторічна практика унаочнює не лише корисні наслідки певної форми залуження, а й небажані побічні ефекти під час наступної демутації рослинності. Зокрема, засівання перелогів асканійського степу люцерною *Medicago sativa* L. [5] аномально збільшило загальну тривалість бур'янистого проценозу. І попри те, що дерниннозлакова стадія настала у строки, визначені спонтанними процесами ценорестаурації, через практично повне випадіння наступної демутаційної стадії кореневищних злаків, закладка подібного агроценозу за ренатуралізації ріллі, що безпосередньо контактує зі збереженою цілиною, досить критична. Інша апробована схема залуження – за допомогою стоколосу безостого *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub – дала змогу уникнути ініціальних фаз демутації за рахунок формування чистих заростей стоколосу – штучного аналога кореневищно-злакової стадії сукцесії. Однак, потужні фітоценотичні позиції домінанта *B. inermis*, зумовлені його віолентною стратегією, едифікаторною роллю, широкою еколого-ценотичною амплітудою, клональним типом біоморфи, до цього часу виключають експансію ксерофітної дернинної компоненти зональної рослинності, гальмуючи хід сингенетичної сукцесії.

Таким чином, найбільш раціональним способом відновлення природної рослинності порушених степових ділянок вбачається рестаурація, а оптимальним донором складної посівної суміші насіння – дикорослий насінник зі збережених прилеглих цілинних площ. При цьому, найбільше значення в його доборі має висока частка щільнодернинних ксероморфних едифікаторів плакорно-зональної рослинності. Безперечно, ідеальним варіантом є багаторазовий збір насіннєвого матеріалу у різні строки вегетаційного сезону на різних площах цілини, з метою залучення до загальної посівної суміші насіння максимальної кількості степових

видів. На жаль, до цього часу не вирішено низку технологічних обмежень щодо заготівлі насіннєвого матеріалу, тому процедура, здебільшого, зводиться до заготівлі всієї надземної маси травостою методом прямого чи однофазного збирання з метою максимального заощадження ресурсів та уникнення втрат насіннєвого матеріалу безпосередньо на площах заготівлі, серед нескошених решток. Насамкінець необхідно відзначити, що відновлення кожного конкретного об'єкта потребуватиме індивідуального підходу, натурної оцінки доцільності та узгодження переліку регуляторних втручань.

Бібліографічний список

1. Шаповал В. В. Записки до моніторингу відновлення рослинності Новоетапського перелогу асканійського степу. *Практичні аспекти збереження біорізноманіття південного степового регіону* : збірник наук. праць наук.-практич. семінару (сmt Асканія-Нова, 26–27 травня 2021 р.). Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. С. 13–22.

2. Dembicz, I., Zachwatowicz, M., Moysiienko, I., Shapoval, V., Smreczak, B., Zagrodniuk, N. et al. (2023) Rapid functional but slow species diversity recovery of steppe vegetation on former arable fields in southern Ukraine. *Applied Vegetation Science*, 26, e12756. Available from: doi.org/10.1111/avsc.12756

3. Веденьков Є. П. Про відновлення природної рослинності на півдні степової України. Асканія-Нова, 1997. 40 с.

Секція 5. УТИЛІЗАЦІЯ, РЕКУПЕРАЦІЯ ТА РЕЦИКЛІНГ ВІДХОДІВ

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ ФІЛЬТРАТІВ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ МЕТОДОМ АЕРОВАНОЇ ЛАГУНИ В УКРАЇНІ

Мирослав Мальований, д. т. н.,
ORCID ID: [0000-0002-3868-1070](https://orcid.org/0000-0002-3868-1070),

Іван Тимчук, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0001-8344-3035](https://orcid.org/0000-0001-8344-3035),

Володимир Жук, к. т. н.,
ORCID ID: [0000-0002-2275-0599](https://orcid.org/0000-0002-2275-0599),

Віра Слюсар,

Національний університет «Львівська політехніка»

Світлана Бундз, ЛКП «Зелене місто»

Станом на 2024 рік ситуація зі збиранням, переробкою та утилізацією відходів загалом, зокрема твердих побутових відходів (ТПВ), залишається в Україні проблемною та такою, що потребує термінового вирішення. У 2019 році в Україні було утворено 441,5 млн. т відходів, що на 20,2% більше порівняно із 2018 р., при цьому 98,7% (435,6 млн. т) склали відходи, що утворились унаслідок економічної діяльності, у т.ч. 390,6 млн. т (88,5% від загальної кількості) – у добувній промисловості та під час розроблення кар'єрів, а також 1,3% (5,9 млн. т) – у домогосподарствах.

Загальна кількість ТПВ, які були зібрані в Україні в 2019 р., становила згідно з офіційними даними 52,9 млн.м³ або близько 10,4 млн. т., що відповідає питомому утворенню ТПВ 140 кг/(люд×рік). При цьому в Україні залишається характерною дуже мала частка перероблення та утилізації ТПВ: у 2019 р. на полігонах і звалищах було захоронено 49,7 млн.м³ або 9,8 млн. т ТПВ, що становить близько 94,2% від кількості зібраних ТПВ.

Одним із найнебезпечніших наслідків від ненормативного захоронення ТПВ для довкілля є забруднення ґрунтів, а також поверхневих і підземних вод фільтраційними стоками (або фільтратами). Виходячи з діапазону наведених вище

площ складування і захоронення ТПВ, за середньої річної висоти шару опадів 500 мм/рік та значень коефіцієнта стоку 0,05–0,1, щороку на полігонах та звалищах ТПВ в Україні утворюється оціночно від 2,2 до 5,0 млн м³ фільтратів. Залежно від ступеня розбавлення атмосферними водами, концентрація основних забруднювальних речовин у фільтратах у 5–50 разів перевищує граничні норми. Внаслідок відсутності на багатьох полігонах і на сміттєзвалищах гідроізоляційних шарів, систем дренажу, збору та очищення фільтратів на таких об'єктах високотоксичні фільтрати потрапляють напряму в ґрунти, поверхневі водойми та підземні води, завдаючи масштабних та часто непрогнозованих і складних для кількісної оцінки збитків для довкілля, у тому числі напряму впливаючи на стан здоров'я мешканців прилеглих територій. Найбільші об'єми фільтратів (порядку 100 тис. м³ і більше) зібрані в ставках-накопичувачах на найбільших в Україні полігонах, зокрема, на Київському полігоні №5 та на Львівському полігоні ТПВ в с. В. Грибовичі Львівської області.

Особливо перспективною для впровадження на полігонах та звалищах ТПВ України є технологія попереднього аеробного очищення фільтратів в аерованих лагунах, успішно апробована у Великій Британії, Норвегії, Швеції та інших країнах. Численними дослідженнями встановлено, що мікробні спільноти, які присутні в спорудах для біологічного очищення стічних вод, добре адаптуються до руйнування складних органічних сполук у потоках різноманітних рідких відходів, у тому числі і фільтратів полігонів та звалищ ТПВ. У системах очищення фільтратів полігонів ТПВ з часом розвивається відповідний аеробний біоценоз, який здатний ефективно окислювати складні органічні з'єднання висококонцентрованих фільтратів. Фінального стадією очищення може бути зворотній осмос, зрошувальні поля, штучні болота, каналізаційні очисні споруди (після додаткового розбавлення фільтратів міськими каналізаційними стоками) або реагентне доочищення .

Ми проводили дослідження в лабораторних умовах особливостей очищення фільтратів Грибовицького полігону ТПВ («старі» фільтрати) та Червоноградського полігону ТПВ («молоді» фільтрати). Визначено динаміку зміни концентрацій основних забруднень та параметри процесу очищення. Встановлено кореляційні

залежності зміни вмісту у фільтраті речовин, що спливають, та завислих речовин, концентрації сумарного азоту, амонійного азоту, рівня рН, БСК_{повн}, БСК₅, ХСК, в процесі його аеробного очищення. В результаті порівняльного аналізу кінетики зміни відносної концентрації азоту амонійного (N) у фільтратах Червоноградського та Грибовицького полігону ТПВ, встановлено, що окиснення іонів амонію є інтенсивнішим у «молодих» фільтратів, до того ж в процесі очищення "молодих" фільтратів, абсолютна кількість окиснених іонів амонію (1427 мг/л → 212 мг/л) значно перевищує цей показник у "старих" фільтратів (899 мг/л → 219 мг/л). У процесі вивчення динамічного режиму біологічного очищення фільтратів Грибовицького полігону ТПВ встановлено, що оптимальна тривалість їх перебування в реакторі становить 10 діб. Від температури проходження процесу біологічного аеробного очищення значною мірою залежить кінетика зміни концентрації у фільтраті амонійного азоту, тому для роботи двостадійної технології очищення фільтратів залежно від температури навколишнього середовища необхідно проводити корегування режимів окремих процесів.

На підставі лабораторних досліджень визначено оптимальні умови реалізації етапів аеробного біохімічного очищення та реагентного очищення двохетапної технології попереднього очищення фільтратів. Виконано систематичні експериментальні дослідження ефективності очищення фільтрату типового полігону ТПВ на етапах біохімічного очищення та реагентного очищення. У натурних умовах верифіковано експериментальні результати щодо оптимальних умов реалізації та ефективності двохетапної технології аеробного біохімічного та реагентного очищення фільтратів за модифікованим методом Фентона у масштабі дослідного зразка очисної установки продуктивністю 0,4 м³/добу. На сьогодні проводяться уточнювальні дослідження технології з метою впровадження її для очищення фільтратів на конкретних полігонах твердих побутових відходів.

УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ В КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО КУРСУ

Н. І. Носова, пров. інженер

ORCID ID: [0009-0008-4830-0009](https://orcid.org/0009-0008-4830-0009)

ДУ «Інститут ринку і економіко-екологічних досліджень Національної академії наук України»

У процесі своєї життєдіяльності, а також для виробництва різних товарів, людство використовує різноманітні природні ресурси, що зрештою призводить до накопичення великої кількості відходів, які потребують утилізації. Наслідком бездумного, а іноді й варварського використання природних ресурсів є негативний вплив на навколишнє середовище, забруднення атмосфери, ґрунтів, водних ресурсів, виснаження енергетичних ресурсів, що призводить до занепаду флори і фауни.

Наприклад, накопичення пластику завдає непоправної шкоди довкіллю і здоров'ю населення. Від 200 до 400 років необхідно для того, щоб поліетиленовий пакет «розчинився» в природі. Він є небезпечним, адже разом із водою і продуктами харчування в організм людини потрапляє мікропластик та компоненти його розпаду, які мають токсичну дію і негативно впливають на імунну й ендокринну системи людини [1].

Щороку кожен українець для побутових потреб використовує майже 500 поліетиленових пакетів. У країнах ЄС цей показник вп'ятеро нижчий. Із 40 тисяч тонн пластику в Україні на переробку йде лише 6%. У країнах Європи рівень утилізації сягає 70%. 83% сміття, яке зафіксували природоохоронці в Чорному морі, складає побутовий пластик. Саме через пластик Чорне море виявилось вдвічі бруднішим за Середземне [1].

У зв'язку із цим у рамках дотримання Європейського зеленого курсу Уряд України прийняв Закон «Про обмеження обігу пластикових пакетів та території України» [2].

Катастрофічний вплив на природу здійснюють несанкціоновані звалища, відповідальність за створення яких в Україні є символічною порівняно із масштабами техногенного навантаження [3, с. 131].

Оскільки процес генерування відходів неможливо зупинити, то єдиним способом у системі їхнього пасивного зберігання є інтенсифікація використання вже наявних полігонів. Це вимушений шлях тимчасового уникнення екологічних катастроф, який у перспективі повинен передбачати методи активної утилізації відходів [3, с. 133].

На сьогодні накопичення відходів набуло найбільш погрозливих масштабів, у результаті чого їх утилізація та переробка набувають першочергового значення. Утилізація відходів – це повна їх ліквідація або обробка, в результаті якої з'являються нові матеріали та сировина, яка надалі використовується у вторинному виробництві [4]. Відповідно до Рамкової директиви про відходи, поводження з відходами означає збирання, переміщення, утилізацію та видалення відходів, включно з наглядом за цими операціями, та відновлення місць видалення відходів. У законодавстві ЄС для позначення цього поняття використовують термін «управління відходами» (waste management), який за своїм змістом відповідає терміну «поводження з відходами», що використовується в українському законодавстві. Євросоюз поступово впроваджує Стратегію зеленого курсу, підтримуючи політику сталого розвитку. Україна підтримує цей напрямок, адаптуючи своє законодавство до вимог Євросоюзу. Зокрема, Закон України «Про управління відходами» [5] визначає, які відходи належать до небезпечних (Розділ IV Закону), а які – до побутових (Розділ V Закону), статтею 35 передбачено пункти роздільного збирання побутових відходів. Також у Розділі IX передбачено відповідальність за порушення законодавства у сфері управління відходами.

Уряд України, навіть у складний воєнний період, дбаючи про дотримання Європейського зеленого курсу, докладає значних зусиль для імплементації законодавства ЄС у вітчизняний законодавчий простір.

Україна готова дотримуватися Європейського зеленого курсу, незважаючи на російську агресію. Життя за стандартами європейської родини – частина майбутньої перемоги нашої країни [6]. Україна має намір рухатися шляхом кліматичної нейтральності та енергоефективності. Задля цього в червні 2021 р.

Україна та ЄС уклали Меморандум про стратегічне партнерство у сировинній галузі.

На практиці все сміття, що потрапляє до контейнерів, поділяється на два види: виробниче і побутове. При цьому до промислових відходів зараховують: різноманітні варіанти відпрацьованих матеріалів, що втратили свої корисні властивості; медичні; будівельні; біологічні (м'ясні обрізки та ін.); радіоактивні відходи. До побутових відходів належать: пластик, картон, папір, скляну та алюмінієву тари, металеві та пластикові вироби, залишки харчових продуктів [4].

Основними етапами утилізації відходів класично вважають: збір і сортування, використовуючи спеціальні контейнери для різних видів сміття, а для вивозу – спеціальні автомобілі; транспортування сміття до призначених полігонів; проведення заходів зі знешкодження небезпечності кожного виду відходів; збереження на полігоні під час очікування переробки, яка має проводитися з максимальною швидкістю; переробка, в результаті якої відходи знищуються, завдаючи мінімально можливу шкоду планеті або переробляються на корисні матеріали, які можна бути використати й надалі.

Обов'язковим етапом утилізації вважається етап отримання ліцензії, яка наголошує, що компанія має необхідний транспорт, обладнання та компетентних співробітників, які ознайомлені з усіма правилами переробки [4]. Існує три основні напрями переробки та утилізації сміття, серед яких:

Рециклінг – повернення різних видів відходів в технологічні процеси (вторинне використання).

Рекуперация – процес отримання корисних компонентів з відходів, які надалі можна використовувати у промисловості (переробка автомобілів, промислової техніки та багатьох видів пластику).

Регенерація – відновлення речовин та матеріалів, після якого вони повертаються у виробничий цикл (утилізують відпрацьовані олії, адже після очищення їх знов можна використати за призначенням).

Також у сфері утилізації поступово набуває обертів енергетична утилізація. Цей процес обумовлений отриманням енергії з переробки твердих побутових відходів.

Сучасні утилізаційні технології мають відповідати таким критеріям, як екологічність, економічність, перспективна забезпеченість потужностей сировиною для утилізації та попит на рециклінгові технології з позицій збуту перероблених компонент із відходів. Переробне підприємство для успішного функціонування першочергово повинно бути не соціальним, а бізнесовим проектом. Це змінює мотивацію менеджменту й націлює стратегію його діяльності на економічні результати, з досягненням яких отримуємо соціальні та екологічні ефекти [3, с. 130-131].

Баланс системи поводження з відходами агрегує всі джерела їхнього утворення та шляхи утилізації і визначає ту частку накопичених й утворених відходів, яка на стихійних звалищах чи в інших місцях несанкціонованого зберігання створює антропогенні ризики і є загрозою для життєдіяльності людей. Баланс також відображає потенційний сировинний ресурс для рециркуляційної економіки, за якою ми вбачаємо майбутнє [3, с. 143].

Сьогодні загострення екологічних проблем дається взнаки в усьому світі. Багато країн вибрали подальший шлях свого розвитку у напрямку дотримання Європейського екологічного зеленого курсу задля збереження навколишнього середовища для нинішнього та майбутніх поколінь. Це питання є вкрай актуальним, оскільки загострюються проблеми ощадливого використання природних ресурсів, зменшення забруднення навколишнього середовища і споживання екологічно безпечних продуктів харчування. ЄС в рамках порядку денного активно працює в напрямку зеленого курсу, розробляючи різноманітні директиви, регламенти, рішення, рекомендації, що регулюють цей процес.

Наближення українського законодавства до норм європейського екологічного права має важливе значення для України не тільки в рамках майбутнього членства в ЄС, а й для стану навколишнього середовища та економіки країни вже зараз, адже процес торгівлі з ЄС повинен відповідати встановленим

вимогам і кліматичним стандартам, що насамперед впливає на якість життя та здоров'я людей.

Бібліографічний список

1. Шкода від пластикових пакетів для довкілля та здоров'я людей і як позбутися пакетної залежності Цент громадського здоров'я МОЗ України. 13.01.2022. URL: <https://www.phc.org.ua/news/shkoda-vid-plastikovikh-paketiv-dlya-dovkillya-ta-zdorovya-lyudey-i-yak-pozbutisya-paketnoi>

2. Про обмеження обігу пластикових пакетів та території України: Закон України № 1489-IX від 01.06.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1489-20#Text>

3. Колодійчук І. А. Формування територіально збалансованих систем управління відходами: регіональний вимір : монографія. Львів : ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долішнього НАН України», 2020. 524 с. URL: <https://koda.gov.ua/wp-content/uploads/2023/11/zvit-seo-prog-2024.pdf>

4. Утилізація відходів: що це таке і навіщо потрібне Clean World URL: <https://cleanworld.in.ua/2023/03/02/ua-waste-disposal/>

5. Про управління відходами: Закон України №2320-IX від 20.06.2022. Редакція від 31.03.2023, підстава – 2849-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>

6. Україна готова дотримуватися Європейського «зеленого» курсу, незважаючи на російську агресію – глава Мінприроди. Interfax-Україна. 02.02.2023. URL: <https://interfax.com.ua/news/greendeal/888682.html>

КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

І. С. Тимчук, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0001-8344-3035](https://orcid.org/0000-0001-8344-3035),

М. С. Мальований, д. т. н.,
ORCID ID: [0000-0002-3868-1070](https://orcid.org/0000-0002-3868-1070),

А. С. Середа, к. т. н.,
ORCID ID: [0000-0003-2694-2939](https://orcid.org/0000-0003-2694-2939),

Національний університет «Львівська політехніка»

У всьому світі загальна кількість органічних відходів зростає і буде збільшуватися в наступні десятиліття, що спонукає до розробки оптимальних методів чистої та ефективної утилізації органічних відходів. Протягом століть компостування демонструвало чудовий метод управління ТПВ. Порівняно з іншими методами, компостування є стійким завдяки переробці та повторному використанню поживних речовин для рослин. Більше того, внесення компосту в землю сприяє підвищенню вмісту вуглецю в ґрунті, що сприяє нейтральності вуглецю. Проте обмеження поточної практики компостування слід удосконалити, зокрема (1) підвищити ефективність компостування та покращити якість компостного продукту, (2) оптимізувати постачання компостного аерування та (3) удосконалення відповідних законодавчих і нормативно-правових актів щодо землекористування продукції. Є кілька аспектів компостування, на яких можна зосередитися в майбутньому: Вивчення та виробництво нових компостних добавок або аераторів; розробка імітаційної моделі для інтелектуального управління; передова розробка системи компостування; розробка політики «зверху донизу» та залучення фермерів «знизу догори».

Компостування органічної частки твердих побутових відходів (ТПВ) – це ефективна, екологічно чиста технологія перетворення органічних відходів у стабільний/зрілий компост. Незважаючи на те, що неприємні запахи викликають неналежне компостування, головним чином через виділення CH_4 , NH_3 , N_2O та летких органічних вуглеводнів, було використано численні підходи з успішними результатами для покращення компостування ТПВ, наприклад, попередня обробка ТПВ у поєднанні з операційними варіаціями, різними типами добавок і

наповнювачів та/або мікробними інокулянтами. Потрібні також подальші дослідження, щоб зрозуміти механізм покращення та обмін добавками з різними мікробними препаратами, щоб покращити процес компостування.

Збільшення ТПВ стало однією з серйозних проблем сучасного світу. З одного боку, перетворення відходів на органічні добрива може вирішити проблему, але з іншого боку, це має кілька позитивних і негативних впливів на навколишнє середовище. Біотрансформація твердих побутових відходів є екологічно чистим і стійким способом поводження з відходами. Раніше процес компостування був не збалансований і далекий від оптимального. В останні роки процес компостування оптимізували додаванням мінеральних добавок (цеоліт, бентоніт, глина та ін.), хімічних речовин (струвіт) і посівів мікроорганізмів (грибів білої гнилі). Ці підходи мають значний вплив на скорочення викидів парникових газів, подовжують термофільний період, сприяють зрілості та збільшують поживність і ступінь гуміфікації кінцевого продукту, що може зменшити ризики для навколишнього середовища та збільшити сільськогосподарську цінність. Ефективна утилізація та розкладання ТПВ дуже важливі для контролю факторів навколишнього середовища. Автоматичне та точне компостування є поточним статусом досліджень. З огляду на склад і характеристики компосту, його вважають стійким органічним добривом ґрунту з кількома перевагами. Зокрема, багата органічна речовина та різноманітні поживні речовини в компості відіграють важливу роль у покращанні біологічних характеристик ґрунту, що може опосередковано покращити структуру ґрунту та збільшити біологічну кількість ґрунту за рахунок підвищення мікробної активності. Компостування може не тільки заощадити енергію та зменшити викиди, а й покращити використання ресурсів.

Зростання обсягу органічних відходів стало глобальною кризою, вимагаючи стійкої та ефективної стратегії для зменшення забруднення, що спричиняє великі обсяги відходів. Біологічні відходи можна переробити в продукти з доданою вартістю шляхом компостування, що суттєво зменшує кількість відходів. На додаток до відомого факту, що компост слугує як добриво та відновлення ґрунту, його можна також використовувати для виробництва енергії. Дослідження

підтверджують, що компост можна результативно використати для вилучення високої енергії в установках з використанням сміття. Однак це нова галузь, і багато досліджень ще не було проведено для критичного аналізу, необхідного для комерціалізації. У майбутньому розвиток обробки залишків продуктів харчування і органічних відходів для виробництва добрив і біоенергії надасть цим відходам вищу цінність і стимулюватиме розробку екологічно чистого, відновлюваного циклу.

Компостування зазвичай займає багато часу, але технологічний прогрес у компостуванні скоротив його тривалість. Компостування все ще є найбільш застосовуваною технікою біологічної стабілізації твердих побутових відходів (органічних), оскільки вважається легшою в експлуатації, ніж анаеробні процеси. Компостування відіграє дедалі важливішу роль як інструмент управління відходами, щоб відволікати більшу кількість матеріалів від захоронення на звалищах. Однак із зростанням кількості компостних установок кількість компостного продукту, доступного на ринку, збільшується. Як наслідок, більше уваги приділяється якості продукції та розвитку ринку. Уряд може сприяти розвитку компостування як варіанту захоронення відходів, створюючи програми та проекти, які включають кредити та гранти для компостних установок. Це забезпечить довгострокову життєздатність компостування, а також створить робочі місця в громадах. Вважають, що перетворення твердих відходів на компост є найкращим способом досягнення цілей управління відходами та органічних добрив для сільського господарства. Нині в Україні ми бачимо успішні приклади реалізації компостувальних станцій, це Компостувальна станція у м. Львів від ЛКП «Зелене місто», яка на сьогодні залишається єдиною масштабною компостувальною станцією в Україні. Проте, показує перспективи розвитку таких станцій для багатьох міст України та розбудови цілої мережі утилізації органічних відходів у недалекому майбутньому.

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РЕЦИКЛІНГУ ОРГАНІЧНИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЖИТЛОВИХ МАСИВІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕНЕРГІЇ

А. М. Тригуба, д. т. н., професор,
ORCID ID: [0000-0001-8014-5661](https://orcid.org/0000-0001-8014-5661);

І. Л. Тригуба, к. с-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-5239-5951](https://orcid.org/0000-0002-5239-5951);

Львівський національний університет природокористування

О. Я. Андрушків, здобувач,
ORCID ID: [0009-0007-1672-7633](https://orcid.org/0009-0007-1672-7633)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Сьогодні більшість країн світу вирішують складну проблему, яка пов'язана з управлінням відходів [1]. З року в рік вона стає щораз більш актуальною у зв'язку зі зростанням обсягів продукування відходів та їх негативного впливу на навколишнє середовище. Особлива увага у країнах ЄС приділяється органічним побутовим відходам. За різними оцінками науковців завдяки використанню органічних побутових відходів для виробництва енергії біогазовими установками можна забезпечити 1...3% енергією окремі регіони [2]. При цьому рециклінг органічних побутових відходів стає ключовим напрямом вирішення екологічних та енергетичних задач регіонів. Для цього слід реалізовувати проекти рециклінгу органічних побутових відходів житлових масивів для виробництва біоенергії [3]. Реалізація таких проектів потребує розробки та використання управлінського інструментарію. Цей інструментарій базується на врахуванні особливостей управління зазначеними проектами.

Управління проектами рециклінгу органічних побутових відходів житлових масивів для виробництва біоенергії має свої особливості, які варто враховувати під час ініціації, планування та реалізації таких проектів. Зазначені особливості подано в табл. 1.

Виконання управлінського процесу аналізу та кількісного оцінення утворення органічних побутових відходів домогосподарствами заданого житлового масиву є одним із базових процесів управління зазначеними проектами, який значною мірою впливає на цінність для зацікавлених сторін [4].

Основні особливості управління проектами рециклінгу органічних побутових відходів житлових масивів для виробництва біоенергії

Процеси управління проектами	Особливості реалізації процесів управління проектами	Інструментарій для управління проектами
Оцінка стану проектного середовища	Аналіз та кількісне оцінення утворення органічних побутових відходів домогосподарствами.	Нейромережеві моделі
Ініціація проектів	Визначення мети та завдань проекту – чітке формулювання цілей проекту, що відповідають наявним обсягам та якості продукування органічних побутових відходів у житловому масиві. Оцінка життєздатності проекту – аналіз ризиків, ресурсів, бюджету та очікуваної рентабельності.	SWOT-аналіз, аналіз стану житлових масивів
Планування проектів	Використання системно-ціннісного підходу, врахування складності технічних процесів, екологічних аспектів та ризиків.	Імітаційні моделі
Узгодження інтересів зацікавлених сторін	Визначення зацікавлених сторін та їх потреб, залучення зацікавлених сторін до процесів планування та прийняття рішень, вирішення конфліктів між різними сторонами, забезпечення взаємодії та співпраці між зацікавленими.	Моделі узгодження інтересів зацікавлених сторін

Цей процес передбачає збір даних про k -і види (T_{owk}) та обсяги (Q_{owk}) продукування органічних побутових відходів, що утворюються в домогосподарствах. При цьому передбачається аналіз динаміки (D_{ow}) утворення органічних побутових відходів протягом року. Різні види k -х органічних побутових відходів мають різні характеристики (Ch_{owk}) та склад (S_{owk}). Тому спочатку слід зібрати інформацію про різні види органічних відходів, які утворюються в домогосподарствах:

$$T_{owk} = \langle Ch_{owk}, S_{owk} \rangle, \quad (1)$$

де Ch_{owk} – характеристики органічних відходів; S_{owk} – склад органічних відходів.

Для точного прогнозу обсягів продукування органічних побутових відходів, необхідно враховувати змінні чинники, які впливають на обсяг їх заготівлі:

$$Q_{owk}^p = f(T_{ri}, T_{bi}, N_{bi}, N_{hi}, S_{ii}, N_{ri}, L_{ri}, q_{dk}), \quad (2)$$

де Q_{owk}^p – прогнозований обсяг утворення k -х видів органічних побутових відходів; T_{ri} – вид житлового масиву; T_{bi} , N_{bi} – кількість та вид будинків у i -му житловому масиві; N_{hi} – кількість домогосподарств у кожному будинку i -го житлового масиву; S_{ii} – площа території i -го житлового масиву; N_{ri} – кількість мешканців у домогосподарствах i -го житлового масиву; L_{ri} – рівень доходу мешканців домогосподарств i -го житлового масиву; q_{di} – добовий обсяг утворення k -х видів органічних побутових відходів на одного мешканця у i -му житловому масиві.

Стосовно особливостей процесів планування проєктів рециклінгу органічних побутових відходів для виробництва біоенергії, то під час їх реалізації слід враховувати мультидисциплінарний підхід. Зокрема, проєкти рециклінгу органічних відходів для виробництва біоенергії вимагають знань у проєктній команді із різних галузей, таких як енергетика, екологія, технології очищення та обробки органічних побутових відходів.

Також слід враховувати складність технологічних процесів, які виконуються для утворення біоенергії з органічних побутових відходів. Вони пов'язані з обробкою органічних побутових відходів та виробництвом біоенергії. Такі процеси є складними і вимагають високої кваліфікації спеціалістів. Ефективне управління такими проектами передбачає вивчення та впровадження інноваційних технологій, а також забезпечення потрібними знаннями виконавців.

Одним із головних завдань проектів рециклінгу є зменшення впливу на навколишнє середовище. Управління такими проектами повинно враховувати екологічні аспекти від початкової стадії планування до фази впровадження та експлуатації. Реалізація проектів рециклінгу органічних побутових відходів для вироблення біоенергії супроводжується різноманітними ризиками, такими як технічні неполадки, зміни в законодавстві, фінансові ризики, технологічні та предметні ризики тощо. Управління ризиками є ключовим аспектом успішної реалізації проектів рециклінгу органічних побутових відходів для вироблення біоенергії.

Управління проектами рециклінгу органічних побутових відходів для вироблення біоенергії охоплює співпрацю з різними зацікавленими сторонами, такими як місцеві уряди, громадські організації, жителі місцевості та інші. Залучення цих сторін у процес прийняття рішень та виконання проектів є важливим елементом успішного управління. При цьому існує потреба узгодження інтересів зацікавлених сторін. Для цього здійснюється визначення зацікавлених сторін та їх потреб, залучення зацікавлених сторін до процесів планування та прийняття рішень, вирішення конфліктів між різними сторонами, забезпечення взаємодії та співпраці між зацікавленими. Процеси узгодження інтересів зацікавлених сторін проектів рециклінгу органічних побутових відходів для вироблення біоенергії є складними. Це пов'язано з тим, що інтереси та вигоди окремих зацікавлених сторін є різнонаправленими. Для їх узгодження слід розробляти відповідні моделі, які враховують особливості проектів рециклінгу органічних побутових відходів для вироблення біоенергії

Управління проєктами рециклінгу органічних побутових відходів житлових масивів для виробництва біоенергії вимагає системно-ціннісного підходу, детального планування та координації дій усіх учасників проєктів, що забезпечить досягнення ефективних результатів реалізації проєктів та отримання максимальної цінності для зацікавлених сторін.

Подальші дослідження слід проводити в напрямі розробки методів та моделей, які лежатимуть в основі розробки систем підтримки прийняття рішень для управління проєктами рециклінгу органічних побутових відходів житлових масивів та виробництва біоенергії. Саме вони забезпечать отримання ефективних та точних управлінських рішень.

Висновки.

1. Виконаний аналіз стану науки та практики свідчить про наявність у країнах світу складної проблеми, пов'язаної з управлінням відходами. При цьому останнім часом дедалі більше уваги науковці приділяють уваги використанню органічних побутових відходів для виробництва біоенергії та реалізації відповідних проєктів.

2. Управління проєктами рециклінгу органічних побутових відходів житлових масивів для виробництва біоенергії має свої особливості, які варто враховувати під час ініціації, планування та реалізації таких проєктів. Обґрунтовані особливості управління проєктами рециклінгу органічних побутових відходів житлових масивів для виробництва біоенергії стосуються чотирьох груп управлінських процесів, а їх врахування є основою розроблення ефективного управлінського інструментарію.

Бібліографічний список

1. Tryhuba A. et al. Assessment of the Condition of the Project Environment for the Implementation of Technologically Integrated Projects of the “European Green Deal” Using Maize Waste. *Energies*, 2022, 15, 8220.

2. Eurostat. Waste Statistics – Database. European Commission. 2023. Retrieved from: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/data/database>

3. Tryhuba A.; Hutsol T.; Tryhuba I.; Pokotylska N.; Kovalenko N.; Tabor S.; Kwasniewski D. Risk Assessment of Investments in Projects of Production of Raw Materials for Bioethanol. Processes 2021, 9, 12.

4. Tryhuba I., Hutsol T., Tryhuba A., Cieszewska A., Kovalenko N., Mudryk K., Glowacki S., Bry's A., Tulej W., Sojak M. An Approach to Assessing the State of Organic Waste Generation in Community Households Based on Associative Learning. Sustainability. 2023, 15, 15922.

КОМПЛЕКСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ПРИРОДНІ ЕКОСИСТЕМИ ЗАВОДУ СОРТУВАННЯ ТПВ ТА ПОЛІГОНУ БІЛЯ М. ГАЛЬБЕНРАЙН (АВСТРІЯ)

О. О. Кагало¹, к. б. н., с. н. с.
ORCID ID: [0000-0002-6694-5766](https://orcid.org/0000-0002-6694-5766),

Н. М. Сичак¹, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0002-1575-9023](https://orcid.org/0000-0002-1575-9023),

Л. М. Борсукевич², к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0001-7316-0310](https://orcid.org/0000-0001-7316-0310),

Є. О. Пука¹

¹Інститут екології Карпат НАН України (Львів, Україна)

²Львівський національний університет імені Івана Франка (Львів, Україна)

У зв'язку з істотними змінами Українського законодавства щодо поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) й наближенням його до вимог ЄС, у співпраці з українсько-австрійською компанією «Гігаджоуль» було проведено рекогносцирувальні дослідження потенційного впливу одного з найстаріших в Австрії сортувального заводу ТПВ та полігону складування ТПВ на природні комплекси й довкілля з метою аналізу можливості використання австрійського досвіду для подальшого опрацювання програми рекультивації проєктованих полігонів ТПВ в Україні.

Територія досліджень розташована в межах історичної області та фізико-географічного району Східна Штирія в межах федеральної землі Штирія. Регіон є прикордонним щодо Угорщини та Словенії. Поблизу території досліджень знаходиться відомий бальнеологічний курорт Бад-Радкерсбург, який популярний

своїми термальними мінеральними водами. Завод і полігон ТПВ розташовані на північний схід від м. Гальбенрайн серед лісових масивів, що розташовані між названим містом і м. Кльох.

Територія полігону й заводу знаходиться в межах природоохоронної території «Долина р. Мура» (рис. 1), яка за статусом аналогічна регіональному ландшафтному парку за прийнятою в Українському законодавстві категоризацією об'єктів ПЗФ. Будівництво заводу і створення полігону ТПВ розпочалося близько 40 років тому (1973 року). Відтак цей об'єкт є достатньо репрезентативним для оцінки потенційного впливу діяльності щодо сортування та переробки побутових відходів і полігону їх складування на природні комплекси регіону.

Протягом 2022 року виконано низку попередніх робіт, обсяг яких був обмежений достатньо пізнім часом виїзду для збирання польових матеріалів (кінець серпня). Під час експедиційного виїзду проведено:

- дослідження рослинного покриву на рекультивованих та активних частинах полігону, а також на території заводу сортування ТПВ – було здійснено серію геоботанічних і флорологічних описів на території різних частин полігону та в його найближчих околицях;
- визначено видовий склад та типологію рослинних угруповань;
- проведено дослідження ґрунтів та субстратів, відібрано відповідні зразки ґрунту та субстратів за стандартними методиками для подальшого аналізу;
- сформовано великий масив фотодокументації.

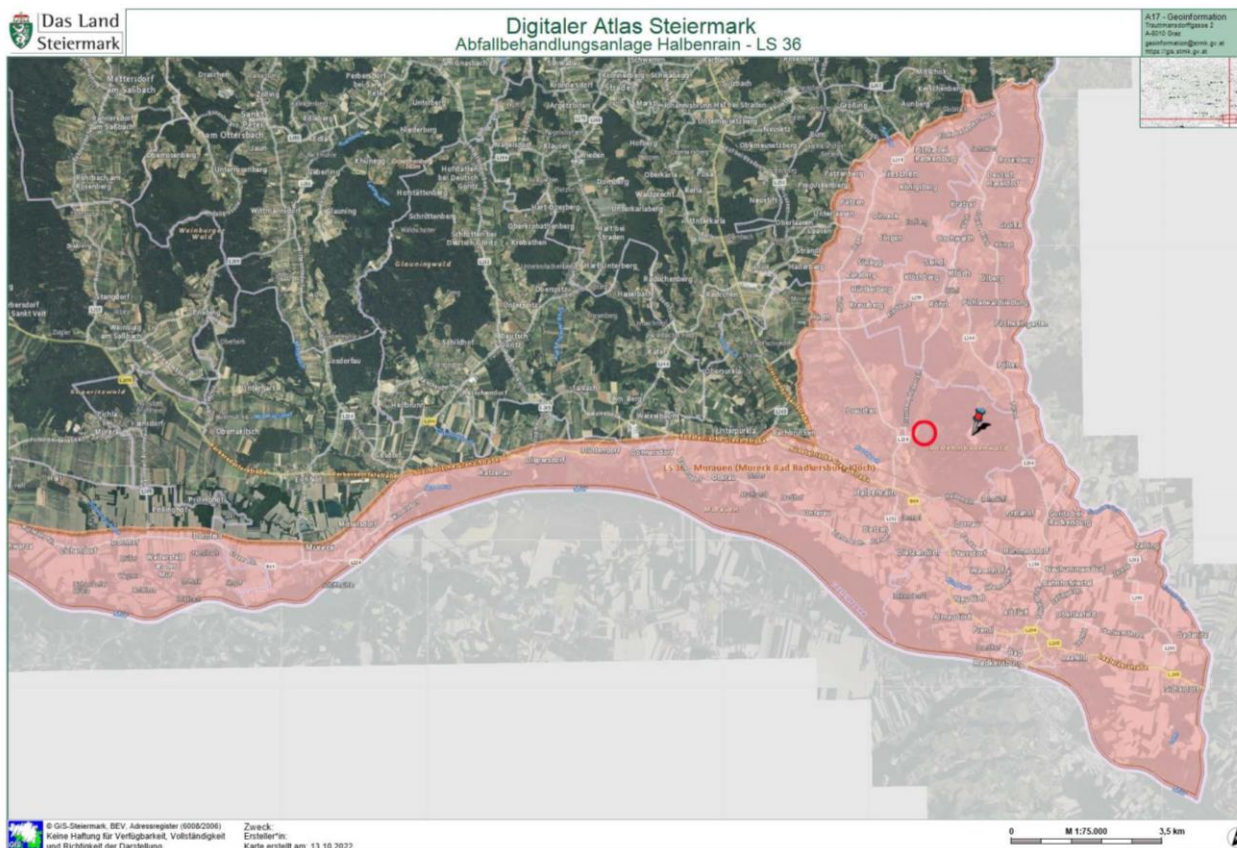


Рис. 1. Межі природоохоронної території (рожевий колір) та розташування об'єкта досліджень (червоне коло)

Крім цього, було проведено аналогічні дослідження на суміжних територіях з метою отримання даних для порівняння стану вторинних екосистем рекультивованого полігону з умовно природними на суміжних територіях.

Дослідженнями було охоплено всі типи оселищ (екотопів) полігону й заводу та прилеглих територій.

За результатами проведених флороінвентаризаційних досліджень на території полігону виявлено 141 вид вищих рослин (судинних і мохоподібних), що належать до 45 родин. Із них 24 види є інвазійними.

За результатами досліджень 2022 року показано, що територія полігону істотно не відрізняється за видовим складом основних груп організмів від прилеглих лісових екосистем. Незначні розбіжності чисельності видового складу зумовлені часом проведення польових досліджень. Проведення досліджень протягом усього року може істотно змінити ці показники на користь більшого

різноманіття екосистем прилеглих до полігону територій.

Крім цього, за результатами проведених досліджень щодо потенційного значення полігону для поширення інвазійних видів, здійснено порівняння кількості інвазійних видів у межах полігону, на прилеглих територіях і в межах Австрії загалом. Показано, що безпосередньо на полігоні виявлено 24 види, в околицях полігона виявлено 19 видів, загалом у межах Австрії відомо 31 вид. Отже, правомірним є висновок, що полігон істотно не впливає на інвазію активних адвентивних видів, які можуть становити загрозу для природних екосистем.

На віддалених територіях підтверджено достатньо широке розповсюдження *Phytolacca americana* L. у всіх типах лісових екосистем, а також *Impatiens glandulifera* Royle у вологіших і прируслових умовах. Також виявлено наявність практично в усіх типах екоотопів на узліссях і рудералізованих придорожніх лучних угрупованнях *Potentilla indica* (Andrews) Wolf. Це дає підстави стверджувати, що полігон не має жодного відношення до інвазії чи поширення основних інвазійних видів рослин. Цей процес відбувається незалежно від функціонування полігону й має характер загального процесу синантропізації флори та рослинних угруповань регіону.

У регіоні досліджень переважають букові та мішані букові ліси. Найчастіше, як домішок трапляється ялина звичайна. Такі ліси належать до класу *Carpino-Fagetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge 1968, союзів *Luzulo-Fagion sylvaticae* Lohmeyer et Tüxen in Tüxen 1954* (ацидофільні бучини та ялинники) та *Fagion sylvaticae* Luquet 1926 (мезофільні бучини та ялинники) [2].

Синтаксони трав'яної рослинності виділяли за еколого-флористичним методом. Для оброблення геоботанічних описів використовували пакет програм Turboveg for Windows [3] та JUICE 6.3 for Windows [4]. Динаміку рослинності вивчали непрямими методами: шляхом встановлення сукцесійних (часових) зв'язків на основі вивчення просторових (екологічних) рядів угруповань [1].

Для порівняння з деревною рослинністю, виявленою на території полігону, ми виконали чотири лісових геоботанічних описи за його межами. Угруповання, виявлені нами, найімовірніше належать до союзу *Luzulo-Fagion sylvaticae*, які

трапляються на бідних на поживні речовини кислих ґрунтах на твердих кременистих типах корінних порід. У деревному ярусі домінує *Picea abies* (L.) Н. Karst. (30-40%). Чагарниковий ярус цих лісів розвинений слабо, представлений переважно *Frangula alnus* Mill., а трав'яний ярус бідний на види. У ньому представлений з великим покриттям лише *Carex brizoides* L. Ці ліси поширені в широкому діапазоні висот від 200 до 1200 м н.р.м. Типовою є низька поживна цінність субстрату, що не дозволяє розвиватися вимогливим до поживних речовин видам.

На території полігону лісові угруповання представлені в північній та східній частині. Це найстаріша територія полігону, рекультивация якої розпочалася ще кілька десятиліть тому.

На відміну від довколишніх лісів, представлених переважно широколистяними породами, лісові угруповання на території полігону належать до класу *Robinietaea* Jurko ex Hadač et Sofron 1980. Вони чітко відділяються від ялинників за результатами опрацювання описів у програмі Juice.

Домінантним видом у цих угрупованнях є північноамериканський неофіт *Robinia pseudoacacia* L. У результаті досліджень зроблено 7 геоботанічних описів, які досить повно відображають різноманіття акацієвих угруповань. Належать вони до союзу *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron ex Vítková in Chytrý 2013, асоціації *Chelidonio-Robinetum* Jurko 1963. Виявлено, що видовий склад в описах трохи різниться. На молодших за часом створення ділянках виявлений більший відсоток адвентивних видів. У найстаріших насадженнях збільшується відсоток і покриття лісових видів, характерних для широколистяних лісів помірної зони.

Закладено 6 ґрунтових розрізів (рис. 2), з яких по ґрунтових горизонтах відібрано 22 зразки і виконано фізико-хімічні аналізи – рН водне та рН сольове (на природних ґрунтах) та в усіх зразках визначено вміст важких металів – Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Co, Ni, Cr (рухомі форми). Фізико-хімічні аналізи проводили у вимірювальній лабораторії ТЗОВ «Компанія «Центр Лтд».

Оскільки, за будь-яких умов, тверді побутові відходи не можна ідеально відсортувати, вони містять, крім органіки, і дрібні вироби з різних металів та вироби хімічної промисловості, які згодом будуть впливати на ґрунт і рослинність.

Підсумовуючи результати аналізу ґрунтів, доходимо таких узагальнень, які будуть уточнені в ході подальших досліджень:

На I ділянці (розріз № 1) для покривної породи (глини) властивий надзвичайно низький уміст гумусу – 0,24% та середньокисла реакція ґрунтового розчину – рН водне 4,96. Уміст важких металів значно менший від ГДК.

Горизонт подрібненого сміття потужний. Для нього характерний дуже великий уміст органіки 20,6%-20,8%. рН водне цього горизонту слаболужне – 7,48. Серед важких металів, які перевищують норми ГДК, – Cd, Pb, Cu, Zn та Mn.

На II-й ділянці, характерне нейтральне рН водне – 6,56, але відзначається слабе скипання від розчину 10% HCl на всю потужність цього шару. Реакція ґрунтового розчину в усіх нижніх горизонтах слабокисла й незначно коливається в межах 5,56-5,76 у нижніх горизонтах. Уміст важких металів знаходиться в межах ГДК по всіх ґрунтових горизонтах.



Рис. 2. Розташування ґрунтових розрізів та місць відбирання проб ґрунтів і субстратів

Розрізи № 3 та № 4 приурочені до залісної найстарішої частини полігону. Реакція ґрунтового розчину слабо- або середньолужна – рН водне має значення від 7,2 до 7,7. Для цих розрізів характерний підвищений уміст деяких важких металів, зокрема Pb, Cu, Zn. (для Zn до 10 ГДК) При цьому спостерігається збільшення концентрацій з глибиною.

Крім цього, у межах контрольної ділянки № 6 виявлено незначне збільшення в поверхневому шарі вмісту Mn та Cu, порівняно з ГДК.

Однак, на тепер, за отриманими результатами неможливо дати однозначну інтерпретацію цього явища, тим більше в ґрунтах природних екосистем, крім зазначеного випадку, уміст важких металів далеко менший від ГДК.

Підсумовуючи результати досліджень, проведених на першому етапі реалізації проєкту, доходимо таких висновків:

Як свідчать отримані результати аналізу матеріалів польових досліджень, польових візуальних оцінок і лабораторного опрацювання ґрунтових проб, порівняння видового складу рослинних угруповань природних і вторинних екосистем, істотного негативного впливу на довкілля, який би принципово відрізнявся від фонових процесів синантропізації рослинного й тваринного світу в регіоні, виявлено не було.

Однак виявлено певні тенденції негативних геохімічних процесів, що відбуваються у техноземах полігону, які мають прояв у підвищенні вмісту деяких важких металів у нижніх горизонтах ґрунту. На одній із суміжних природних пробних площ виявлено мінімальне підвищення вмісту Mn та Cu.

Проте, отриманих матеріалів недостатньо для однозначної оцінки цих тенденцій, оскільки не проводили оцінку буферної ролі екосистеми. Для цього необхідні дослідження кормової бази тваринних організмів у період активної вегетації.

З метою отримання достатньо повних даних для однозначних оцінок стану довкілля та суміжних природних екосистем необхідно провести відповідні дослідження в період травень-липень. Також доцільним є проведення досліджень хребетних тварин, зокрема рукокрилих, які є високоінформативними індикаторами

стану довкілля.

Отримані результати досліджень становлять унікальну базу даних, яка слугуватиме основою для розробки методів рекультивації аналогічних об'єктів на території України.

Бібліографічний список

1. Александрова В.Д. Динаміка рослинного покриву. *Польова геоботаніка*. Наука. Т. 3. С. 300-450.
2. Drescher A. Die Vegetation der Steiermark – Ein Überblick. *Tuexenia*. 2018. 11. P. 39-55.
3. Hennekens S. Turboveg for Winows. 1998-2007. Version 2. 2008. 78 p.
4. Tichy L., Jason H. JUICE: Program for management analysis and classification of ecological data: Program manual. Brno: Vegetation Science group, 2006. 98 p.

АНАЛІЗ ВАЖЛИВИХ АСПЕКТІВ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ВРАХОВУЮЧИ ВИМОГИ ЗАКОНОДАВСТВА ЄС

І. М. Городиська, к. с.-г. н, старший науковий співробітник

ORCID ID: [0000-0002-1580-3450](https://orcid.org/0000-0002-1580-3450)

Інститут агроекології і природокористування НААН

М. Я. Іванків, к. с.-г. н, доцент,

ORCID ID: [0000-0002-4911-2877](https://orcid.org/0000-0002-4911-2877)

В. Р. Галаван, магістрант,

Р. В. Тупісь, студент 2-го курсу бакалаврату

Львівський національний університет природокористування

Увага світового співтовариства спрямована на регулювання законодавчих вимог щодо моделей керування відходами, адже це є важливим елементом забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку усіх країн.

Згідно з підрахунками Європейської Природоохоронної Агенції, у країнах-членах Європейського Союзу щорічно продукується 1,4 млрд. тонн відходів, що становить 3,5 тонни на кожного громадянина. Загальний обсяг відходів розподіляють п'ятьма категоріями: промисловими, гірничодобувними, будівельними та твердими побутовими. Зростаючі темпи накопичення відходів

становлять проблему для розвинених країн і є драйвером постійного удосконалення законодавства, який відповідає за сферу поводження відходами. Україна, як країна-кандидат до членства в ЄС, зобов'язана імплементувати законодавство ЄС щодо поводження з відходами. Це потребуватиме гармонізації українських стандартів у цій сфері з європейськими.

У низці літературних джерел вказано документи трьох основних категорій: основне законодавство щодо управління відходами, директиви, що стосуються окремих категорій відходів, а також спеціальні методи регулювання процесів їх рециклінгу.

Важливі норми та принципи керівництва у сфері відходів встановлені в таких документах, як Рамкова Директива про відходи 75/442/ЄЕС (є базовим законом ЄС), Директива про небезпечні відходи 91/689/ЄЕС, Директива 96/61/ЄС про запобігання забрудненню та його контроль а також Постанова Європарламенту та Ради (ЄС) № 1013/2006, що стосується транспортування відходів.

Важливими є законодавчі вимоги, що стосуються методики регулювання процесів переробки, включаючи: Директиву Ради 1999/31/ЄС про наземні сміттєві звалища, Рішення Ради 2003/33 щодо критерій прийнятності відходів для наземних сміттєзвалищ та Директиви Ради та Європарламенту 2000/76/ЄС про спалювання відходів. Уряди розвинених країн і міжнародні організації створили різноманітні програми й стратегії, спрямовані на досягнення сталого розвитку. Крім того, прийняті конвенції та протоколи на глобальному та національному рівнях, серед яких важливе значення має Кіотський протокол. Цей протокол ратифікований 180 країнами світу і спрямований на зменшення викидів парникових газів для боротьби з глобальним потеплінням.

Деякі країни розвинуеного світу, такі як Німеччина, Швеція, Швейцарія та Японія, мають високий рівень вторинного використання ТПВ, впроваджуючи ефективні системи сортування, переробки та використання відходів, що дозволяє використовувати їх у виробництві нових матеріалів, виробів або енергії.

Перетворення відходів у ресурси є необхідною складовою, щоб підвищити ефективність застосування ресурсів та перейти до реалізації замкнутих циклів в

процесах виробництва, обігу та споживання. У циркулярній економіці, тобто енергозбереження, регенеративно екологічно чистого споживання і виробництва всі викинуті матеріали стають цінними ресурсами, доступними для використання іншими учасниками.

Завдання упровадження екологічно чистого виробництва, рециркуляції, ресайклінгу і утилізації побутових відходів залишається актуальним і до сьогодні.

Щоб ефективно застосовувати рециклінгові технології необхідно отримати базові знання про принципи управління відходами відповідно до ієрархії запобігання появі нових відходів та управління ТПВ, щоб на завершальному етапі створити дорожню карту для реально чинного майбутнього місцевого плану управління відходами.

Важливо акцентувати увагу на так званій ієрархії відходів, яка стверджує, що запобігання утворенню відходів є найбільш безпечним для навколишнього середовища варіантом, за яким слідує ресайклінг, механічна переробка, переробка сировини, апсайклінг, рекуперація енергії, спалювання та захоронення, що вважається важливою стратегією сталого розвитку.

Впровадження «Практики 3R» («Reduce, Reuse, Recycle») в сфері поводження з відходами дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля, зменшити потреби у використанні первинних ресурсів і мінімізувати відходи, які потрапляють на полігони сміття.

Технологічна сингулярність розкриває прихований потенціал існуючої промислової практики, допомагаючи підприємствам досягти точки, коли наукові досягнення і технічні інноваційні рішення стають настільки швидкісними і ускладненими, що виявляється недоступним для розуміння людським інтелектом. Інноваційність технологій повинна розглядатися не тільки як чинник забезпечення екобезпеки, а також як фактор, який зумовлений забезпечити компенсацію витрат на утилізацію.

Управління відходами, відповідно до вимог законодавства ЄС, є складним, але необхідним процесом для забезпечення сталого розвитку. Дотримання ієрархії

відходів, впровадження принципу РВВ та переходу до кругової економіки є ключовими аспектами цього процесу. Незважаючи на існуючі виклики, ефективне управління відходами можливе за умови активної участі всіх зацікавлених сторін, інноваційних підходів та належного фінансування.

Аналізуючи ефективну систему ресайклінгу в сфері ресурсозбереження, слід звернути увагу на економічну та екологічну ефективність. Враховуючи екологічну доцільність, рециклінг повинен бути фінансово прийнятним і конкурентоспроможним порівняно з іншими методами поводження з відходами, тобто вартість збору, сортування, переробки та використання вторинних матеріалів повинна бути оправданою і можливою для бізнесу: коли відновлені матеріали або продукти можуть бути продані на ринку з прибутком. Необхідною передумовою визначення економічної ефективності рециклінгу є аналіз витрат і прибутків, оцінка ринкових умов і перспективи попиту на вторинні матеріали. Іноді економічні переваги можуть бути забезпечені завдяки підтримці уряду, фінансовим стимулам або розвитку ринків відновлених матеріалів.

Незважаючи на зусилля та зобов'язання, спостерігається продовження деградації екосистем, хоча були досягнуті певні поліпшення, наприклад, у використанні альтернативного палива та енергії, а також у скороченні використання первинних ресурсів зростання споживання. Навіть хоча останнє десятиліття принесло прогрес у розвитку екологічних виробничих процесів, широкомасштабне антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище не зупиняється.

Бібліографічний список

1. Закон України «Про управління відходами»: 20 червня 2022. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>
2. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами»: 30 червня 1995. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/255/95-%D0%B2%D1%80#Text>
3. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Правил надання послуги з управління побутовими відходами та типових договорів про надання

послуги з управління побутовими відходами»: 8 серпня 2023.

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/835-2023-%D0%BF#Text>

4. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів»: 13 липня 2000.

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1120-2000-25%D0%BF#Text>

5. European Commission. (2020). A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe. Brussels, 11.3.2020. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF

6. Danyliuk Lesia R., Kobetska Nadiia R., Yaremak Zoryana V. The Problems of Municipal Waste Management in the Context of European Integration. Environmental Policy and Law. Amsterdam, 2018. Volume 48. Number 6. P. 430– 435. URL: <https://content.iospress.com/journals/environmental-policy-andlaw/48/6?start=10>.

7. Kaza S., Yao L.C., Bhada-Tata P. and Van Woerden F. (2018) What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development. World Bank, Washington DC. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>. URL: <https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/system/files/generated/document/en/211329ov.pdf>

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПРИ ЗБЕРЕЖЕННІ СЕРЕДОВИЩА

А. А. Нестер, д. т. н.,

ORCID ID: [0000-0002-1276-6068](https://orcid.org/0000-0002-1276-6068),

Хмельницький національний університет

Проблеми з накопиченням та утилізацією твердих промислових відходів виникають і потребують свого вирішення в кожній цивілізованій країні. Не являється виключенням і Україна. На сьогоднішній день в нашій державі накопичено 25 млрд. тонн твердих промислових відходів, які займають площу 1600 км² або рівну п'ятій частині площі Чернівецької області. Інвентаризація та

статистична звітність за останні 10 років свідчить, що на підприємствах України щороку утворюється 1 млрд. твердих промислових відходів. Із них 100 млн тонн токсичних, а 2,5-3,5 млн тонн високотоксичних, які за європейськими стандартами відносяться до першого класу небезпеки. Кількість підприємств, на яких фіксують токсичні відходи перевищує 2500. Загальний обсяг накопичення токсичних відходів становить 4,5 млрд тонн, а поточні витрати на їх утримання становлять щорічно більше 25% від вартості виробленої продукції.

За обсягами утворення домінують токсичні відходи, які містять важкі метали (хром, свинець, нікель, кадмій, ртуть). Переважно це відходи підприємств чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості, машинобудування (гальванічні виробництва), гірничо-хімічні комбінати та інші [1].

Сучасний етап розвитку суспільства залежить від вирішення екологічної безпеки, захисту людини, довкілля від надмірного техногенного впливу. Екологічна безпека виявилась надто актуальною після доповіді комісії ООН «Наше загальне майбутнє», опублікованій у 1987 році. Комісія підняла проблеми природного середовища, вперше прозвучало поняття яке стали називати як «сталий розвиток». Сталий розвиток і безпека мають важливе значення при виборі шляхів злагодженої взаємодії природи й суспільства. Керівники більшості країн світу в Ріо-де-Жанейро на конференції 1992 р. на основі висновків комісії прийняли всесвітню програму дій «Порядок денний на ХХІ століття». Україна приєдналася до програми: прийнято курс сталого розвитку, який передбачає проведення життєво важливих реформ в ринковій економіці для забезпечення високого рівня життя і безпеки громадян. Тобто, найважливішими стають лінії екологічної безпеки, із вирішенням проблем оцінки екологічного ризику, покращення екологічного стану регіонів, в яких розвинена промисловість, сільське господарство.

На сесії Генеральної Асамблеї ООН 1997 року було заявлено, що на Україні нагромадилось величезна кількість різних відходів виробництва і споживання, які займають більше 160 тис. га родючих українських ґрунтів, і щорічно площа зростає на 3-4 тис. га. Внаслідок гіпертрофованого розвитку гірничодобувної

промисловості в Україні домінують відходи, що утворюються під час розробки родовищ (до 75% загального обсягу) та збагачення корисних копалин (відповідно 13 і 14%). Значну частину становлять відходи хіміко-металургійної переробки сировини.

Тверді побутові відходи (ТПВ) в середньому щорічно складають 300 кг на одного мешканця держави. Вони містять значну кількість різних корисних складових. Так, тверді побутові відходи в середньому містять: макулатуру 20...40%; чорні і кольорові метали 3...5%; текстиль 4...6%; пластмас 1...2%; склобою 1...2%; харчових залишків (органічна частина) 25...40%. Склад за елементами: вуглецю 16%; азоту 0,8%; кальцію біля 3% в формі вапна; фосфору 0,3%. Ступінь використання відходів у різних країнах не однаковий. Так, в Польщі трохи більше 20%, в Болгарії 50%, в Німеччині 70%. В розвинутих країнах світу утилізація відходів знаходиться в межах від 65 до 80%, а в Україні лише 10... 12% на рік і тут головною причиною недоліків переробки є організаційні елементи держави та окремих міст [2].

Поліпшення стану екологічної безпеки за рахунок використання відходів в аграрній сфері пропонується реалізувати за рахунок застосування відходів в процесі вирощування сільськогосподарських культур. Застосування відходів очисних споруд в аграрній сфері сприяє очищенню водного середовища та ґрунтів і, в свою чергу, приводить до підвищення рівня екологічної безпеки.

Скинуті осади стічних вод, або їх сухий залишок після первинної їх обробки наносять шкоду навколишньому середовищу. Крім забруднення джерел водопостачання відбувається забруднення ґрунтів та підземних вод. Забруднення зовнішнього середовища за рахунок скидів забруднених вод змінюють на гірше картину здоров'я, збільшують кількість різноманітних захворювань людини і тварин. На сьогодні найбільш раціональним, ефективним і екологічно вигідним шляхом розв'язання проблеми очищення природного середовища є біоконверсія відходів у екологічно чисте високо ефективне добриво біогумус і компост [3].

Осад (мул) це земляста маса, яка складається з органічних і мінеральних відкладів. На них припадає від 0,5 до 1% об'єму стічних вод що очищаються.

Свіжий осад має вологість 92-95%, і в залежності від прийнятої технології піддається компостуванню, бродінню і термічному осушуванню. Саме використання біогумусу дозволяє не тільки реанімувати ґрунти, що піддалися впливу негативних антропогенних факторів, очищає їх від важких металів, залишків пестицидів, радіонуклідів, але й забезпечує отримання високих врожаїв екологічно чистої сільськогосподарської продукції.

Для використання мулу в сільському господарстві необхідно провести хіманаліз, визначити вміст важких металів, мікроелементів. Подібні дослідження проводились в м. Хмельницькому, підприємства якого є активними виробниками друкованих плат, що використовують процеси травлення підложок та цілий ряд гальванічних процесів.

Осади вод очисних каналізаційних споруд міста Хмельницького, серед яких і скиди від діючих підприємств радіоелектронної промисловості були піддані аналізу в т.ч. хімічному аналізу на предмет вмісту важких металів, агрохімічного складу. Слід зазначити, що проби з мулових площадок містять високий процент органіки, більше 30%; разом з цим в пробах найвища зольність, а водні витяжки мають слаболужний характер ($7 < \text{pH} < 8$).

У досліджуваних пробах є помітні кількості фосфору та нітратного азоту, що можна відмітити як позитивний фактор тим більше, що ці елементи є важливими компонентами добрив, які відіграють важливу роль у життєдіяльності рослин. Фосфор являється одним із компонентів складних білків що приймає участь у вуглеводному обміні. При його недостатчі різко знижується врожай і його якість.

Важливим фактором для утворення органічної речовини в рослинах є забезпечення середовища мікроелементами – калієм, кальцієм, магнієм [3].

Калій входить як необхідний будівельний матеріал у склад білкової молекули і не може бути замінений іншим елементом.

Кальцій є головним коагулятором ґрунтових золів, йому належить виключна роль у згортанні і затримці циркулюючих у ґрунтових розчинах мінеральних і органічних золів. Особливо позитивна роль кальцію на кислих

підзолистих ґрунтах, де його внесення сприяє утворенню дрібнозернистої структури ґрунту.

Магній один з найнеобхідніших елементів живлення рослин. Він є складовою хлорофілу та відіграє важливу роль у процесах проникнення фосфорної кислоти у рослини [3].

Дослідження проб осадів стічних вод міста на предмет вмісту згаданих макроелементів наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Вміст мікроелементів в пробах осадів стічних вод г/кг сирової маси

К	Са	Mg
2,79	6,68	4,26

Дані цієї таблиці свідчать про те, що за вмістом мікроелементів осади стічних вод наближаються до рівня забезпеченості цими мікроелементами підзолистих ґрунтів. Проби осадів стічних вод аналізувалися на вміст важких металів. Одержані результати свідчать про те, що взірці досліджуваних проб не містять високих концентрацій важких металів, але вміст ртуті в окремих пробах від 0,45 до 0,85 мг/кг сирової речовини. Це концентрації не високі, але це вища межа границі ГДК для продуктів харчування.

Аналогічний стан з вмістом у осадах стічних вод решти токсичних елементів - свинцю, кадмію, міді. Згідно отриманих результатів досліджень мулу можна зробити висновок, що він мало чим поступається перед гноем ВРХ, а по деяких показниках навіть перевищує його.

В середньому можна вважати, що мул з мулових майданчиків каналізаційних споруд м. Хмельницького при вологості 80 % містить 5,8 кг азоту 1,8 кг P₂₀₅ і 2 кг K_{2O} в перерахунку 1 т органічного добрива. Крім того, мул містить значну кількість мікроелементів: 1,2 % міді, 3,6 % цинку, 4,3 % марганцю; та органічної речовини – 34,6 %.

Висновки. На основі викладеного вище та на основі рекомендацій Хмельницького обласного державного проектно-технологічного центру охорони

родючості ґрунтів і якості продукції можна зробити відповідні висновки, які свідчать, що за вмістом мікроелементів осади стічних вод наближаються до рівня забезпеченості цими мікроелементами підзолистих ґрунтів.

Викладене дозволило міським службам прийняти рішення про можливість вивозу стабілізованого мулу на міське сміттєзвалище як ґрунтової пересипки шарів.

Бібліографічний список

1. Нестер А. А. Монографія. Очистка стічних вод виробництва друкованих плат. Хмельницьк, 2016. ХНУ, 219 с.

2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2020 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 420 с. URL: <https://mepr.gov.ua/news/38840.html>

3. Козуля Т. В. Прогноз і оцінка процесів трансформації техногенних елементів у ґрунтах. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2000. вип. 1. С. 115-118.

СПОСІБ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДУ МЕТАЛУРГІЇ У ВИРОБНИЦТВІ СТІНОВИХ БЛОКІВ ПІД ЧАС ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ ЗРУЙНОВАНОГО ЖИТЛА

О. І. Повзун, к. т. н.,

ORCID ID: [0000-0001-8183-9585](https://orcid.org/0000-0001-8183-9585)

Донецький національний технічний університет

У відходах металургійного виробництва найбільшу частку становлять шлаки (57-63%); відходи у вигляді металобрухту коливаються від 15% до 17%; вміст шламу, пилу тощо дорівнює 9-13%; лом вогнетривких матеріалів складає 4-6%; інші складники змінюються в межах 2-4%. Із загального об'єму щорічно утворюваних металургійних шлаків (орієнтовно) доменні шлаки становлять 5,44 млн т, сталеливарні – 2,92 млн т, феросплавні – 0,83 млн т [1]. Кількість шлаків, накопичених у відвалах металургійних підприємств України, дорівнює 220-240 млн т, в тому числі 128 млн т сталеливарних [2].

У відвалах є близько 12 млн т доменних шлаків (рис. 1); вони займають 231 тис. га [1].



Рис. 1. Фрагмент шлакових відвалів Маріупольського металургійного комбінату імені Ілліча у балці Грековата

Шлакові гори займають $\sim 40\%$ площі металургійних заводів [3]. На металургійному підприємстві «Приватне акціонерне товариство «АрселорМіттал Кривий Ріг» накопичено найбільше шлакових відходів [2].

Таким чином, утилізація металургійних шлаків є актуальним завданням, оскільки нині їх використовують досить обмежено [3].

Основним способом переробки доменних шлаків на металургійному підприємстві є мокра грануляція. Як зазвичай, доменні шлаки переробляють на гранульований шлак (понад 80% загального об'єму) і піщано-щебенеvu суміш. З метою запобігання обсягів накопичення доменних шлаків на металургійних комбінатах організують виробництво будівельних матеріалів (шлакоблоку, цегли та тротуарної плитки), оскільки за вмістом природних радіонуклідів у ньому – шлак належить до I класу (використання у будівництві без обмежень).

Доменний гранульований шлак можна використовувати для виробництва цементу, як заповнювач у дрібнозернистих цементних бетонах, як сорбент для очищення питної води тощо.

На жаль, нині через військовий стан, економічну кризу в Україні та підвищення залізничних тарифів обсяги утилізації доменного шлаку значно скоротились.

Метою роботи є оцінювання доцільності використання доменного гранульованого шлаку Маріупольського металургійного комбінату імені Ілліча

(ММКІ) для виробництва дрібних ніздрюватобетонних блоків для мурування стін у повоєнній відбудові зруйнованого житла.

Для досліджень прийнято такі матеріали, які відповідали державним стандартам України: доменний гранульований шлак ММКІ – як кремнеземистий компонент – відхід IV класу небезпеки (помірнонебезпечний відхід); цемент марки 500, вапно кальцієве грудкове негашене, пудра алюмінієва пігментна ПАП-1 – газоутворювач, пральний порошок – ПАР (поверхнево-активна речовина), лігносульфонат натрію технічний (ЛСТ) – гідрофілізуючий пластифікатор для бетонів та сухих сумішей, вода для бетонів і розчинів.

Розрахунки складів газобетону із задаваною середньою густиною 700-710 кг/м³ проводили відповідно до [4].

Як критерії оптимізації складів поризованих матеріалів неавтоклавного тверднення на основі доменного гранульованого шлаку вживали середню густину ніздрюватого бетону та його міцність при стисканні (стан бетону – сухий).

Середню густину газобетону ρ_m зразка з вологістю в момент випробування W_m визначали з похибкою до 1 кг/м³ за формулою:

$$\rho_m = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

де m – маса зразка, кг; V – об'єм зразка, м³.

Міцність газобетону, МПа (кгс/см²), розраховували з точністю до 0,1 МПа (1 кгс/см²) під час випробувань на стиск за формулою:

$$f_{c,cube} = \frac{\alpha F K_w}{A}, \quad (2)$$

де F – руйнівне навантаження, Н, (кгс); A – площа робочого перерізу зразка, мм² (см²); α – масштабний коефіцієнт для приведення міцності бетону до міцності бетону в зразках базового розміру та форми; K_w – поправковий коефіцієнт для ніздрюватого бетону, який враховує вологість зразків на момент випробування.

Середня густина ніздрюватобетонних зразків дорівнювала 690,0-740,0 кг/м³, а міцність при стисканні – 1,80-2,70 МПа (таблиця).

Досліджувані в роботі газобетони відповідають марці D700 за середньою густиною та класам C1,0 та C1,5 за межею міцності при стисканні [5].

За однакової концентрації пудри алюмінієвої (0,065%) значення середньої густини ніздрюватого бетону 700 кг/м^3 (яку було задано під час розрахунку) мають газобетонні зразки складів № 2 (з I серії зразків) і № 5 (з II серії зразків) (таблиця).

Значення межі міцності при стисканні (таблиця) ніздрюватобетонних зразків складів № 5 вищі (2,30 МПа), ніж міцності газобетонів складів № 2 (1,90 МПа) (концентрація алюмінієвої пудри та сама – 0,065%). Вищу за 2,30 МПа мають газобетонні зразки і інших складів, але вони характеризуються більшими за 700 кг/м^3 показниками середньої густини, що перевищує задане значення.

Таблиця

Склади ніздрюватих бетонів та його фізико-технічні показники

Серії зразків	Номери зразків	Витрати компонентів-складників газобетонів, масові %						Середня густина газобетону, ρ , кг/м^3	Міцність на стиск газобетону після пропарювання, $\sigma_{ст}$, МПа
		портландцемент	доменний гранульований шлак	вапнокальцієве грудкове	пудра алюмінієва пігментна	лігносульфонат	вода (зверхтвердих речовин)		
I	1	25	70	5	0,070	0	55	690	1,8
	2	25	70	5	0,065	0	55	700	1,9
	3	25	70	5	0,060	0	55	730	2,1
II	4	30	65	5	0,070	0	55	695	2,0
	5	30	65	5	0,065	0	55	700	2,3
	6	30	65	5	0,060	0	55	735	2,5
III	7	35	60	5	0,070	0	55	705	2,2
	8	35,00	60	5	0,065	0	55	710	2,4
	9	35	60	5	0,060	0	55	730	2,6
IV	10	40	55	5	0,070	0	55	710	2,4
	11	40	55	5	0,065	0	55	715	2,5
	12	40	55	5	0,060	0	55	740	2,7
V	13	25	75	0	0,070	0,2	55	695	1,8
	14	25	75	0	0,065	0,2	55	705	1,9
	15	25	75	0	0,060	0,2	55	720	2,0
VI	16	30	70	0	0,070	0,2	55	700	2,1
	17	30	70	0	0,065	0,2	55	710	2,4
	18	30	70	0	0,060	0,20	55	735	2,6
2,5 VII	19	35	65	0	0,070	0,2	55	700	2,1
	20	35	65	0	0,065	0,2	55	710	2,3
	21	35	65	0	0,060	0,2	55	730	2,5
VIII	22	40	60	0	0,070	0,2	55	710	2,4
	23	40	60	0	0,065	0,2	55	715	2,5
	24	40	60	0	0,060	0,2	55	740	2,7

Тому, серед газобетонів складів з вапном (але без лігносульфонату натрію) оптимальним складом є склад № 5 – 30% портландцементу + 65% доменного гранульованого шлаку + 5% вапна кальцієвого + 0,065% пудри алюмінієвої пігментної + 55% води.

Серед газобетонів із добавкою лігносульфонату натрію (але без вапна кальцієвого) однакові значення середньої густини (710 кг/м³) мають ніздрюватобетонні зразки складів № 17 (з VI серії зразків) та № 20 (з VII серії зразків) (таблиця). Вміст пудри алюмінієвої той самий – 0,065%.

Міцність при стисканні газобетонів складів № 17 становить 2,4 МПа, а ніздрюватобетонних зразків складів № 20 – 2,3 МПа (таблиця). Отже, перевагу має газобетон складу № 17: 30% портландцементу + 65% доменного гранульованого шлаку + 0,065% пудри алюмінієвої пігментної + 0,2% лігносульфонату натрію + 55% води.

За призначенням [5] досліджувані ніздрюваті бетони оптимальних складів (№ 5 та № 17) належать до конструкційно-теплоізоляційного виду.

Отже, газобетонні вироби з використанням доменного гранульованого шлаку як кремнеземистий компонент відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-137:2008 "Блоки з ніздрюватого бетону стінові дрібні». Такі блоки можна застосовувати для мурування стін у повоєнній відбудові зруйнованого житла.

Бібліографічний список

1. Копач П. (2010). Обґрунтування концепції зменшення відходності виробництв гірничо-металургійного регіону. *Екологія і природокористування*. 13. С. 132-146.
2. Губіна В., Горлицький Б. (2008). Проблема залізовмісних відходів гірничо-металургійного комплексу України – системний підхід. *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. 17. С. 79-92.
3. Бондар О., Риженко Н., Салій І. (2020). Накопичення шлаків металургійних підприємств: оцінка впливу на довкілля та екологічно-обґрунтоване поводження. *Екологічні науки*. 3(30). doi <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.14>
4. Настанова з виготовлення виробів з ніздрюватого бетону, ДСТУ Н Б В.2.7-308:2015. (2015).

5. Будівельні матеріали. Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови, ДСТУ Б В.2.7-45:2010. (2010).

ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗДІЛЬНОГО ЗБИРАННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

М. Б. Зьола, магістр

ORCID ID: [0000-0003-3671-8615](https://orcid.org/0000-0003-3671-8615),

ПАТ «Укрнафта» (м. Борислав, Україна)

Побутові відходи є досить складними за структурою продуктами людської діяльності, що створює комплікацію підходів до уніфікації рішень щодо управління побутовими відходами. Зважаючи на структурну складність змішаних побутових відходів, впровадження роздільного збирання цих відходів на підприємстві повинно відбуватися з огляду на результати проведених досліджень морфологічного складу побутових відходів.

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, в Україні зареєстровано близько 6 тисяч сміттєзвалищ та полігонів, а їх загальна площа становить понад 9 тисяч гектарів [3], тож назріла проблема пошуку ефективних підходів до створення сучасної системи управління побутовими відходами. Спробуємо визначити аспекти, що структурують послідовність алгоритму переходу підприємства на систему роздільного збирання побутових відходів та виокремити основні етапи впровадження цієї системи на підприємстві.

Відповідно до ст. 4 Закону України «Про управління відходами», підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить до утворення відходів, повинні забезпечувати дотримання ієрархії управління відходами шляхом планування та здійснення своєї діяльності таким чином, щоб запобігати утворенню відходів, зменшувати їх утворення, запобігати їх негативному впливу на здоров'я людей та навколишнє природне середовище [2]. Окреслене положення є також першочерговим завданням відповідно до загальноприйнятої ієрархії управління відходами.

З метою зменшення обсягів побутових відходів, отримання вторинної сировини та видалення небезпечних компонентів, що містяться у їх складі, поліпшення екологічного стану довкілля, здійснюється роздільне збирання побутових відходів. До ресурсоцінних компонентів побутових відходів відносимо: папір, картон, скло, полімери, органічну складову побутових відходів. Вторсировина є вигіднішим та енергоефективнішим джерелом багатьох матеріалів і речовин, порівняно з природною. Для збирання ресурсоцінних компонентів побутових відходів рекомендовано використовувати контейнери зі спеціальними отворами з кришкою, що замикається, або контейнери закритого типу.

За Методичними рекомендаціями з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів, затверджених наказом Міністерства з питань ЖКГ України № 176 від 07.06.2010 р., на контейнери рекомендовано наносити інформацію способом, що забезпечує її наочність, механічну стійкість, стійкість до різних погодних умов, про: назву організації, у власності якої знаходиться контейнер – у лівому верхньому куті фронтальної стінки контейнера, вид побутових відходів – у середині на фронтальній стінці контейнера (на контейнері для збирання скла – «Скло», на контейнері для збирання різних видів паперу – «Папір», на контейнері для збирання різних видів пластмас – «Полімери», на контейнері для збирання органічної речовини, що є у складі твердих відходів – «Харчові відходи»), а у разі збирання компонентів твердих відходів (паперу, скла, полімерів) в одному контейнері – «Вторинна сировина» (у два рядки) [1]. Доцільно наносити на контейнери й іншу уточнювальну інформацію та зображення – це може бути інформація про масу нетто, брутто. Написи слід виконувати великими літерами, з використанням кольору, що відрізняється від кольору контейнера, з метою надання контрасту.

Впровадження системи роздільного збирання побутових відходів на підприємстві рекомендуємо проводити наступними етапами:

1. Визначення ресурсоцінних компонентів, що входять до складу побутових відходів (на цьому етапі важливим є проведення досліджень морфологічного складу побутових відходів).

2. Проведення усереднених розрахунків середньорічного утворення відходів як вторинної сировини у складі побутових відходів.

3. Визначення суб'єктів господарювання-споживачів вторинної сировини, моніторинг ринку.

4. Аналіз вимог споживачів вторинної продукції до якості відходів як вторсировини та вартості їх приймання на перероблення.

5. Вибір технологічної схеми роздільного збирання змішаних побутових відходів на основі результатів визначення ресурсоцінних компонентів, що входять до складу побутових відходів.

6. Визначення кількості контейнерів та вибір їх типів, для збирання відходів як вторинної сировини (при цьому, слід врахувати, що конструкція та розміри тари повинні забезпечувати легку заповнюваність та відвантаження відходів і унеможливити їх змішування, забруднення чи псування).

7. Придбання контейнерів для збирання ресурсоцінних компонентів побутових відходів.

8. Підбір раціональної схеми розташування контейнерних майданчиків, облаштування місць тимчасового зберігання відходів до передавання їх іншому суб'єкту господарювання.

9. Визначення системи та режиму передавання відходів як вторинної сировини (за наповненістю, графіком, тощо).

10. Укладання угоди із суб'єктом господарювання-споживачем вторинної сировини.

11. Інформування працівників підприємства щодо запровадження роздільного збирання побутових відходів.

Останній із перелічених етапів є важливим завданням, без якого інші інструменти цього процесу не можуть бути реалізованими. Інформування щодо запровадження роздільного збирання побутових відходів передбачає розробку та творче втілення агітаційних матеріалів. Інформування можна реалізовувати таким чином: розробка друкованої продукції (виготовлення мотиваційних листівок,

плакатів, інформаційних табличок); розробка аудіо- та відеопродукції; організація та проведення зборів / нарад із працівниками підприємства.

У колі цієї загальної проблематики розмежуємо основні критерії здійснення екологічного нагляду за процесом роздільного збирання змішаних побутових відходів:

- постійний облік, контроль за якісними та кількісними показниками відсортованих побутових відходів;
- контроль за відповідністю місць тимчасового зберігання цих відходів нормам екологічного та санітарно-гігієнічного законодавства (необхідно постійно підтримувати належний санітарно-технічний стан контейнерних майданчиків та розміщених на них контейнерів);
- нагляд за дотриманням природоохоронного законодавства та законодавства охорони праці під час передавання таких відходів сторонній організації.

Процес переходу підприємств на систему роздільного збирання змішаних побутових відходів можуть уповільнювати різноманітні чинники, такі як: потреба у фінансових затратах для запуску системи; необхідність виділення достатньо часу для кожного етапу впровадження системи роздільного збирання побутових відходів; складність розділення різних компонентів побутових відходів.

Перехід на систему роздільного збирання побутових відходів має низку переваг:

- мінімізація питомого негативного впливу на довкілля та природні ресурси;
- перетворення відходів на цінну сировину;
- можливість отримати максимальну вигоду з відпрацьованих залишків;
- імідж компанії (роздільне збирання змішаних побутових відходів є елементом концепції «Зеленого офісу»);
- підвищення екологічної дієвості підприємства;
- готовність підприємства переходити на більш екологічні норми роботи.

Висновки. Отже, послідовність алгоритму переходу підприємства на систему роздільного збирання побутових відходів передбачає підбір раціональної схеми процесу переходу з наступним здійсненням екологічного нагляду, що

базується на постійному обліку та контролю за якісними і кількісними показниками відсортованих побутових відходів. Такий підхід до управління змішаними побутовими відходами зменшить загальний обсяг утворення цих відходів, збільшить їх термін накопичення у контейнерах та покращить якісні показники ресурсоцінних компонентів.

Бібліографічний список

1. Про затвердження Методичних рекомендацій з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів: Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 07.06.2010 р. № 176: станом на 07.06.2010 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0176662-10#Text> (дата звернення: 14.04.2024).

2. Про управління відходами: Закон України від 31.03.2023 р. № 2320-IX: станом на 29.06.2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 14.04.2024).

3. Реформа системи управління відходами дозволить скоротити кількість українських територій, завалених сміттям. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України*. URL: <https://mepr.gov.ua/reforma-systemy-upravlinnya-vidhodamy-dozvolyt-skorotyty-kilkist-ukrayinskyh-terytorij-zavalenyh-smittyam-2/> (дата звернення: 14.04.2024).

СТІЧНІ ВОДИ М'ЯСОПЕРЕРОБКИ ЯК ДЖЕРЕЛО ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ КОМПОНЕНТІВ ДОБРИВ

Ю. В. Подоба, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0003-1000-7946](https://orcid.org/0000-0003-1000-7946)

О. В. Тертична, д. б. н.,
ORCID ID: [0000-0002-9514-2858](https://orcid.org/0000-0002-9514-2858)

Інститут агроекології і природокористування НААН

Технології переробки побічних органічних продуктів з отриманням добрив спрямовані на запобігання територіально обмеженому накопиченню відходів, що містять велику кількість залишкових органічних речовин. Такі технології

передбачають виділення, концентрацію і переведення органічних субстратів у форму, що дозволить зберігати, транспортувати і механізовано вносити органіку для відновлення балансу поживних речовин у ґрунті. З року в рік з урожаєм сільськогосподарських культур ґрунти втрачають велику кількість органічних речовин і хімічних елементів, більшу частину яких практично неможливо компенсувати. Дисбаланс кругообігу органічної речовини спричиняє мінералізацію ґрунтів та підвищує викиди вуглекислого газу сільськогосподарськими угіддями. Створення раціональних технологій, що дозволяють переробляти різну побічну органічну сировину, підвищує кругообіг поживних речовин за рахунок підвищення технологічності отриманого органічного субстрату та збільшення площі внесення у ґрунт.

Джерелом сировини для переробки відходів на органічні добрива можуть бути підприємства, які використовують рослинну продукцію як сировину, або мають побічну продукцію з високим залишком органічних і мінеральних речовин рослинного або тваринного походження. Сировиною для органічних добрив є гній та рідкі стоки з підприємств утримання тварин, тверді відходи та стічна вода підприємств харчової промисловості, зокрема пивоваріння, м'ясопереробки, молокопереробки, хлібопекарні, спиртзаводи, виноробні підприємства й інші.

Стічні води м'ясопереробки характеризуються широким спектром різних речовин органічної та неорганічної природи, зокрема в них знаходиться значна кількість білків. У ковбасних і консервних цехах до стоків додається селітра, що додатково збільшує кількість розчинених азотних сполук, також у стічну воду можуть потрапляти й інші неорганічні речовини, що використовуються в технології виробництва м'ясних продуктів.

У м'ясній промисловості використовується значна кількість води, в результаті чого утворюється великий об'єм стоків, що містять органічні речовини. Умовно вони поділяються на жирові та нежирові виробничі стоки, частка яких становить приблизно 10% і 70% відповідно, при цьому на інші 20% припадають побутові та умовно-чисті води, що надходять із систем обігріву та охолодження. Тому основна частина органічних речовин припадає на тваринні жири, білки, кров,

що надходять у стічні води з приміщень первинної переробки м'ясної сировини, а також біогенні елементи, що входять до складу амінокислот, і є у формі фосфатів і амонійних сполук.

Стічні води м'ясокомбінатів утворюються від миття і замочування сировини, від миття технологічного обладнання, котлів, підлог, стін, а також у інших технологічних процесах. У харчових виробництвах, у тому числі у м'ясопереробці, не використовують токсичні речовини, що негативно впливають на живі організми. Великий вміст тваринної органіки обумовлює високий рівень використання розчиненого у воді кисню на її окислення. Це визначає високий рівень БСК і ХСК, а також великий вміст завислих речовин і емульсій у формі колоїдних розчинів. Такі стічні води мають рН у межах 6,2-7,6 і високий вміст до 2% завислих речовин. Також стічна вода м'ясопереробних підприємств містить амонійний нітроген і фосфати у кількості 178 мг/дм³ і 128 мг/дм³ відповідно [1]. Показники хімічного споживання кисню є на рівні 3430 мг О₂/дм³, а біологічне споживання кисню 1788 мг О₂/дм³. Відношення БПКповн/ХПК > 0,5 і складає в середньому 0,64 за оптимального значення 0,75 і нижньої межі, що становить 0,4, – тож для трансформації органічних речовин доцільно застосовувати аеробні біологічні методи [2].

В Інституті агроекології і природокористування НААН розробляються технології, які дозволяють переробляти різну органічну сировину на гранульоване органічне добриво [3]. Оптимізація технологічних параметрів збору, концентрації, зневоднення, висушування і гранулювання органічного осаду після біологічного очищення стоків дасть змогу знизити накопичення рідких стоків, мулу та органічних відходів навколо підприємств харчової промисловості.

Висновки. Стічні води м'ясопереробної промисловості переважно містять достатню кількість поживних елементів для біологічної трансформації розчинених у рідких стоках речовин та переведення їх у тверду фракцію для отримання сухих компонентів органічних добрив. Для отримання твердої фракції органічних речовин із стічних вод м'ясопереробки доцільно застосовувати аеробні біологічні методи. Адаптація наявних технологій біологічного очищення стоків дозволить

переробляти розчинені поживні речовини та отримувати гранульовані органічні добрива з твердої фракції очистки.

Бібліографічний список

1. Savchuk L., Znak Z., Kurylets O., Mnykh R., Olenych R. Research into processes of wastewater treatment at plants of meat processing industry by flotation and coagulation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 3/10. Vol. 87. P. 4-9. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.101736>

2. Ковальчук В. А., Ковальчук О. В., Самелюк В. І. Біотехнологія очистки стічних вод підприємств харчової промисловості. Доповідь на конференції. URL: <https://core.ac.uk/display/11336715>

3. Пінчук В. О., Подоба Ю. В., Тертична О. В., Кривохижа Є. М., Дешко В.І., Мінералов О. І. Екологічно безпечні технології переробки побічної продукції тваринного походження з отриманням органічного добрива. Науково-методичні рекомендації. Київ : ДІА, 2023. 50 с.

Секція 6.

ЕКООСВІТА, ЕКОТУРИЗМ ТА ЕКОРЕКРЕАЦІЯ

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ

С. Я. Ригайло

ORCID ID: [0009-0002-0871-8351](https://orcid.org/0009-0002-0871-8351)

Західний науковий центр НАН України і МОН України

Ознакою сучасного світу є глибокі і стрімкі зміни, що стосуються всіх сфер життя. Така інтенсивність розвитку поглиблює одну з найактуальніших проблем сучасності – проблему збереження природи.

Для України проблема забезпечення гармонійного та невиснажливого природокористування посилюється надзвичайно згубними наслідками воєнних дій на нашій території. Тому, одним з основних завдань сьогодення та в повоєнний час є збереження та відновлення природи для теперішніх і майбутніх поколінь.

Сформована Західним науковим центром НАН України і МОН України експертна група визначила напрям «Сталий розвиток, раціональне природокористування», як один із пріоритетних напрямів розвитку західного регіону України [1].

Для ефективного вирішення екологічних проблем наш регіон певною мірою забезпечений фахівцями вищої категорії. Зокрема, в економіці регіону працювало близько 60 фахівців вищої кваліфікації (докторів та кандидатів наук) за спеціальністю «Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища», близько 80 – «Екологія», близько 50 – «Прилади та методи контролю та визначення складу речовин» та ін. [1]. У складі Національної академії наук України функціонує Інститут екології Карпат. Інститут, окрім іншого, здійснює підготовку фахівців за кваліфікаційним рівнем «доктор філософії». Освітньо-наукова програма за спеціальністю «Екологія» сфокусована на проведенні наукових досліджень у сфері екології та охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів, наукових основ

збереження біорізноманіття та створення природоохоронних територій, покращення сучасного стану та підвищення стійкості екосистем [2].

В Україні 91 заклад вищої освіти готує фахівців за спеціальністю 101 «Екологія», з них 21 розташований у західному регіоні. На регіональному рівні заклади вищої освіти володіють потенціалом для підготовки понад 1700 осіб за кваліфікаційним рівнем «Бакалавр» та понад 300 – за кваліфікаційним рівнем «Магістр»². За цими показниками на загальному тлі виділяються Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (разом 209 осіб), Львівський національний університет природокористування (разом 208 осіб), Національний лісотехнічний університет України (разом 200 осіб) (табл. 1).

Таблиця 1

**Кількість здобувачів вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія»
(західний регіон)**

	Установа	Кількість здобувачів (за усіма роками навчання)		
		бакалавр	магістр	доктор філософії
Волинська область				
1.	Волинський національний університет імені Лесі Українки	64	10	
2.	Луцький національний технічний університет	148	24	
Закарпатська область				
3.	Ужгородський національний університет	46	14	3
Івано-Франківська область				
4.	Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу	92	17	23
5.	Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника	56	10	27
Львівська область				
6.	Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка	15		

² Тут і далі вказано загальну кількість осіб за усіма роками навчання

	Установа	Кількість здобувачів (за усіма роками навчання)		
		бакалавр	магістр	доктор філософії
7.	Львівський державний університет безпеки життєдіяльності	85	11	10
8.	Львівський національний університет природокористування	161	47	9
9.	Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького	190	19	
10.	Львівський національний університет імені Івана Франка	93	15	13
11.	Національний лісотехнічний університет України	154	46	
12.	Національний університет «Львівська політехніка»	96	46	10
Рівненська область				
13.	Національний університет водного господарства та природокористування	98	11	15
14.	Рівненський державний гуманітарний університет	11	10	5
Тернопільська область				
15.	Бережанський агротехнічний інститут	117		
16.	Західноукраїнський національний університет	102	15	
17.	Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка	25	7	
Хмельницька область				
18.	Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка	26	8	
19.	Подільський державний університет	28	5	
20.	Хмельницький національний університет	89	6	
Чернівецька область				
21.	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича	37	14	8
Всього по закладах вищої освіти		1733	335	123
	Інститут екології Карпат НАН України			7
Разом по регіону		1733	335	130

Джерело: складено автором на основі [3].

Як відомо, універсальних методів захисту навколишнього природного середовища, які б радикально вирішували проблему боротьби із забрудненнями, поки не існує. І тільки поєднання декількох, раціонально підібраних і науково обґрунтованих заходів у кожному конкретному випадку може спричинити бажані результати охорони природного середовища. Тому, у світі проблемам розробки та впровадження технологій захисту навколишнього середовища приділяють дедалі

більше уваги. Технології захисту навколишнього середовища стали одним із найважливіших науково-практичних трендів ХХІ століття.

В Україні цьому напряму приділяли недостатньо уваги. Один з доказів – кількісно незначна підготовка кадрів за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища». У 2023-2024 навчальному році у західному регіоні України тільки сім закладів вищої освіти готували таких фахівців, в Україні – 32 (табл. 2).

Таблиця 2

**Кількість здобувачів вищої освіти за спеціальністю
183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(західний регіон)**

	Установа	Кількість здобувачів (за усіма роками навчання)		
		бакалавр	магістр	доктор філософії
Івано-Франківська область				
1.	Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу	35	12	4
Львівська область				
2.	Львівський національний університет природокористування	164		
3.	Львівський національний університет імені Івана Франка	12	14	
4.	Національний лісотехнічний університет України	156	60	3
5.	Національний університет «Львівська політехніка»	54	75	7
6.	Українська академія друкарства		114	
Рівненська область				
7.	Національний університет водного господарства та природокористування	112	34	
Всього по регіону		533	309	14
Україна		1651	837	145

Джерело: складено автором на основі [3].

Загалом в Україні за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища» налічується 1651 здобувач вищої освіти за кваліфікаційним рівнем «Бакалавр» та 837 здобувачів – за кваліфікаційним рівнем «Магістр» (кількість зафіксована за усіма роками навчання). Третина студентів отримують освіту за

вказаною спеціальністю у закладах вищої освіти, розташованих у західних областях України.

Проте, науково-освітній рівень у закладах вищої освіти, який дозволяє здобути ступінь доктора філософії за спеціальностями екологічного спрямування, розвинений недостатньо. Запит на підвищення кваліфікаційного рівня нівелюється, в тому числі, і через низький рівень фінансового забезпечення майбутніх фахівців.

Якість освітнього процесу в Україні забезпечується через сертифікацію, яка підтверджує відповідність освітньої програми закладу вищої освіти за відповідною спеціальністю та рівнем вищої освіти стандарту вищої освіти і дає право на видачу диплома державного зразка за цією спеціальністю [4].

Триступенева система навчання (бакалавр, магістр, доктор філософії), запроваджена в закладах вищої освіти, та якісно розроблені освітні програми дозволяють формувати особистість із сучасним світоглядом, яка різнобічно підготовлена до діяльності в галузі екології і охорони навколишнього природного середовища.

Бібліографічний список

1. Ригайло С. Я., Мицишин О. Я. Розроблення та реалізація методики визначення пріоритетів науково-технічного розвитку регіону (на прикладі західного регіону України). *Вісник Львівської державної фінансової академії*. 2013, № 24. С. 238-244.
2. Інститут екології Карпат НАН України. Науково-освітня програма з підготовки доктора філософії за спеціальністю 101 Екологія. URL: <https://ecoinst.org.ua/pdf/IEK-NANU-osvitno-naukova-prohrama.pdf>
3. Реєстр суб'єктів освітньої діяльності. Заклади вищої освіти. URL: <https://registry.edbo.gov.ua>.
4. Про вищу освіту: Закон України від 1 липня 2014 року № 1556-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТНЬО-ВИХОВНА РОБОТА В БІОСФЕРНОМУ ЗАПОВІДНИКУ «АСКАНІЯ-НОВА»

Н. О. Корінець, к. с.-г. н.,

ORCID ID: [0000-0003-0843-1370](https://orcid.org/0000-0003-0843-1370)

Біосферний заповідник «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН

Екологічну освітньо-виховну роботу було розпочато в Асканії-Нова ще на початку ХХ століття. Власник маєтку Фрідріх Едуардович Фальц-Фейн не лише заповідав «захисну ділянку степу» і заснував зоопарк, а й надавав доступ до останнього, а також до музею і парку. У 1903 році зоопарк і природничий музей відвідали перші 103 екскурсанти. У 1909–1918 роках в Асканії-Нова побувало 10655 відвідувачів [3]. Екскурсійна робота продовжувалася й надалі, особливо багато туристів відвідували Асканію-Нова у 1970–1980-х роках. Після реорганізації заповідника у Всесоюзний науково-дослідний інститут гібридизації та акліматизації тварин «Асканія-Нова» у 1933 році питання охорони природи у проведенні екскурсійної діяльності поступилися місцем досягненням сільськогосподарської науки і виробництва. Програма курсів підготовки екскурсіводів (створені в 1958 році) у радянські часи була заполітизованою [3]. Після включення заповідника «Асканія-Нова» до міжнародної мережі біосферних резерватів у грудні 1984 року і, особливо, після відокремлення від Інституту тваринництва степових районів «Асканія-Нова», відвідувачам надавали знання про охорону природи, збереження біорозмаїття. У 1996 році було створено сектор екологічної пропаганди, у 2019 році перейменований у сектор екологічної освітньо-виховної роботи (далі Сектор). Поступово заповідник став регіональним еколого-просвітницьким центром. Було створено і розширено мережу екскурсійних маршрутів, які щороку відвідували десятки тисяч туристів. У 2009 році заповідник став переможцем на конкурсі «Сім природних чудес України», і його відвідала рекордна кількість екскурсантів. Пізніше відбувся спад туристичного потоку. Особливо помітним він був у на початку російсько-української війни – вже з весни 2014 року. Внаслідок розташування заповідника поблизу Криму кількість туристів зменшилася до 36 тисяч осіб, що склало 40,3% від показників попереднього року.

Слід зазначити, що надходження від проведення екскурсійної діяльності використовували для підтримання колекцій зоо- та дендропарку. Надалі кількість туристів поступово зростала і, незважаючи на COVID-19, у 2021 році заповідник відвідали 117,8 тисяч осіб. Реалізація квитків і надання послуг з екскурсійного обслуговування забезпечили надходження до спеціального фонду заповідника у 2021 році понад 11,1 млн гривень [1]. Крім надання послуг за квитками, заповідник традиційно безкоштовно (самостійно і в супроводі екскурсовода) відвідувала значна кількість туристів. У 2021 році таких було 6102 особи, тобто 5,2% від загальної кількості екскурсантів. Утім, заповідник відвідувала значно більша кількість людей, оскільки вхід у дендрологічний парк «Асканія-Нова» безкоштовний і облік тих, хто побував у ньому, ніколи не вівся. Для мешканців селища, меншою мірою – для жителів навколишніх сіл, парк традиційно був місцем відпочинку, проведення фотосесій, занять спортом тощо. Екскурсійний сезон у заповіднику тривав з 1 квітня до 10 листопада, проте дендрологічний парк був відкритим увесь рік.

На території заповідника створено 6 (діяло 5) екскурсійних маршрутів (оглядова екскурсія по зоопарку і дендропарку «Перлина в степу», екскурсія дендропарком «Лісова казка», екскурсія зоопарком «У світі тварин», еколого-просвітницька екскурсія «Ретрофотосафарі» на автомобілях, пішохідна еколого-просвітницька екскурсія «Історичними місцями зоопарку») і 2 екологічні стежки (територією ділянки заповідного степу «Стара» та «У лісову казку» в дендропарку). Найбільшою популярністю серед туристів користувалися екскурсія «Перлина в степу» і унікальна екскурсія «Ретрофотосафарі» з виїздом у загони ділянки «Великий Чапельський під», де утримуються приблизно 1,5 тисячі копитних переважно у напіввільних умовах. Маршрути і стежки створювалися таким чином, щоб відвідувачі могли дізнатися якомога більше про заповідник, особливості біології рідкісних та екзотичних видів рослин і тварин, проблеми збереження біорізноманіття. Також туристи могли відвідати виставку "Світ тварин", де представлено частину колекційного музейного фонду заповідника.

Оскільки у штаті Сектора працювали лише сім фахівців, які могли проводити екскурсії, для роботи впродовж екскурсійного сезону приймали на договірних засадах до 30 місцевих мешканців, які безкоштовно навчалися на курсах підготовки та підвищення кваліфікації екскурсоводів за розробленою спеціалістами заповідника програмою. Ці курси тривали три місяці, лекції і практичні заняття проводили науковці і співробітники Сектора. Екскурсоводами могли бути особи, які досягли віку 14 років. Місцеве населення також надавало послуги з проживання, харчування, реалізації сувенірів. У 2021 році було налагоджено співпрацю з 26 туристичними організаціями, які організовували прибуття туристів [1]. Значна кількість осіб відвідувала заповідник самостійно.

Крім екскурсійної діяльності, заповідник здійснював інші напрями екологічної освітньо-виховної роботи. Співробітники наукового відділу та Сектора за укладеними з навчальними закладами регіону договорами читали лекції, лекції-презентації, проводили тематичні лекції-екскурсії, бесіди, тематичні експедиції, уроки любові до природи, вікторини, конкурси, екологічні ігри. На базі заповідника у різні роки працювали гуртки екологічного спрямування «Дослідники заповідних стежок Херсонщини» і «Юні екскурсоводи». Заповідник співпрацював із «Центром еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді» Херсонської обласної ради, який організовував щорічні табори та експедиції, а також із Генічеською та Чаплинською станціями юннатів. Співробітники заповідника надавали допомогу слухачам, кандидатам і дійсним членам Малої академії наук України під час виконання науково-дослідницьких робіт та їх рецензування.

Науковці заповідника з 2015 року регулярно проводили навчання з підвищення кваліфікації наукових працівників за спеціальністю «Заповідна справа» для співробітників установ Національної академії аграрних наук, заповідників, національних парків, спеціалістів з охорони природи.

На базі заповідника «Асканія-Нова» проводилися конференції та круглі столи (у тому числі міжнародні), тренінги, науково-практичні семінари, робочі наради і зустрічі, дні відкритих дверей зоопарку, урочисті збори, міжнародні, всеукраїнські, регіональні і місцеві екологічні акції. У 2014 і 2019 році в Асканії-

Нова провели відкриття літнього туристичного сезону Херсонщини. Установа організувала та брала участь у багатьох виставках і форумах. Співробітники (насамперед науковці) щороку надавали десятки інтерв'ю для телебачення, радіо, журналістам періодичних видань, інформацію для сайтів та інтернет-порталів, а також консультації. Щороку видавався науковий журнал «Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова», науковці публікували результати досліджень у вітчизняних і закордонних виданнях.

Бібліотека заповідника обслуговувала працівників установи, Інституту «Асканія-Нова», мешканців селища, науковців, викладачів і студентів. Її фонд на 1 січня 2022 р. налічував 15099 екземплярів книг, рукописів та журналів. У науковому архіві зберігалися 2605 документів. У Секторі були картини і 61 копія світлин, які заповіднику подарував барон Е.О. Фальц-Фейн [1].

На початку 2022 року було заплановано заходи з покращання проведення екологічної освітньо-виховної роботи, проте вторгнення російських військ не дозволило втілити задумане. З об'єктивних причин екскурсійну діяльність було припинено. Натомість інші заходи намагалися проводити до часу захоплення установи російськими окупантами, яке відбулося 20 березня 2023 року. У 2022 році проведено 3 дні відкритих дверей для мешканців регіону та заходи у рамках 10 міжнародних, всеукраїнських і регіональних екологічних акцій та свят, 26 заходів екологічного спрямування, 13 лекцій, 3 бесіди, курси за спеціальністю «Заповідна справа», надано 13 інтерв'ю та інформацію для двох сайтів [2]. Працювали гурток «Юні екскурсоводи» і бібліотека. Для юннатів надавали онлайн консультації. Усе це допомагало жителям громади, особливо дітям, витримувати життя в окупації. У 2023 році науковці, які змушені були виїхати з тимчасово окупованої території, продовжили здійснювати екологічну освітньо-виховну роботу. Проведено лекції для студентів двох університетів і учнів училища, здійснено керівництво виробничою практикою, надано консультації. Організовано два круглих столи. Видано науковий журнал, збірник наукових праць, співробітники опублікували 51 статтю, взяли участь у 20 конференціях, семінарах і круглих столах, надали понад 40 інтерв'ю і виступів на телебаченні та радіо. Після звільнення окупованих

територій екологічну освітньо-виховну роботу заповідника буде відновлено у повному обсязі.

Висновки. Біосферний заповідник «Асканія-Нова» упродовж багатьох років був регіональним центром екологічної освітньо-виховної роботи. Російсько-українська війна негативно впливала на екскурсійну діяльність – з 2014 року опосередковано, з 2022 року – прямо. Упродовж 13 місяців окупації в заповіднику здійснювалася екологічна освітньо-виховна робота, яку певною мірою було продовжено після фактичного захоплення установи росіянами і виїзду співробітників на підконтрольну Україні територію.

Бібліографічний список

1. Літопис природи Біосферного заповідника «Асканія-Нова». Том 39 за 2021 рік. Асканія-Нова, 2022. 312 с. № держреєстрації ДР 0121U108395.
2. Літопис природи Біосферного заповідника «Асканія-Нова». Том 40 за 2022 рік. Асканія-Нова, 2023. 259 с. № держреєстрації ДР 0121U108395.
3. Татаренко Л.Л. З історії екскурсійної діяльності в Асканії-Нова. Традиції заповідної справи, сучасні проблеми збереження та повоєнного відновлення територій природно-заповідного фонду: *збірка наукових праць за матеріалами всеукраїнського круглого столу, присвяченого 160-й річниці із дня народження Фрідріха Фальц-Фейна, вченого у галузях акліматизації, тваринництва, рослинництва, заповідної справи, природокористування* (8 квітня 2023 р., Екологічна дослідницька станція "Глибокі Балики", с. Балико-Щучинка) / за ред. В. В. Шаповала. Чернівці : Друк Арт, 2023. С. 185–186. (Серія: «Conservation Biology in Ukraine». Вип. 32).

СТВОРЕННЯ НОВИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ – ЗАПОРУКА ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ

З. І. Мамчур, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0003-0527-5639](https://orcid.org/0000-0003-0527-5639),

А. О. Кийко

Львівський національний університет імені Івана Франка

Широкомасштабне вторгнення рф до України у 2022 р. вже завдало і далі завдає непоправних втрат дикій природі. Відповідно до інформації Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України (Міндовкілля) майже 20% об'єктів ПЗФ уражені війною [1]. Війська агресора ведуть бойові дії на території близько 900 природоохоронних територій на площі понад 12 406 кв. км, що становить 27% загальної площі ПЗФ. На території 2 млн. 900 тис га лісових екосистем мали місце пожежі, 567 тис га перебувають у зоні окупації. Існує також загроза втратити певних заповідних об'єктів назавжди. Під впливом війни перебувають 2 біосферних і 8 природних заповідників, 12 НПП, 200 територій Смарагдової мережі. За попередніми даними Міндовкілля, понад 1 млн 200 тис. га природоохоронних територій потребують обстеження та розмінування.

На території Львівської області станом на березень 2024 року відповідно до даних Департаменту екології та природних ресурсів Львівської ОВА (ДЕПР) налічується 419 територій та об'єктів, з яких 390 мають місцеве значення, площею понад 182 050 га, що складає 8,3% від площі території області. З них – 1 природний заповідник, 5 національних природних парків, 5 регіональних ландшафтних парків, 10 заказників державного і 72 заказники місцевого значення, 2 пам'ятки природи загальнодержавного і 209 – місцевого значення, з яких 9 є пралісовими, 2 ботанічні сади загальнодержавного і 1 – місцевого значення, 1 зоопарк місцевого значення, 2 дендропарки загальнодержавного і 4 – місцевого значення, 7 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва загальнодержавного і 61 місцевого значення, 37 заповідних урочищ місцевого значення [4].

Упродовж 2023-2024 років на Львівщині завдяки зусиллям ГО «Дунайсько-Карпатська Програма» (ДКП), «Українська природоохоронна група» (УПГ), ДЕПР

та рішеннями Львівської обласної ради (ЛОР) вдалося створити низку нових об'єктів ПЗФ та розширити межі деяких наявних [2].

Ландшафтний заказник місцевого значення «Бескиди» створений на підставі обґрунтування УПГ рішенням ЛОР від 30.03.2023 № 463 загальною площею 1562,4 га на території філії «Самбірське лісове господарство» ДП «Ліси України» у межах Стар'явського та Добромильського лісництв. Метою створення є збереження старовікових ділянок природних лісів, видів біоти, які віднесені до Червоної книги України, формування транскордонної екологічної мережі польсько-українського прикордоння в межах лісового господарства, без вилучення території в землекористувача. У складі деревостану переважають бук і ялиця, як домішка трапляються явір, граб, дуб, береза, осика, липа, сосна та інші види дерев. Вік окремих старовікових дерев ялиці і бука тут сягає подекуди до 300-400 років. За матеріалами обґрунтування УПГ на території заказника виявлено значні площі оселища G1.6 Букові ліси, які підлягають охороні відповідно до Резолюції 4 Бернської конвенції.

Пралісову пам'ятку природи (ППП) «Близці» створено на підставі обґрунтування ДКП рішенням Львівської обласної ради від 30.03.2023 р. № 457 площею 90,1 га для охорони унікальних квазіпралісових ділянок Опорецького лісництва філії «Славське лісове господарство» ДП «Ліси України». На території ростуть багатоярусні букові ліси віком 137-197 років.

Гідрологічний заказник місцевого значення «Травертинові джерела» створений на підставі обґрунтування ДКП рішенням ЛОР від 30.03.2023 р. № 457 площею 4,4 га на території філії «Львівське лісове господарство» ДП «Ліси України» у межах Винниківського лісництва. Метою оголошення заказника – збереження травертинових формацій, які є специфічними карбонатними породами осадового типу, слугують оселищами багатьох рідкісних видів біоти та формують унікальний осередок біорізноманіття, без вилучення території у землекористувача.

Дендрологічний парк місцевого значення «Львівська Софіївка» створено на підставі обґрунтування науковців НЛТУ України рішенням ЛОР від 30.03.2023 № 460 площею 1,426 га у м. Львів на території КЗ ЛОР «Львівський обласний центр

еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді». Метою створення є збереження комплексу, який має історичну, культурну та природоохоронну цінність без вилучення у землевласника/землекористувачів.

Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення «Міський парк відпочинку «Здоров'я» створений рішенням ЛОР від 30.09.2021 № 218 у межах Золочівської міської ради (без вилучення в землевласника) з метою збереження цінних природоохоронних комплексів і використання їх у виховних, наукових, природоохоронних та оздоровчих цілях, підтримання загального екологічного балансу, задоволення естетичних потреб громадян. Площа парку – 23, 44 га, у тому числі водойма займає 6 га.

Рішенням ЛОР № 550 від 27.02.2024 на підставі обґрунтувань ДКП було оголошено чотири пралісові пам'ятки природи місцевого значення: «Багнувата», «Кийовець», «Кичера Кропивина» та «Секул» у межах ДП «Ліси України». ППП «Багнувата» створена на території Ільницького лісництва філії «Самбірське ЛГ» загальною площею 44,7 га для збереження унікальних пралісових ділянок з буковим різновіковим багатоярусним насадженням природного походження віком 97-165 років з домішкою клена-явора і ялиці білої. ППП «Кийовець» загальною площею 36 га створена на території Коростівського лісництва філії «Сколівське ЛГ» для збереження унікальних природних лісів і квазіпралісів, представлених буковим різновіковим багатоярусним насадженням віком до 160 років за участі ялиці білої з домішкою ялини європейської та в'яза шорсткого. ППП «Кичера Кропивина» створена на території Козівського лісництва філії «Сколівське ЛГ» загальною площею 50,3 га з метою збереження унікальних природних лісів і квазіпралісів, представлених ялиново-буковими і яворо-буковими насадженнями віком до 170 років за участі ялиці білої. ППП «Секул» створена на території Коростівського лісництва філії «Сколівське ЛГ» загальною площею 28,2 га для збереження унікальних природних лісів і квазіпралісів, представлених буковими та ялиновими різновіковими багатоярусними насадженнями віком до 180 років за участі ялиці білої з домішкою ялини європейської та клена-явора.

На підставі клопотання ДКП та рішення ЛОР № 549 від 27.02.2024 р. розширено на 4 га до 57 га площу заповідного урочища «Катина» на території Стар'янського лісництва філії «Самбірське ЛГ» ДП «Ліси України» для збереження змішаного біологічно стійкого деревостану віком понад 130 років, який складається з бука лісового, ясена звичайного, клена-явора, ялиці білої, ялини європейської, в'яза шорсткого і граба звичайного та гриба гериція коралоподібного, що внесений до Червоної книги України.

З метою збереження місць поширення еритронія європейського (*Erythronium dens-canis* L.), зозулиних сліз яйцеподібних (*Listera ovata* (L.) R.Br.), лілії лісової (*Lilium martagon* L.), любки дволистої (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.), які віднесено до Червоної книги України, живокоста дрібночашечкового (*Symphytum microcalyx* Opiz) і медунки м'якої (*Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem) на території Гологірського лісництва філії «Золочівське лісове господарство» ДСП «Ліси України» за рішенням ЛОР за № 551 від 27.02.2024 р та № 574 від 12.03.2024 створено два ботанічні заказники місцевого значення «Мокрий діл» площею 21,8 га та «Чемеринці» площею 0,94 га.

Створено низку ботанічних пам'яток природи, зокрема: «Дуби Лянга», «Дуби Кулича», «Дуби Рекленця», «Дуби Зіболки», «Сихівський дуб», «Сосна чорна», «Дуб Уейського», «Дуб села Гряда-Мирівка», «Група дубів звичайних», «Вікові дуби в урочищі «Великий» [2].

Упродовж 2023-2024 років відбулось розширення меж і збільшення територій низки об'єктів ПЗФ: ландшафтного заказника місцевого значення «Маківка», парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Снопківський» у м. Львів, НПП «Сколівські Beskidi». Також було змінено і розширено межі ландшафтного заказника місцевого значення «Моршинський» та ландшафтного заказника місцевого значення «Бориславський» (рішення ЛОР № 496 і 497 від 25.07.2023).

На підставі клопотань ДКП очікують оголошення створення ЛОР у 2024 р. ще 4 ППП: «Валеччина-Бердо» (154 га), «Гостилівська» (46,5 га), «Під Плаєм» (136,4 га), «Терліська» (41,2 га) загальною площею 378,1 га. До цього часу на

розгляді в ДП «Ліси України» знаходяться клопотання ДКП про погодження створення 4 ППП: «Розгірчанський ліс» (274,8 га), «Лаврівська» (60,9 га), «Кропивничек-Ровінь» (29,9 га), «Добошівка» (33, 1 га) загальною площею 438,7 га, які в минулі роки вже погодили тодішні державні лісогосподарські підприємства.

Така тенденція оголошення нових територій ПЗФ у Львівській області свідчить про розуміння важливості збереження природи та біорізноманіття як серед громадськості, у державних структурах і в ЛОР. Але нас турбує тривале зволікання ДП «Ліси України» із прийняттям погоджень про створення нових ППП, яке з червня 2023 р. гальмує цей процес.

Бібліографічний список

1. URL: <https://mepr.gov.ua/ministr-ruslan-strilets-razom-iz-kerivnykamy-natsparkiv-ta-zapovidnykiv-pidbyv-pidsumky-2023-roku-ta-obgovoryv-plany-na-2024-rik/>
2. Мамчур З. І., Війтик О. Г., Шемелинець І. Л. Об'єкти природно-заповідного фонду, створені у Львівській області упродовж 2021-2023 років. Сучасний стан збереження природного різноманіття та сталого використання ресурсів природно-заповідних територій. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 25-річчю створення Яворівського національного природного парку. (сmt. Івано-Франкове, Яворівський національний природний парк). 2023. С. 29–34.*
3. Рішення Львівської обласної ради (<https://lvivoblrada.gov.ua>) від 2023-2024.
4. URL: <https://deplv.gov.ua/merezha-terytorij-ta-obyektiv-pryrodno-zapovidnogo-fondu/>.

РОЗРОБКА ЕКОЛОГІЧНОЇ СТЕЖКИ – АВТОМОБІЛЬНИЙ МАРШРУТ «МАНДРІВКА ХОЛОДНИМ ЯРОМ»

А. В. Плужник, аспірант, молодший науковий співробітник,

ORCID: [0000-0003-2644-6222](https://orcid.org/0000-0003-2644-6222),

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

Національний природний парк «Холодний Яр»

Ю. Б. Мокренчук, заступник директора

ORCID: [0009-0003-5973-9651](https://orcid.org/0009-0003-5973-9651),

М. А. Сорочан, ORCID: [0009-0005-1148-7277](https://orcid.org/0009-0005-1148-7277),

начальник науково-дослідного природоохоронного відділення «Грушківське»,

Національний природний парк «Холодний Яр»

Туристична галузь на території Холодноярських лісів почала розвиватися ще з минулого століття, проте особливого розвитку досягає лише зараз. Національний природний парк «Холодний Яр» (далі – Парк), створений у 2022 році [1], має унікальні лісові ландшафти, відомі завдяки історичним подіям, що відбувалися тут у період Національно-визвольної війни під проводом Богдана Хмельницького, Коліївщини, Української революції 1917-1921 рр., Другої світової війни та сучасності. Серед історико-культурних рекреаційних ресурсів Холодного Яру найбільш відомими є тисячолітній Дуб Максима Залізняка, пам'ятка археології «Мотронинське городище» скіфської доби, Святотроїцький Мотронинський монастир, пам'ятний знак «Склик», пам'ятники та пам'ятні знаки доби Української революції та Другої світової війни та Пантеон Героїв. З року в рік кількість бажаючих відвідати Холодний Яр зростає в рази.

У зв'язку із забороною відвідування лісів у Черкаській області на час дії правового режиму воєнного стану [2] лісові масиви Парку закриті для відвідування. Проте, працівниками природоохоронної установи розроблено автомобільний маршрут «Мандрівка Холодним Яром», яким можуть скористатися всі охочі ознайомитися з історико-культурною та природничою цінністю Холодного Яру. Використання автомобільного маршруту передбачається впродовж світлового дня протягом року.

Маршрут прокладено дорогою загальнодержавного значення, яка проходить територією Парку. Екскурсійний шлях репрезентує історію про визначні

події Холодного Яру, природу, археологію цього краю. Протяжність маршруту становить 11 км, ємність – 500 осіб/день. Маршрут облаштований вказівниками, інформаційними стендами, картосхемами, що містять загальну інформацію про Холодний Яр.

До екскурсійних об'єктів на маршруті належать: Вежа (долина півоній), Адміністрація Парку, місце загибелі Головного отамана Холодного Яру Василя Чучупака, Гайдамацький став, Мотрининський монастир, Пантеон Героїв, Скіфські вали та кургани Мотронинського городища, Дуб Максима Залізняка (хутір Буда), позначені на відповідній картосхемі (рис. 1).

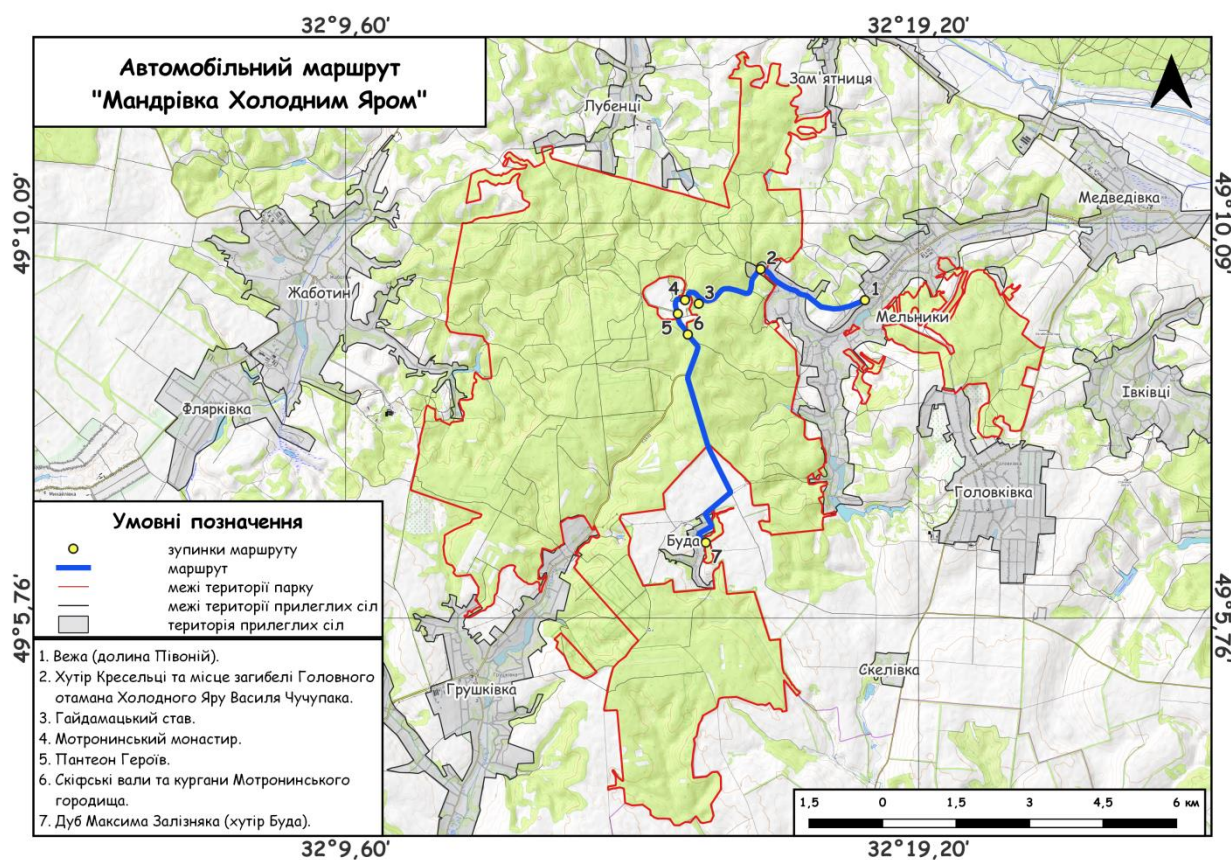


Рис. 1. Картосхема автомобільного маршруту «Мандрівка Холодним Яром»

Розпочинається маршрут від вежі в долині півоній (с. Мельники), далі пролягає до адміністрації НПП «Холодний Яр» на хуторі Кресельці та місця загибелі Головного отамана Холодного Яру Василя Чучупака. Біля приміщення адміністрації Парку можна побачити цікаву споруду – «Готель патріотичних комах», створену з природних матеріалів конструкцію, що призначена для гніздівлі

(зимівлі) комах-запилювачів та ентомофагів (ворогів шкідників). Далі маршрут підіймається до Мотронинського монастиря, нижче якого розташований Гайдамацький став. Майже напроти ставка розташовані підземні печери, довжина яких, за переказами, сягає 30 км. Саме біля цього ставу гайдамаки освячували свою зброю на святу справу – визволення краю та відновлення Гетьманщини.

Біля сучасних будівель Мотронинського монастиря, на найвищій точці Холодноярського плато, був колись козацький цвинтар, який зруйнували в радянські часи. Навесні 2019 року під час щорічних заходів Вшанування пам'яті Героїв Холодного Яру поряд було встановлено пам'ятний знак загиблим бійцям 93-ї ОМБр «Холодний Яр». Наприкінці березня 2022 року під Харковом загинув Георгій Тарасенко, командир добровольчого батальйону «Фрайкор», якого поховали за його заповітом у Холодному Яру. Усі ці події підказали створити на цьому місці Пантеон Героїв. Згодом було встановлено пам'ятні знаки Олегові Куцину, Андрію Жованику, Дмитру Коцюбайлу, Тарасу Бобаничу, Юрію Дадаку, Юліану Матвійчуку, Олегу Собченку та Денису Антипову. Цьогоріч уже заплановано встановити ще чотири пам'ятні знаки Героям.

Наступною зупинкою є Скіфські вали та кургани Мотронинського городища, що є найбільшим у Середньому Подніпров'ї Правобережної України. Завершується маршрут на хуторі Буда, де зростає знаменитий тисячостолітній Дуб Максима Залізняка висотою 30 м та 9,05 м в обхваті, а вік дерева становить близько 1100 років.

Отже, автомобільний маршрут «Мандрівка Холодним Яром» є досить перспективним в умовах сьогодення, оскільки передбачає можливість відвідати визначні місця й ознайомитися з історико-культурною спадщиною та унікальною природною Холодного Яру, не порушуючи заборони на відвідування лісів. До того ж, маршрут розрахований на різну вікову і фізично підготовлену аудиторію та відкритий для відвідування впродовж року.

Бібліографічний список

1. Про створення національного природного парку «Холодний Яр»: Указ Президента України від 01.01.2022 № 2/2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2/2022#Text>.

2. Про встановлення обмежень щодо відвідування лісів на території Черкаської області на час дії воєнного стану: Розпорядження начальника Черкаської обласної військової адміністрації від 17.11.2022 № 484. URL: https://ck-oda.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/484.pdf?fbclid=IwAR033zWeIg7_6juSNIhrOQ70P-8Ut87uyH4L5_YlmZSQJKdmm_JpbpIwQP0.

«ОСЕЛЯ РОЗТОЧЧЯ» ЯВОРІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ – ОСЕРЕДОК ПРИРОДОТЕРАПІЙ

О. Б. Годованець

ORCID ID: [0000-0003-2827-2676](https://orcid.org/0000-0003-2827-2676)

Яворівський національний природний парк

Щодень з'являється дедалі більше свідчень того, що спілкування з природою є корисним для здоров'я. Природа допомагає сконцентруватися на власних відчуттях, дозволяє людям жити в стилі «Wellness» (від англ. be well – «гарне самопочуття» або «добробут», коли людина підтримує себе в здоровому, гармонійному та позитивному стані).

У світовій практиці однією з ефективних технік соціально-психологічної реабілітації поряд із традиційними засобами підтримки здорового способу життя, щораз помітніше місце відводиться такій альтернативній методиці, як природотерапія. Природотерапія – насамперед оздоровчий вплив на організм людини засобами природи.

Яворівський національний природний парк (НПП) – природоохоронна установа в центральній частині Українського Розточчя, яка володіє значними

природними ресурсами. Тут чимало привабливих місць. Одним із завдань парку є створення умов для організованого туризму та інших видів рекреації.

Розточчя віддавна було основним місцем відпочинку для жителів Львова та його околиць. Зі створенням парку спектр рекреації став значно ширшим, з'явилася певна інфраструктура.

В останні роки Яворівський НПП у своїй рекреаційній діяльності активно впроваджує природотерапевтичні технології.

Найбільшим природотерапевтичним осередком є рекреаційно-туристичний комплекс «Оселя Розточчя» – прототип українського села з садибою дбайливого господаря, яким можна себе відчувати, залишившись тут на кілька днів. Це місце є джерелом відновлення сил і покращання ментального здоров'я.

Неабияке різноманіття екосистем, включаючи заболочені території, озера, річки та ліси, дають змогу застосовувати лісотерапію. Варто наголосити, що відпочинок у лісі компенсує багато негативних чинників міського середовища. Чисте повітря, особливий мікроклімат, мальовничі краєвиди, розмаїття барв, прекрасні квіти, шелест листя, пташині співи – усе це приваблює, стимулює творчу енергію, працездатність, позитивно впливає на фізичні процеси в організмі, лікує, загартовує, покращує самопочуття, створює добрий настрій, почуття душевного спокою, відновлює ту рівновагу між організмом і середовищем, яка може бути порушена внаслідок втоми або захворювання.

Візитною картою «Оселі Розточчя» є коники – близькі родичі тарпанів, завезені з Розточанського парку народового (Польща). Спілкування з тваринами допомагає досягти фізичної та психологічної гармонії, а верхова їзда розвиває координацію, покращує фізичну форму та має здатність виліковувати безліч захворювань. Іпотерапія – всесвітньо визнаний метод реабілітації. Кінь чинить потужний емоційний вплив на людину, і це дозволяє використовувати іпотерапію для лікування психоемоційних розладів, фобій та інших порушень психіки. Особливо для дітей, які страждають на аутизм.

У цьому відпочинковому осередку також діє пасіка, яка налічує понад 10 бджолиних сімей і будиночок – «Сон на бджолах». Перебування на пасіці є

цілющим саме по собі. Повітря насичене корисними фітонцидами, ароматами меду, квітів, пилку, перги та воску – усе це позитивно впливає на нервову, травну, серцево-судинну системи, лікує алергічні захворювання та захворювання дихальних шляхів.

Під час сну в апібудиночку, відвідувач водночас приймає лікувальну інгаляцію, вдихаючи аромати воску, прополісу, меду та рослин. А постійне дзижчання розслабляє нервову систему, врівноважує психіку та відновлює здорове біополе. Стрес, депресія, проблеми з тиском, знижений імунітет, серцево-судинні захворювання – це далеко не повний перелік порушень у роботі організму людини, упоратися з якими допомагає апітерапія (метод лікування за допомогою живих бджіл і продуктів бджільництва).

Самобутності цьому місцю додають народні майстри-умільці, які за побажанням відвідувачів, проведуть майстер-класи із виготовлення воскової свічки, розпису Яворівської іграшки та висадка декоративних рослин – «Сам собі флорист». Арт-терапія – це зцілення засобами творчості та мистецтва, метод психотерапії, який дозволяє з допомогою творчості пережити внутрішні конфлікти, тривогу, страхи, що турбують людину.

Бадьорого настрою додасть власноруч приготовлений чай з різнотрав'я. Трав'яні чаї смачні, ароматні й корисні. Регулярне вживання трав'яних чаїв уповільнює процес старіння і нормалізує обмінні процеси в організмі. Вони здатні зупинити прогресування багатьох хронічних захворювань.

Отже, «Оселя Розточчя» Яворівського НПП – чудове місце для фізичної та психологічної реабілітації. Тут переплітається декілька різновидів терапій, що сприяють: емоційній стабілізації, зменшенню стресу та агресії, покращенні настрою, відновленню уваги, нормалізації фізіологічних показників (тиску, серцебиття), покращенню імунітету, підвищує легкість навчання та засвоєння нової інформації.

Бібліографічний список

1. Годованець О. Б. Застосування природотерапії у роботі з підростаючим поколінням. Сучасний стан збереження природного різноманіття та сталого

використання ресурсів природно-заповідних територій. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 25-річчю створення Яворівського національного природного парку (сmt. Івано-Франкове, липень 2023 р.). С. 289-292.*

2. Малишевська І. Природотерапія у роботі з учнями початкової школи: навч.-метод. сел. [Для вчителів і студентів]. Умань: АЛМІ, 2009. 162 с.

Матеріали підготовлені в рамках проекту “Підвищення спроможності університетів ініціювати та брати участь у розвитку кластерів на принципах інновацій та сталості” (UniClaD), який реалізовується за Програмою Європейського Союзу ЕРАЗМУС+КА2 № 609944-EPP-1-2019-1-LT-EPPKA2-SBNE-JP.

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ДІЯЛЬНОСТІ АКАДЕМІЧНИХ НАУКОВИХ УСТАНОВ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ ДЛЯ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЙОГО ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

Є. В. Захарчук, молодший науковий співробітник

ORCID ID: [0009-0001-2314-4352](https://orcid.org/0009-0001-2314-4352);

М. Г. Хомин, провідний інженер

Західний науковий центр НАН України і МОН України

Західний регіон України має потужний науковий і науково-технічний потенціал, який здатний суттєво впливати на досягнення стану сталого розвитку суспільства. Станом на 01.01.2024 на теренах Західної України функціонує 23 науково-дослідні установи, які підпорядковуються НАН України, а значна частина з них за профілем своєї основної наукової діяльності серед інших вирішує й екологічні проблеми в регіоні.

Основними завданнями наукової і науково-організаційної діяльності *Західного наукового центру НАН України і МОН України*, які стосуються екологічних проблем регіону є [1] наукове забезпечення вирішення пріоритетних проблем Західного регіону України, а саме: запровадження заходів з енерго- та ресурсозбереження, використання місцевих та альтернативних джерел енергії, зменшення енерго- та матеріалоємності продукції; раціональне використання

природно-сировинних ресурсів регіону та охорона навколишнього природного середовища; розроблення програм і стратегій соціально-економічного розвитку областей регіону, активізація транскордонного співробітництва та європейської інтеграції; сприяння розвитку науково-технічного потенціалу регіону на основі налагодження координації, розвитку міжнародних зв'язків; активна участь у забезпеченні інноваційного розвитку господарського комплексу західного регіону України, організація широкого використання в регіоні високоефективних наукових розробок учених України.

Серед можливостей *Інституту екології Карпат НАН України* (далі – ІЕК) щодо вирішення екологічних проблем регіону виділимо наукове забезпечення: комплексного дослідження біогеоценотичного покриву та наслідків його антропогенної трансформації; вивчення екосистем та геосоціосистем гірських територій; вивчення особливостей формування зооценозів наземних екосистем карпатського регіону і прилеглих територій і їх біоіндикаційна роль; обґрунтування методів збереження біорізноманітності, інформаційних, методичних та організаційних засад її моніторингу; виявлення рідкісних і зникаючих видів рослин і фітоценозів, узагальнення закономірностей формування регіональної біорізноманітності в антропогенно трансформованих ландшафтах на видовому, популяційному, ценотичному та екосистемному рівнях; аналізу ролі антропогенно трансформованих територій у розвитку та еволюції біоти та перспектив їх використання з метою оптимізації збереження біорізноманіття; розроблення принципів і методів територіальної охорони природи на засадах оселищної (біотопної) концепції збереження біорізноманіття й формування екомережі; екологічного моніторингу і менеджменту об'єктів природно-заповідного фонду; підготовки обґрунтувань для створення об'єктів природно-заповідного фонду; запровадження оселищної концепції охорони біорізноманіття; формуванні Смарагдової мережі та екомережі України [2].

Зокрема, у рамках еколого-біологічних досліджень екосистем у межах української частини трилатерального біосферного резервату «Західне Полісся» (далі – УЧ ТБР-ЗП) ІЕК вивчає стан збереженості раритетів флори та рідкісних рос-

линних угруповань, проводить експериментальні дослідження застосування активної охорони раритетів флори, досліджує вплив осушувальних меліорацій і сільватизації на екосистеми цієї території [3].

Державний природознавчий музей НАН України: узагальнює наявні та збирає нові наукові дані щодо біоти УЧ ТБР-ЗП (опрацьовує літературні дані, колекційні матеріали і дані польових досліджень), вносить інформації до бази даних веб-ресурсу Центр даних «Біорізноманіття України» (<http://dc.smnh.org/>) з метою створення аналітико-практичної бази для закладення основ біотичного моніторингу цієї території; складає карти поширення раритетних видів в УЧ ТБР-ЗП, визначає місця підвищеної їх концентрації з метою розроблення підходів та шляхів запобігання втратам біорізноманіття регіону [3].

Основними напрямками наукових досліджень відділу регіональної екологічної політики та природокористування у структурі *Державної установи «Інститут регіональних досліджень ім. М. І. Долишнього НАН України»* є [4]: теоретико-методологічні засади формування та механізми реалізації регіональної екологічної політики, наукове забезпечення розроблення регіональних екологічних програм; проблеми екологічної безпеки гірських і транскордонних регіонів та шляхи їх вирішення; обґрунтування стратегії еколого-безпечного використання природно-ресурсного потенціалу регіону; наукові основи та механізми сталого розвитку гірських територій, екологічні інновації.

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України [5] у галузі охорони довкілля, зокрема, природних вод і ґрунтів, виконує такі науково-дослідницькі роботи: встановлює особливості поширення форм елементів у ґрунтах; визначає можливості ґрунтів як рецепторів забруднень і розробляє рекомендації щодо застосування штучних типів фізико-хімічних бар'єрів на шляху міграції забруднень; визначає межі природних можливостей вод і ґрунтів до самоочищення; проводить моніторинг впливу окремих промислових підприємств і споруд на природні води та ґрунти прилеглих територій; картування інтенсивності техногенного навантаження на природні води і ґрунти; розробляє рекомендації для безпечного захоронення промислових стоків.

Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України є активним учасником Шацької міжвідомчої науково-дослідної екологічної лабораторії [3] і здійснює діяльність щодо вирішення окремих екологічних проблем, зважаючи на пріоритетні напрямки діяльності лабораторії: еколого-біологічні дослідження екосистем у межах УЧ ТБР-ЗП на основі наземних інструментальних вимірювань та спостережень, які включають, зокрема, систематичний та оперативний контактний моніторинг змін компонентів природних комплексів УЧ ТБР-ЗП внаслідок впливу чинників природно-антропогенного походження; розроблення інформаційних технологій, методів та систем дистанційного зондування за даними супутникового знімання з метою моніторингу та оцінювання стану навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів у межах УЧ ТБР-ЗП, а також реалізує технології веб-атласного картографування на основі створеної ГІС платформи для впровадження в користування Інтернет-атласу УЧ ТБР-ЗП.

У **Карпатському відділенні інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України** розробляють методики електромагнітної діагностики приповерхневих шарів геологічного середовища для вирішення низки прикладних задач, зокрема, виявлення карстонебезпечних явищ на наближених до розроблення родовищ корисних копалин ділянках, виявлення фільтраційно-суфозійних процесів, що призводять до утворення небезпечних тріщин у ґрунтах і будівлях [6].

У **Відділенні фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України** досліджують біотехнологічні процеси синтезу нових екологічно безпечних речовин та їх функціональних властивостей, розробляють наукові основи комплексного екологічного моніторингу та методології відновлення техногенно зміненого довкілля в районах нафтовидобутку [7].

Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака (наукова установа подвійного підпорядкування – Державному агентству лісових ресурсів України та НАН України) проводить дослідження в напрямках: удосконалення екологічно-безпечних систем ведення лісового господарства, технологій лісовідновлення і лісокористування в гірських умовах;

вивчення і збереження генетичного потенціалу лісів України, їх біорізноманіття; лісової селекції та насінництва; моніторингу стану лісів.

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що науковий потенціал академічних наукових установ є достатнім для вирішення актуальних проблем захисту навколишнього природного середовища західного регіону України, а їхній практичний досвід можна використати у післявоєнний відбудовний період в Україні.

Бібліографічний список

1. Зинюк О. Д. Роль Західного наукового центру НАН України і МОН України у вирішенні екологічних проблем регіону. Актуальні питання використання та збереження природних ресурсів прикордонних територій України і Польщі: *тези доповідей міжнар. наук.-практ. конф.*, Львів, 11 травня 2021 р. Львів : СПОЛОМ, 2021. С. 19-21.

2. Інститут екології Карпат НАН України. URL: <https://ecoinst.org.ua>

3. Основні напрямки наукової діяльності організацій-учасників Шацької МНДЕЛ. URL: <http://sirel.com.ua/scientific-activities/>

4. Державна установа «Інститут регіональних досліджень ім. М. І. Долишнього НАН України». URL: <http://ird.gov.ua/ird01/p1038>

5. Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України. URL: <http://iggcm.org.ua/uk/лабораторія-проблем-геоекології/>

6. Карпатське відділення інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України. URL: <http://www.igph.kiev.ua/ukr/structure.html>

7. Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України. URL: <https://physchem.lviv.ua/departament/science/research-activities/>

8. Про Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака (УкрНДІгірліс) URL: <http://ukrrimf.org.ua/uk/pro-institut/>

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ У ПОДОЛАННІ КРИЗОВОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПЛАНЕТИ

М. Я. Іванків, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-4911-2877](https://orcid.org/0000-0002-4911-2877);

Т. М. Дацко, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-2957-1822](https://orcid.org/0000-0002-2957-1822);

Н. В. Качмар, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0003-4471-5895](https://orcid.org/0000-0003-4471-5895);

А. І. Дидів, к. с.-г. н.,
ORCID ID: [0000-0002-4436-9008](https://orcid.org/0000-0002-4436-9008)

Львівський національний університет природокористування

Сучасний розвиток можна визначити як критичний, що спричинено глобальною неузгодженістю між його економічною, екологічною і соціальною складовими. Основні принципи, на яких базується концепція сталого розвитку, вказують на необхідність взаємозв'язку і збалансованості цих трьох складових на шляху до подолання глобальних проблем.

У сучасному світі по-споживацьки людина ставиться до природи. Задоволення зростаючих потреб населення спричинює вичерпання невідновлюваних ресурсів планети та деградацію довкілля, що через надмірне споживання призводить до зростання антропогенного тиску. У зв'язку з цим екологічна освіта й екологічне виховання стають новим пріоритетним напрямом освіти [3].

Для можливості реалізації природоохоронних заходів у вирішенні глобальних проблем необхідним є усвідомлення як студентською молоддю, так і всім суспільством глибини та важливості екологічних проблем. Важливо розуміти, що екологічні проблеми, які загострюються, не можуть бути вирішені лише технологічними методами.

Екологічна криза, що вразила нашу планету [6], внесла істотні корективи у відносини людини і природи, змусила переосмислити всі досягнення світової цивілізації, оскільки постала проблема знищення всього живого внаслідок діяльності людини.

Практично щодня людина постає перед вибором сортувати сміття чи викинути його у загальний бак, прийняти душ чи ванну, обрати товар у склі, чи у виді упаковки, яка не переробляється, адже кожне з рішень може мати свої наслідки для природи.

Екологічна свідомість полягає в обізнаності з екологічним станом планети, держави, регіону; розумінні причин і наслідків екологічної кризи та умов виходу з неї, знанні екологічних законів; раціональному використанні природних ресурсів, охороні і збереженні довкілля, що сприятиме набуттю екологічної компетентності. Отже, в умовах екологічної кризи слід усвідомити необхідність зміни світоглядних орієнтирів, цінностей та ідеалів, що є підґрунтям екологічно доцільної поведінки особистості і виявом її екологічної компетентності [1; 2; 4].

Екологічна енцикліка Папи Франциска закликає людей до відповідального ставлення до довкілля та активної участі кожного в охороні природи [5; 7].

Соціальні мережі дозволяють швидше поширювати екологічну інформацію, популяризувати екологічні тренди, збільшувати коло обізнаних та зацікавлених людей у вирішенні екологічних проблем.

Необхідно приймати обґрунтовані й раціональні екологічні рішення та діяти в інтересах збереження цілісності навколишнього середовища з дотриманням принципів справедливого суспільства на благо теперішніх і майбутніх поколінь. Слід прагнути до отримання нового досвіду взаємодії з довкіллям, нових, нетрадиційних навичок зменшення власного тиску на природу. Тому власні потреби мають бути розумними, а не надмірними.

Отже, рівень екологічної свідомості людини впливає на її поведінку щодо природи, на вибір дій, які можуть заподіяти шкоду довкіллю, або тих, які мінімізують негативний екологічний вплив.

Бібліографічний список

1. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / [С.П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко]; за ред. С. П. Іванюти. Київ: НІСД, 2020. 110 с.

2. Максименко О. О. Екологічна свідомість: підходи до визначення та класифікації. *Актуальні проблеми психології*. 2014. Т. 7, вип. 15. С. 201-205.
3. Мандрик О.М., Мальований М.С., Орфанова М.М. Екологічна освіта для сталого розвитку. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2019. № 1. С. 130-139.
4. Набочук О. Ю. Розвиток екологічної свідомості особистості: актуальність проблеми. *Збірник наукових праць К-ПНУ імені Івана Огієнка, Інституту психології імені Г.С. Костюка НАПН України*. Проблеми сучасної психології. Випуск 20. 2013. С. 449-463.
5. Папа Франциск. Енцикліка *Laudato Si'* / Бюро УГКЦ з питань екології. Київ – Івано-Франківськ – Дрогобич 2019.
6. Погребняк В. Г., Волошин В. С. Шляхи подолання екологічної кризи на землі з точки зору представників природничих наук // *зб. наук. праць / Вісник Приазовського державного технічного університету*. Маріуполь, 2008. Вип. 18. Ч. 1. С. 248–253.
7. Світ побачила перша в історії Церкви екологічна енцикліка «*Laudato si'*» // Київська Архиепархія УГКЦ ugcc.kiev.ua (03.10.2020).

ПРИРОДООХОРОННІ УСТАНОВИ ЯК ОРІЄНТИРИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ ТА ОЗДОРОВЛЕННЯ УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ

М. С. Лазорко, старший викладач

КЗ ЛОР Львівський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти

Ціннісне ставлення до природи, яке є важливим для встановлення гармонійних відносин, формується в безпосередньому спілкуванні з довкіллям. Особливе значення мають еталонні природні об'єкти, що складають природно-заповідний фонд України. Еколого-освітня діяльність заповідників і національних природних парків сприяє підвищенню екологічної свідомості і розвитку екологічної культури населення, зокрема, молоді. Екологічна культура є складовою загальної культури особистості, що проявляється в конкретних знаннях, уміннях,

навичках, свідомій екологічній поведінці, діяльності, відповідальному ставленні до охорони природи і є результатом екологічного виховання й формування екологічного світогляду.

У педагогічних джерелах екологічна культура особистості характеризується: системою цінностей щодо довкілля; відповідальним ставленням до навколишнього середовища; системою умінь і досвідом вирішення екологічних проблем, насамперед, на місцевому і локальному рівнях; практичними діями, поведінкою, спрямованими на збереження довкілля [5].

Нові підходи до екологічної освіти спрямовані не на здобуття готової інформації, а на активне залучення молоді до різних екозаходів, застосування їх у повсякденному житті. Саме тому ефективною є співпраця природо-заповідних установ та освітніх закладів. Природоохоронні установи повинні відігравати роль своєрідних орієнтирів в екологічній освіті та вихованні учнівської молоді. Розвиток співпраці є взаємно корисним для закладів освіти та установ ПЗФ. Педагоги мають змогу розширити уявлення про еколого-освітню діяльність установ природно-заповідного фонду та можливі напрями співпраці з ними, осучаснити зміст екологічної освіти на основі актуальної, фахової інформації про стан довкілля. А працівники установ ПЗФ, у свою чергу, – отримати методичні консультації щодо оптимальних форм і методів роботи, ефективних для певної аудиторії.

Екологічна освіта – це сукупність таких компонентів: екологічні знання – екологічне мислення – екологічний світогляд – екологічна етика – екологічна культура. Кожному компонентові відповідає певний рівень (ступінь) екологічної зрілості: від елементарних екологічних знань, уявлень дошкільного рівня до їх глибокого усвідомлення [2].

Безперервна екологічна освіта стає найнеобхіднішим завданням сучасності, і центральним ядром її має бути загальноосвітня школа. Школі відведено провідна роль в екологічній освіті та вихованні. Реалізація екологічної освіти виховання підростаючого покоління в школі здійснюється різними шляхами. Зокрема, у двох підходах: міждисциплінарному, за якого здійснюється екологізація всіх наявних навчальних дисциплін, і внутрішньо-дисциплінарному, який передбачає створення

спеціальних програм, підручників. Важливим шляхом реалізації екоосвіти є краєзнавство [1].

Формування екологічної культури – складний і багатогранний процес, для підвищення загального рівня якої є збирання, аналіз і розповсюдження екологічної інформації, екологічне просвітництво. Сучасна освіта та природоохоронні установи покликані співпрацювати та забезпечувати надзвичайно важливі й життєво необхідні справи – формувати екологічну свідомість, культуру екологічного мислення; залучати учнів до спілкування з природою. Еколого-просвітницька діяльність НПП сприяє підвищенню рівня екологічної культури учнівської молоді. НПП є каталізатором сталого розвитку регіону та базою для розвитку рекреаційної, туристичної, еколого-освітньої, природоохоронної, наукової діяльності.

Екологічна освіта НПП здійснюється з метою забезпечення підтримки природно-заповідної справи. Найчастіше працівниками національних парків та заповідників проводяться наступні еколого-освітні заходи:

- організація та облаштування еколого-інформаційних центрів, музеїв природи;
- облаштування «живих куточків» для безпосереднього контакту з природою;
- організація акцій щодо вирішення конкретних екологічних проблем;
- розвиток екотуризму, організація екологічних стежок;
- залучення місцевої учнівської та студентської молоді до науково-дослідної та еколого-освітньої діяльності;
- відзначення міжнародних екологічних подій;
- проведення екофестивалів, масових екологічних акцій або літніх екологічних таборів для молоді;
- пропаганда екологічної культури в місцевих ЗМІ, друкованих виданнях чи інтернет-виданнях;
- співпраця з місцевими священниками в питаннях екологічних способів життєдіяльності;

– співпраця з місцевими та міжнародними громадськими організаціями для участі в екоосвітніх проєктах [3].

Проведення еколого-просвітницьких заходів на базі об'єктів природно-заповідного фонду – екологічних стежок, таборів, екскурсій, дозволяє надзвичайно ефективно впливати на світогляд молоді, використовуючи інформаційний та емоційний вплив. До розробки, облаштування стежок та проведення екскурсій залучаються школярі та студенти, вчителі та викладачі навчальних закладів. Екологічні стежки розраховуються як на дорослих, так і на дітей. Вони мають різне спрямування та організацію, охоплюють різні науково-практичні дисципліни – зоологічні, ботанічні, географічні, геологічні, історичні, а також комплексні ландшафтно-екологічні [7]. Екологічні стежки надають унікальну можливість здійснювати природоохоронну пропаганду, прекрасно поєднуються з активним відпочинком в умовах гармонійного духовного впливу мальовничих ландшафтів, кольорів та звуків природи, сприяють оздоровленню.

Загальною тенденцією для всіх установ ПЗФ є організація екологічної освітньо-виховної роботи навколо екологічних дат. Це День водно-болотних угідь (02.02), Всесвітній день дикої природи (03.03), Всесвітній день лісу (21.03), Міжнародний день птахів (01.04), Міжнародний день екологічних знань (15.04.), День біологічного різноманіття (22.05), Всесвітній день охорони довкілля (05.06), Всесвітній день охорони оселищ (06.10). Іншим орієнтиром і системотвірним чинником екологічної освітньо-виховної роботи установ ПЗФ є всеукраїнські акції „Первоцвіти”, „Марш парків”, „До чистих джерел”, „Збережи ялинку”, „Наша допомога птахам” та інші [6].

Вивчення природи не тільки за підручниками, а й шляхом безпосереднього контакту з навколишнім середовищем виховує у школярів дбайливе ставлення до природи. Вивчення природо-заповідних об'єктів краю дає усвідомлення того, що природа рідного краю становить першооснову прояву закономірностей розвитку природи і суспільства, формує в учнів внутрішню потребу любити свій край, зберігати і відстоювати його природу, брати посильну участь у вирішенні природоохоронних проблем [4]. Тому ефективними в освітньому просторі є

плернерні уроки, які проводять у довкіллі, просто неба. На таких уроках школярі вчаться спостерігати за живими об'єктами, поглиблюють рівень знань про біологічні об'єкти, дізнаються про їх видову приналежність, про взаємозв'язки між основними компонентами екосистеми. Уроки в довкіллі вдосконалюють гуманістичні якості, сприяють оздоровленню учнівської молоді через різні види природотерапії.

Екоосвітня діяльність у навчальних закладах охоплює:

- екологічні уроки, тренінги, проекти, кейси;
- екоуроки в довкіллі, плернерні уроки;
- екологічні квести, квізи, КВК, вікторини, конкурси;
- екологічні свята, конференції, тематичні дні, тижні;
- екологічні акції, виставки, фотовиставки, екобали.

Отже, нові підходи до екологічної освіти спрямовані на активне залучення молоді до різних екозаходів, застосування їх у повсякденному житті. Шлях до сталого майбутнього починається з навчання та практичних дій з охорони навколишнього середовища, важливо безпосередньо брати участь у збереженні природи рідного краю. Саме тому ефективною є співпраця природо-заповідних об'єктів та освітніх закладів. Природоохоронні установи повинні відігравати роль своєрідних орієнтирів в екологічній освіті, вихованні та оздоровленні учнівської молоді.

Бібліографічний список

1. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай. О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник. Суми: Університетська книга; Київ: Княгиня Ольга, 2005. 302 с.

2. Джура Н. М. Інноваційні технології навчання в системі шкільної екологічної освіти: навчально-методичний посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. 104 с.

3. Койнова І. Підвищення ефективності екологічної освіти завдяки співпраці з природоохоронними установами. *«Природоохоронна територія як базова*

навчальна платформа Нової української школи»: збірник статей. Ч. 2. КЗ ЛОР «Львівський обласний інститут післядипломної освіти», 2019. 92 с.

4. Назарук М., Турчинська О. Природоохоронні об'єкти як лабораторія організації екологічної освіти. «Природоохоронна територія як базова навчальна платформа Нової української школи», збірник статей. Ч. 1. КЗ ЛОР «Львівський обласний інститут післядипломної освіти», 2019. 100 с.

5. Пустовіт Н. А. Неперервна екологічна освіта в Україні (концептуальні засади). Теоретико-методологічні проблеми виховання дітей та учнівської молоді. Київ : Пед. думка. 19 с.

6. Пустовіт Н. А. Еколого-освітня діяльність установ природо-заповідного фонду. URL: <http://surl.li/ssrtf>

7. Роль екологічної освіти та виховання у збереженні природно-заповідного фонду України. URL: <http://surl.li/ssrsg>

ПРОБЛЕМИ ОБІЗНАНОСТІ ЛЮДЕЙ ПРО ЗМІЙ

К. М. Кремпа, аспірантка

ORCID ID: [0000-0003-0650-5782](https://orcid.org/0000-0003-0650-5782)

Львівський національний університет імені Івана Франка
Інститут біології тварин НААН

Змії – це безногі плазуни, які пристосовані до пересування в густому рослинному покриві, кронах дерев і кущів [1]. В Україні мешкає 10 видів змій, 8 видів – неотруйні змії і 2 види – отруйні, систематика подана за [2]: мідянка звичайна (*Coronella austriaca* Laurenti, 1768), 5 видів полозів (полоз жовточеревий (*Dolichophis caspius* (Gmelin, 1789)), полоз візерунковий (*Elaphe dione* (Pallas, 1773)), полоз сарматський (*Elaphe sauromates* (Pallas, [1814])), полоз ескулапів (*Elaphe longissima* (Laurenti, 1768)), полоз леопардовий (*Elaphe situla* (Linnaeus, 1758)), 2 види вужів (вуж звичайний (*Natrix natrix* (Linnaeus, 1758)), вуж водяний (*Natrix tessellata* (Laurenti, 1768))), 2 види гадюк (гадюка звичайна (*Vipera (Peliias) berus* (Linnaeus, 1758)) і гадюка степова (*Vipera (Peliias) renardi* (Christoph, 1861)).

Метою нашої роботи: дослідити і проаналізувати на прикладі змії ступінь обізнаності людей, щодо видового складу змії і щодо того, чи є змії на території України отруйні і небезпечні для людей, чи ні.

У 2020 році ми проводили соціальне опитування людей, чи знають вони, які види змії на території України є отруйними та неотруйними. Під час проведення опитування учасники мали фотографії змії вужів (звичайного і водяного), гадюки (звичайної, степової), мідянки звичайної, веретільниці колхідської (яка є безногою ящіркою, через це її плутають із змією і вбивають), а також полозів (лісового, сарматського і візерункового). А також запитали, яке значення змії у природі.

За результатами опитування 31 людини ми отримали такі результати: вужа звичайного 93,5% опитаних вважають отруйним, неотруйним – 3,2%, ящіркою – 3,2%. Мідянку звичайну отруйною вважають 35,5% опитаних, неотруйною – 48,4%, ящіркою – 6,5%, також були й інші відповіді такі, як умовно отруйна – 3,2%, відповідь «не знаю і не в курсі» – 3,2%. Вужа водяного отруйним вважають 83,9% опитаних, неотруйним – 12,9%, ящіркою – 3,2%.

Полоза сарматського отруйним вважають 48,4%, неотруйним – 48,4%, не знають – 3,2%. Полоза лісового отруйним вважають 38,7%, неотруйним – 54,8%, не знають – 3,2%, а також один опитаний дав відповідь, що бачив таку змію у полі серед високої трави і більше там не ходить. Полоза візерункового вважають отруйним 67,7% опитаних, неотруйним – 29%, не знають – 3,2% опитаних. Полоз леопардовий отруйним вважають 54,8% опитаних, неотруйним – 45,2%, не знають – 3,2% опитаних. Безногу ящірку Веретільницю колхідську отруйною – вважають 22,6% опитаних, не отруйною – 25,8 %, ящіркою її правильно назвали – 48,4% опитаних, і не знають 3,2% опитаних.

Правильну відповідь про те, що гадюка звичайна є отруйною, дали 83,9% опитаних, про те, що вона не отруйна – 12,9%, що це є ящірка – 3,2% опитаних. Правильну відповідь про те, чи є гадюка степова отруйною, дали 90,3% опитаних, про те, що вона не отруйна – 6,5%, що це є ящірка – 3,2% опитаних.

Екологічна обізнаність і дії щодо змії мають вирішальне значення для сприяння співіснуванню з цими важливими істотами. Змії відіграють життєво важливу роль у контролі популяцій гризунів та підтримці екологічного балансу. Важливо інформувати громадськість про користь змії та важливість захисту їхніх середовищ існування.

Бібліографічний список

1. Зоологія хордових / за ред. проф. Й.В. Царика. Львів : ЛНУ, 2015. 356 с.
2. Наукові назви земноводних та плазунів України, затверджені Комісією із зоологічної термінології Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України:
URL: http://www.izan.kiev.ua/term_com/herpet.htm

АНАЛІЗ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТЕРМАЛЬНИХ ВОД ЗАКАРПАТТЯ

Г. Ю. Уйгелій, к. х. н.,
ORCID ID: [0000-0001-8533-8251](https://orcid.org/0000-0001-8533-8251)

І. Є. Соловодзінська, к. б. н.,
ORCID ID: [0000-0001-9233-1488](https://orcid.org/0000-0001-9233-1488)

О. Т. Мазурак, к. т. н.,
ORCID ID: [0000-0001-7846-2799](https://orcid.org/0000-0001-7846-2799)

Р. С. Шкумбатюк, к.х.н.,
ORCID ID: [0000-0003-3893-600x](https://orcid.org/0000-0003-3893-600x)

Львівський національний університет природокористування

Наявність термальних вод в окремому регіоні визначається особливістю геологічної будови території та глибинних процесів у надрах Землі, зокрема активного вулканізму, тектонічної діяльності й геодинаміки, що могли сприяти виникненню високотемпературного теплового поля. Крім високої температури в надрах, обов'язковою умовою для формування покладів термальних вод є наявність порід-колекторів, що унеможливають процеси їх міграції.

В основному, походження термальних вод пов'язують із діяльністю теплових вогнищ. Однак, найчастіше вода потрапляючи в пласт породи, довго рухаючись, контактуючи з тепловим потоком, поступово розігрівається, цим самим відбираючи тепло в порід. Рідка фаза води і тепло походять з одного джерела, коли

ним є магматичний розплав, який вистигає. Перегріта вода у вигляді парових струменів виділяється з розплаву разом із газами і легколеткими компонентами, прямуючи далі у верхні, холодніші горизонти. У межах температур 425-375°C пара конденсується в рідку воду, у якій розчиняються більшість летких компонентів. Послідовність таких процесів призводить до утворення гідротермального розчину «ювенільного» (первинного) типу, тобто такої води, яка раніше ніколи не брала участі в колообігу [5].

Вважають [2], що таким же чином, в епоху молоді магматичної активності планети, сформувалася вся поверхнева гідросфера морів і океанів, коли лише починали зароджуватися материкові платформи (рис. 1). Протилежні «ювенільним» водам є води інфільтраційного походження [4; 5].

Термальні води складають більшу частину вод підземної гідросфери. Температура вод на нижній межі земної кори може сягати 500–600°C, а в зонах магматичних вогнищ, де переважають водяна пара і продукти її дисоціації – до 1000–1200 С. У артезіанських басейнах молодих плит на глибині 2000 – 3000 м свердловинами розкриваються води з температурою 70–100 С.

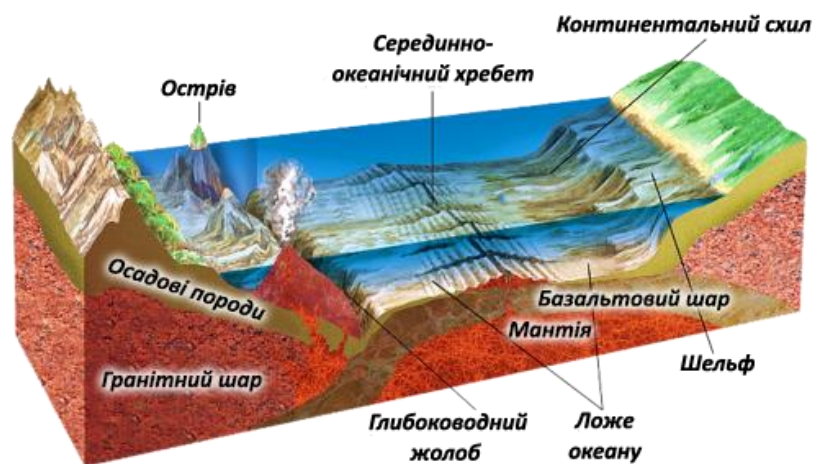


Рис. 1. Схема рельєфу океанічного дна [5]

У районах древніх щитів температура на глибині 5–6 км не перевищує 60–70 С. В областях неотектонічних порушень (Альпи, Кавказ, Тянь-Шань, Памір, Гімалаї та ін.) глибокі термальні води виходять на поверхню у вигляді гарячих

джерел з температурою до 90–100 С, а в районах сучасного вулканізму – у вигляді гейзерів та парових струменів [1,5].

В Україні території з підвищеним показником геотермічного градієнта цілком закономірно приурочені до зон молоді альпійської складчастості – Криму і Карпат. Регіоном з найвищою температурою надр в Україні є Закарпаття.

У Закарпатському прогині геотермічний градієнт становить 3,57–8,0°C/100 м. На глибинах 2 км температура сягає +120°C. Свердловини виводять на поверхню воду з температурою +23–61°C.

Аналіз природних умов Закарпаття (температур, глибин, хімічного складу вод) свідчить про те, що використання геотермальних ресурсів для тепловодопостачання є перспективним, особливо враховуючи сучасні технології вилучення енергетичних ресурсів низькопотенціальних теплоносіїв. Однак найперспективнішим все ж є освоєння гідромінерального потенціалу Закарпаття для надання курортних послуг.

Цей напрям є перспективним як з огляду на те, що Україна на невизначений термін втратила частину своїх курортних ресурсів на півдні, так у контексті курсу нашої країни на євроінтеграцію. Адже на кордоні з країнами Євросоюзу розміщено низку родовищ із доведеними лікувальними властивостями, які досі не відомі європейським споживачам. А проте в них є низка суттєвих переваг, а саме: близьке розташування, м'який клімат, чудова природа, помірні ціни, досить високий рівень лікарського персоналу, гостинне місцеве населення.

На Закарпатті відомі 30 родовищ і проявів термальних вод і розсолів різного хімічного складу. Серед них виділяються субтермальні (теплі) – 20–25°C, термальні (гарячі) – 35–42°C і високотермальні (дуже гарячі) – >42°C.

Водоносні горизонти приурочені до неогенових андезитів, туфів, туфітів, пісковиків та аргілітів, глибина залягання переважно 500-1000 м. Дебіти свердловин від 0 до 23 дм³/с. Температура на гирлі свердловин коливається від 23 до 61°C. Мінералізація від 3–25 до 150 г/дм³ і більше. Води різноманітного хімічного складу – хлоридного натрієвого, натрієво-кальцієвого, рідше – хлоридно-гідрокарбонатного і гідрокарбонатного кальцієвого, з різними специфічними

компонентами – вуглекислі, крем'янисті, борні, йодо-бромні борні, з підвищеним вмістом заліза.

У нашій роботі подано дослідження якісного та кількісного складу основні термальної води туристичного комплексу «Теплі води» (Закарпатська обл., Хустський р-н., с. Велятино) свердловини №14-Т.

У цьому районі Закарпаття термальні джерела використовують як лікувальні засоби, уже понад два десятиліття. Вода у Велятино багата бромом і йодом, що добувається з кілометрової глибини. Температура води становить 40-60°C. Перед використанням воду охолоджують до комфортних 30-39°C. У табл. 1 представлено основні органолептичні та фізико-хімічні показники досліджуваних термальних вод.

Таблиця 1.

**Основні показники термальної води туристичного комплексу
«Теплі води»**

Показники	ТК «Теплі води»
<i>1</i>	<i>2</i>
Глибина свердловини, м	1002
Інтервал водозабору, м	944-1002
Дебіт, м ³ /добу	25
Зниження, м	7,0
<u>Фізичні властивості:</u>	
Запах	Без запаху
Колір	Безбарвна
Смак	Гірко-солена
Температура, °С	39
Прозорість	Прозора
рН	6,6
<u>Розчинені гази, мг/дм³</u>	
Діоксид карбону	480,67
Кисень	Відсутній
Сірководень	4,57
<u>Макрокомпонентний вміст, мг/дм³</u>	
<i>Катіони:</i>	
Натрій Na ⁺	32,2534
Калій K ⁺	
Кальцій Ca ²⁺	Не виявлено

Магній Mg ²⁺	0,1000
Сума катіонів	0,0486
Аніони:	32,4020
Хлориди Cl ⁻	
Сульфати SO ₄ ²⁻	48,2256
Карбонати CO ₃ ²⁻	0,1405
Гідрокарбонати HCO ₃ ⁻	Не виявлено
Сума аніонів	2,9890
Загальна сума іонів, мг/дм³	51,3551
	83,7571

Як бачимо, води характеризуються підвищеним вмістом бору, брому та йоду, фактично дані води належать до борних та бромно-хлоридно-натрієвої води з підвищеним вмістом йоду.

Загальна сума іонів у термальних водах ТК «Теплі води» становить 83,75 мг/дм³. Формула хімічного складу води за температури 49°C і рН 6,6 має вигляд:

$$M_{63,73}^{\square} \frac{Cl96 HCO_33}{(Na+K)99}$$

Санітарно-хімічні показники вказують на відсутність NO₂⁻, NO₃⁻, CO₃²⁻ NH₄⁺ та K⁺ нітрит- та нітрат-іонів, іонів амонію становлять 69,0 мг/дм³. Проаналізовано специфічні біологічно активні компоненти та сполуки у термальних водах комплексу. Зокрема, не виявлено: окисненості, метакремнієвої кислоти, заліза окисного, Радону, Арсену, діоксиду Карбону, сірководню. Виявлено: Йод – 7,78 мг/дм³, Бром – 70,4 мг/дм³, Ортоборну кислоту – 117,0 мг/дм³, Залізо закисне загальне – 3,7 мг/дм³.

Аналізували основні показники й нормовані компоненти та сполуки термальної води туристичного комплексу «Теплі води», виявлено, що термальні води туристичного комплексу «Теплі води» належать до мінеральних хлоридно-натрієвих і борно-бромних вод із підвищеним вмістом йоду та температурою 36-38°C. Саме такий склад термальної води має цілющі властивості, рекомендується для зовнішнього застосування за деяких захворювань, а також добре оздоровлює весь організм.

Бібліографічний список

1. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В.С. Білецького та ін.; Дніпропетровськ : Східний видавничий дім, 2013. Т. 3. 644 с.
2. Костюченко М. М., Шабатин В. С. Гідрогеологія та інженерна геологія: Підручник. Київ : Київський університет, 2005. 144 с.
3. Новикова В. І., Пустовойт А. С. Природно-лікувальні ресурси санаторно-курортного комплексу України. *Туризм і гостинність в Україні: стан, проблеми, тенденції, перспективи розвитку : матер. II Міжнар. наук.-практ. конф. (16–17 жовтня 2014 р., м. Черкаси)*. Черкаси : Брама-Україна, 2014. С. 381–391.
4. Самойлова Т. С. Новикова В. І. Характеристика лікувально-оздоровчих рекреаційних ресурсів Закарпаття. *Рекреаційні ресурси та послуги гостинності в регіонах України : матер. III Всеукр. Інтернет-конф. (17 травня 2018 р., м. Черкаси)*. Черкаси : Ю.А. Чабаненко, 2018. 42-47 с.
5. "Веб-сайт Інституту гідрогеології та геотехніки НАН України" (http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/hydrogeol_eng-geol.pdf)
6. Теплі води Велятино. *Інфоцентр Велятино*: [сайт]. Хуст, 2023. URL: <https://tepli-vody.com.ua> (дата звернення 20.03.2024)

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА, ВИХОВАННЯ ТА КУЛЬТУРА В УМОВАХ ВІЙНИ

М. В. Мороз, викладач II кваліфікаційної категорії

Відокремлений структурний підрозділ «Львівський фаховий коледж Львівського національного університету природокористування»

Повномасштабна війна увірвалася в наше життя і назавжди змінила кожного з нас. Вона увірвалася у кожен дім, поділила життя на «до» і «після», та, на жаль стала нашою новою реальністю.

В результаті пошкодження внаслідок воєнних дій інфраструктури в Україні утворилась значна кількість небезпечних ситуацій, серед яких: аварійне забруднення декількох річок, що є джерелами води як для промислових, так і для комунальних підприємств і населення; місцеве забруднення підземних та

поверхневих вод ув'язку із масштабним розливом нафтопродуктів із зруйнованих резервуарів, від зруйнованої воєнної техніки та інших бойових наслідків. Внаслідок воєнних дій російських військ виникла загроза радіаційній безпеці. Усі українські реактори розміщені в зоні ризику, оскільки обстріл або ж ракета, яка може влучити в активну зону одного або навіть декількох із 15 реакторів, розміщених на чотирьох активних атомних електростанціях України, може призвести до глобальної ядерної катастрофи світового масштабу [4].

Руйнування екосистем, забруднення ґрунтів та водних об'єктів, зменшення кількості біорізноманіття, збільшення шкідників у лісах – це далеко не повний перелік екологічних наслідків, з якими Україна зіткнеться після закінчення війни. Майбутня екологічна катастрофа в Україні точно матиме не тільки локальний, а й регіональний характер, у зв'язку із забрудненням водних і морських екосистем, підземних вод, а також радіаційними, хімічними та токсичними відходами матиме значний вплив на окремі країни Європи.

У зв'язку з цим виникає необхідність розвитку екологічної освіти та створення відповідних педагогічних умов для екологічного виховання здобувачів освіти, відбору оптимальних форм, методів і прийомів навчання екології.

Екологічна освіта та виховання мають бути спрямовані на суспільство загалом, з урахуванням індивідуальних особливостей, таких як вік, темперамент, освітній рівень, інтереси та мотивації різних соціальних і професійних категорій груп. Екологічна освіта передбачає навчання людей дбайливому ставленню до природи і, водночас, вдосконалення їхнього внутрішнього "я". Тільки усвідомлення того, що ти є частиною природи і тісно пов'язаний з нею, може допомогти побудувати гармонійні стосунки між людиною і навколишнім природним середовищем.

Екологічна освіта – це безперервний процес засвоєння цінностей і понять, які спрямовані на формування умінь і стосунків, необхідних для усвідомлення і оцінки взаємозв'язків між людьми, їхньою культурою і довкіллям. Екоосвіта спрямована на розвиток навичок приймати екологічно виважені рішення і має на меті засвоєння правил поведінки в довкіллі. Однак свідоме і бережливе ставлення

кожної людини до природи можливе тільки за наявності в неї екологічної культури, достатніх екологічних знань про закономірності розвитку природи, знайомства із загадковим світом тварин та рослин. Мета екологічної освіти та виховання полягає у формуванні такої системи наукових знань, поглядів і переконань, які закладуть основу відповідального ставлення до навколишнього середовища [3].

Основними завданнями екологічної освіти є:

- виховання розуміння сучасних екологічних проблем нашої держави і світу в цілому, розуміння їх важливості, актуальності та всеосяжності;
- відтворення найкращих традицій народу України щодо взаємовідносин з довкіллям, виховання дбайливого ставлення до природи;
- усвідомлення особистої відповідальності за стан довкілля;
- розвиток умінь приймати рішення щодо проблем навколишнього середовища, попередньо оволодівши нормами екологічно свідомої поведінки;
- осмислення безперспективності технократичної ідеї розвитку та вагомої потреби у зміні її на екологічну, яка полягає в розумінні взаємозв'язку всього живого й неживого;
- виховання розуміння взаємозалежності стану довкілля та здоров'я людини;
- закріплення навичок щодо збереження довкілля шляхом подолання споживацького відношення до природи [2].

Пріоритетом в екологічній освіті є формування екологічної культури та виховання кожної людини і суспільства загалом, розвитку екологічних знань, мислення та свідомості, що ґрунтується на ставленні до природи як до унікальної цінності. Цього можна досягти внаслідок цілеспрямованого впливу на особистість людини на кожному етапі її життя з допомогою сформованої системи засобів і методів для формування екологічної свідомості, екологічної культури, екологічної поведінки, екологічної відповідальності населення.

Екологічне виховання викликане потребою часу і є одним із провідних напрямків виховання здобувачів освіти всіх спеціальностей. Екологічне виховання передбачає:

- формування у здобувачів освіти глобального мислення та екологічної культури;
- володіння молодого покоління знаннями та практичними вміннями збалансованого та раціонального природокористування;
- виховання у молодих фахівців почуття відповідальності за природу як національне багатство;
- формування готовності до активної екологічної та природоохоронної діяльності.

Вирішення глобальної екологічної кризи можливе лише в рамках екологічної культури, яка є передумовою оптимізації та гармонізації соціальних і природних систем. Екологічна культура є регулятором природоохоронної діяльності. Це, по суті, своєрідний «кодекс поведінки», що лежить в основі екологічної діяльності та поведінки. Екологічна культура – це сукупність знань, норм, стереотипів і "правил поведінки" в навколишньому природному середовищі, що оточує людину. Однією з найважливіших умов забезпечення реалізації цінностей екологічної культури на практиці є високий рівень екологічної свідомості, змістовність екологічних знань та постійний і безперервний процес формування цих якостей в екологічно освіченої особистості. Шлях до формування високої екологічної культури лежить через ефективну екологічну освіту та виховання, які здійснюються в процесі навчання, виховання, самоосвіти, а також на власному життєвому досвіді [5].

Екологічна культура є необхідною умовою оптимізації взаємовідносин суспільства і природи, включаючи як ціннісні, так і технічні аспекти. Екокультура показує не тільки те, як можна досягти мети, але й межі, які не слід переступати. По суті, культура має екологічний характер, тому що головне її завдання – передавати від покоління до покоління, від людини до людини цінності, пріоритети та способи їх реалізації, які дають шанс на виживання як окремим особам, так і суспільству загалом.

Екологічна освіта і виховання покликані забезпечити молоде покоління науковими знаннями про взаємозв'язок природи і суспільства, допомогти зрозуміти

багатогранне значення природи для суспільства в цілому і кожної людини зокрема, сформувані прагнення і вміння брати активну участь в охороні й покращанні стану навколишнього середовища.

Отже, всупереч усім викликам і негараздам сьогодення для ефективного захисту та відновлення стану навколишнього середовища у післявоєнний час необхідно озброїти здобувачів освіти науковими знаннями про об'єкти і явища природи, методи відновлення пошкоджених природних ресурсів, вмінням використовувати екологічний потенціал різних навчальних дисциплін, з метою закласти основу для їхнього екологічного виховання, а також розвитку різних компетенцій здобувачів освіти, їхнього пізнавального, емоційного, соціального розвитку. Освіта в Україні має продовжуватися та бути якісною!

Бібліографічний список

1. Бабаніна І. В. Формування екологічної культури. Початкове навчання та виховання. 2010. 30 с.
2. Врубльовська А. Б. Екологічна освіта – провідний напрямок формування загальної культури. Екологічна освіта. *Педагогічна рада*. 2013. URL: https://www.slideshare.net/anna_oleksandrivna/ss-18974969
3. Жмурко О. Г. Екологічна освіта. *Освітній проект «На Урок»*. 2022. URL: <https://naurok.com.ua/stattya-ekologichna-osvita-312189.html>
4. Перга Т.Ю. Екологічні наслідки війни Росії проти України. Державна установа «Інститут всесвітньої історії національної академії наук України». Київ : 2022. URL: <https://ivinas.gov.ua/viina-rf-proty-ukrainy/ekolohichni-naslidky-viiny-rosii-proty-ukrainy.html>
5. Пузир Т. В. Особливості формування екологічної культури фахівців екологічного напрямку. Боярка: 2013. URL: <http://oldconf.neasmo.org.ua/node/697>

РЕКРЕАЦІЯ ТА ТУРИЗМ У РЕГІОНАЛЬНОМУ ЛАНДШАФТНОМУ ПАРКУ «ВЕРХНЬОДНІСТРОВСЬКІ БЕСКИДИ»: ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИРОДИ ТА РОЗВИТОК ЕКОТУРИЗМУ

**В. М. Товарницький,
Л. Б. Тедаш**

Регіональний ландшафтний парк «Верхньодністровські Бескиди»

Природа – це не тільки краса, яка милує око, а й місце натхнення та відпочинку та відновлення сил. Природа приваблює своїм затишком та різноманітністю. Справжню та чисту природу можна знайти в парках і заповідниках, у заказниках та заповідних урочищах, там, де є природоохоронний статус і хтось турбується про збереження цієї природи. Частиною таких місць є Регіональний ландшафтний парк «Верхньодністровські Бескиди», який розміщений на території Головецького лісництва, Спаського лісництва та Старявського лісництва Самбірської філії ДП «Ліси України». Одним з основних наших завдань є створення умов для відпочинку та туризму таким чином, аби не нашкодити природі.

Основні вимоги до організації рекреаційної та туристичної діяльності закладено у нашому законодавстві. Так, Закон України "Про природно-заповідний фонд України" визначає можливості та обмеження щодо організації рекреації і туризму залежно від категорій територій та об'єктів природно-заповідного фонду. За відвідування територій та об'єктів ПЗФ і надання послуг може бути встановлена плата, згідно зі статтею 47 Закону України "Про природно-заповідний фонд України" та відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 28 грудня 2000 року № 1913 "Про затвердження переліку платних послуг, які можуть надаватися бюджетними установами природно-заповідного фонду".

У роботі потрібно враховувати умови для розвитку рекреації і туризму, мінімізувати негативний вплив відпочивальників на природні комплекси й історико-культурні об'єкти.

Верхньодністровські Бескиди як частина Українських Карпат на теренах Львівщини мають значний рекреаційний потенціал. Туристичні маршрути та об'єкти регіонального ландшафтного парку «Верхньодністровські Бескиди» дають

змогу мандрівникам насолоджуватися мальовничими краєвидами гір, пам'ятками природи, ознайомитися з історією та культурою поселень, що корінням сягають у глибоку сивину віків.

Туристичні маршрути та об'єкти РЛП «Верхньодністровські Бескиди».

1. «Цісарський тракт»

Туристичний маршрут із зупинкою біля Лаврівського монастиря пролягає Оровим хребтом. На найвищу вершину г. Яворинська (800, 5 м) веде стара серпантинна австрійська дорога, використовувана до Першої світової війни. З Орового хребта відкриваються мальовничі краєвиди на автентичні бойківські поселення. Для зручності туристів на території відпочинкової зони передбачено альтанки відкритого типу, дитячий майданчик, мангали, поруч протікає гірська річка Лінинка. Завершення маршруту на місці відпочинку «Княжа Волиця». Протяжність маршруту – 13,2 км.

2. «Магура – Лімнянська»

Туристичний маршрут бере свій початок із села Мшанець та проходить через поля та лісовий масив Головецького лісництва до найвищої вершини Магура - Лімнянського хребта Верхньодністровських Бескидів з абсолютною висотою 1022 м, де ростуть смереково–ялицево–букові ліси. Туристичний маршрут пролягає по місцевості, де найбільш збережені народна обрядовість, звичаї, традиції жителів Західної Бойківщини. Протяжність маршруту з Старого Самбора 36,6 км. Маршрут можна завершити відпочинком у відпочинковому місці «На річці Мшанка» біля села Виців.

3. «Грозьова Брама»

Туристичний маршрут пролягає зі села Грозьово, котре зберегло самотність багатовікового бойківського життя пролягає на вершину Верхньодністровських Бескидів – Магуру – Лімнянську висотою 1022 м, що є найвищою вершиною Стрільківської ОТГ. По дорозі туристичного маршруту встановлено два відпочинкові будинки. Гідрологічною пам'яткою природи місцевого значення є «Джерело мінеральної води в с. Грозьово». Протяжність маршруту із Старого Самбора 28 км.

4. «Загублені, але не забуті»

Еколого-пізнавальний маршрут до виселеного у 1951 році села Нанове із зупинкою в рекреаційному місці за с. Лаврів «Княжа Волиця». Історія цього краю та дивовижні пейзажі зачаровують вас із першої миті. Маршрут із Старого Самбора до Нанова протяжністю 26 км.

5. «Автентична Бойківщина»

Пішохідний еколого-пізнавальний маршрут пролягає селом Головецько. На шляху передбачено п'ять основних зупинок, на яких туристи ознайомлюються з флорою, фауною та ландшафтним різноманіттям парку. Піший маршрут займає понад 2 години протяжністю 6 км. Завершується маршрут на місці рекреації «Під Кичерою».

Рекреаційну інфраструктуру РЛП «Верхньодністровські Бескиди» становлять такі рекреаційні місцини:

1. «Під модринами» – розташоване в Стар'явському лісництві неподалік пропускного пункту «Смільниця – Кросценко». На території облаштовано 5 великих альтанок, мангали, гойдалки, пісочниці для дітей. Недалеко місця відпочинку облаштоване джерело.

2. «Княжа Волиця» – розташована у Спаському лісництві при дорозі Старий Самбір – Великосілля, облаштовані альтанки, мангали, дитячий майданчик, місце для паркування автомобіля.

3. «Під Кичерою» – знаходиться у Головецькому лісництві при дорозі Стрільки – Ріп'яна, у с. Головецько. Облаштовані альтанки, мангали, спортивний майданчик, місце паркування автомобілів.

4. «На річці Мшанка» – розташована біля с. Виців на території Головецького лісництва. Облаштовані альтанки, спортивний майданчик, мангали, дитячий майданчик.

На території кожного місця рекреації облаштовані інформаційні стенди про парк і поведінку в лісі.

Багато знань і навичок можна здобути лише на практиці. Цьому і сприяють туристичні еколого-пізнавальні маршрути.

У розробці перебувають ще декілька туристичних маршрутів. Та здійсненню цього плану перешкоджають сьогоднішні реалії в нашій країні. Прокладання нових туристичних маршрутів ускладняється близькістю їх розташування з прикордонною територією сусідньої країни (що на сьогодні суворо заборонено) та відсутністю на території захисних укріплень.

Здійснення екологічної освітньо-виховної діяльності в установах природно-заповідного фонду регламентовано Законом України «Про природно-заповідний фонд України». При розробці та організації Еколого-освітніх заходів саме як освітнього процесу в закладах освіти за основу беремо вимоги Закону України «Про освіту». А також керуємося порадами та прикладами освітніх платформ «На Урок» та «Всеосвіта».

Екологічна робота проводиться в навчальних закладах Старосамбірської, Хирівської, Стрілківської територіальних громад з учнями та дошкільнятами у вигляді презентацій, бесід, комбінованих уроків, майстер-класів. Проводячи еколого-просвітницьку діяльність, застосовують всі доступні методи та новітні технології (проектори, мультимедійні дошки, наочність).

Отже, надзвичайно важливим є збереження природи та правильної організації рекреаційної та туристичної діяльності в природно-заповідних та регіональних ландшафтних парках, зокрема в контексті Регіонального ландшафтного парку "Верхньодністровські Бескиди" в Україні. Потрібно знайти рецепт збалансованого підходу, який би задовольняв потреби туристів і водночас забезпечував збереження природного середовища.

Правильна організація рекреаційної та туристичної діяльності в природно-заповідних територіях відіграє важливу роль у цьому процесі. Законодавство визначає правила та обмеження для організації туризму в різних категоріях природно-заповідного фонду, забезпечуючи баланс між потребами туристів і збереженням природи. Це допомагає у збереженні природної різноманітності та запобіганні негативному впливу людської діяльності на природу.

Створення умов для розвитку рекреації та туризму, як було зазначено, охоплює різноманітні заходи, від розробки туристичних маршрутів до екологічної

освіти населення. Це важлива робота, яка сприяє не лише відпочинку та розвагам, а й збереженню природних багатств для майбутніх поколінь.

Отже, висновком можна сказати, що забезпечення сталого розвитку туризму та рекреації в природно-заповідних територіях вимагає комплексного підходу, враховуючи потреби людей та збереження природи для майбутніх поколінь.

Бібліографічний список

8. Бойко В. О. Екологічний туризм як складова зеленої економіки. Ефективна економіка. 2021. № 4. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.4.73> (дата звернення: 25.06.2023).

9. Деякі питання діяльності Державного агентства розвитку туризму. Документ 1162- 2019-п, від 08.07.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1162-2019-%D0%BF#Text>

10. Екотуризм у світі. URL: <https://we.org.ua/rizne/ekoturizm-u-sviti/> (дата звернення: 24.05.2023)

11. Закон України «Про природно-заповідний фонд України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text>

12. Міжнародний туристичний форум «Туризм в Україні: виклики та відновлення». URL: https://kneu.edu.ua/ua/mijnarodniy_turist/ (дата звернення: 20.03.2023).

13. Постанова Кабінету Міністрів України від 28 грудня 2000 року [№ 1913 "Про затвердження переліку платних послуг, які можуть надаватися бюджетними установами природно-заповідного фонду"](#).

14. Про Стратегію сталого розвитку України до 2030 року. Проект Закону України 9015 від 07.08.2018. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=64508

15. Про схвалення Стратегії розвитку туризму та курортів на період до 2026 року № 168-р, 16.03.2017 URL: <http://www.kmu.gov.ua/control/ru/cardnpd?docid=249826501>

16. Kyrylov Y. Y., Hranovska V. H., Kolokolchikova I. V., Sakun A. G., Nikitenko K. S., Katsemir Y. V. (2020). Regional Diversification of Rural Territories with Limited

Spatial Location of Green Tourism Objects. Journal of Environmental Accounting and Management, 8 (4), 351–363. DOI: <https://doi.org/10.5890/JEAM.2020.012.004> (дата звернення: 23.06.2023).

17. Федорченко В., Федорченко-Кутуєв П., Федорченко Н., Василюк О. Туризм – потенціал відновлення та модернізації українського суспільства. Вісник НТУУ КПІ. 2022. № 4(56). С. 17–29. DOI: [https://doi.org/10.20535/2308-5053.2022.4\(56\).269585](https://doi.org/10.20535/2308-5053.2022.4(56).269585) (дата звернення: 23.06.2023).

18. Роїк О. Р., Недзвецька О. В. Шляхи розвитку туристичної сфери України у воєнний період. Вісник ХДУ. 2022. № 46. С. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2022-46-2> (дата звернення: 23.06.2023).

19. Мазур С. А., Прилуцький А. М. Сільський туризм як перспективний напрям розвитку внутрішнього туризму. Ефективна економіка. 2018. № 2. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6122> (дата звернення: 23.06.2023).

20. Програма розвитку туризму у Вінницькій області на 2021-2027 роки. Департамент міжнародного співробітництва та регіонального розвитку облдержадміністрації. URL: <http://www.dmsrr.gov.ua/uploads/ekonomichna%20sytuatsiya/programu/%d0%9f%d1%80%d0%be%d0%b3%d0%b0%d0%bc%d0%b8%20%d0%9c%d0%a1%202021-2027.pdf> (дата звернення: 25.06.2023).

21. Шлях: мережа інформаційно-рекреаційних центрів природно-заповідних територій на північному сході України. Путівник. URL: https://uncg.org.ua/wpcontent/uploads/2023/04/putivnyk-FINAL-300dpi_compressed.pdf

ОСНОВНІ ЗАГРОЗ БІОРІЗНОМАННЮ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

І.О. Головатенко, начальник відділу рекреації та екологічної освіти

В. Д. Угня, провідний фахівець з екологічної освіти,

*Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва
загальнодержавного значення «Межигір'я»*

Військові дії які тривають вже десятий рік (з 2014 року) призводять до вкрай нищівного впливу на стан біологічного різноманіття України. З початку повномасштабного вторгнення 24.02.2022 року наслідки війни для флори та фауни набули катастрофічних масштабів, оскільки вся територія України перетворилась на зону активних бойових дій.

Відповідно до розрахунків Української природоохоронної групи, 1,6 млн га цілинних степів (~59% степів у всій Україні) та 3 млн га лісів (22% усіх лісів України) знаходяться в зоні бойових дій, в межах звільнених та досі окупованих територій [3].

Масштабні лісові і степові пожежі, руйнування та забруднення ґрунтового покриву, забруднення повітря, ґрунтових і поверхневих вод, безпосереднє порушення й знищення рослинного покриву, загибель тварин та знищення їх оселищ – все це поверхневий перелік прямих та опосередкованих загроз біорізноманіттю, які виникають внаслідок ведення активних бойових дій.

До одного з видів актуальних опосередкованих загроз можна віднести високий ступінь белігеративної трансформації ландшафтів і типових природних екосистем унаслідок воєнних дій, що є сприятливою передумовою для утворення нових рослинних угруповань із високою участю адвентивних, в тому числі інвазійних видів рослин. Основна небезпека появи адвентивних видів полягає в їх можливості впливати на різні рівні організації біоти, зокрема докорінно змінювати природний характер та спричиняти суттєві негативні зміни зональних типів природних екосистем. Особливу небезпеку натуралізація чужорідних видів становить для рідкісних та ендемічних видів рослин та їх угруповань на територіях природно-заповідного фонду [2].

Однак слід звернути увагу і на позитивну роль адвентивних видів рослин на первинних стадіях формування рослинного покриву: оскільки серед них є такі види, які можуть заселяти непридатні для видів місцевої флори території з ґрунтами, що зазнали порушення біохімічного складу і гідрологічного режиму внаслідок бойових дій і ракетних обстрілів [2; 3].

Потерпають від військових дій і представники тваринного світу. Щодо прямих наслідків, може бути завдана безпосередня шкода цінним видам тварин, наприклад, загибель чи травми тварин внаслідок вибухів, через нетиповий шум можливий переляк, вимушена зміна міграційних зв'язків чи зимових циклів тощо [4]. Особливу загрозу нормальному ходу процесів репродукції в популяціях багатьох видів тварин, в тому числі тварин з охоронюваним статусом, створило шумове забруднення довкілля викликане бойовими діями. До зони найбільшої небезпеки входять всі приморські установи природно-заповідного фонду, а також – дельти річок, де зосереджуються колоніальні водно-болотні птахи (як на гніздуванні у літній період, так і на зимівлі взимку). Тому, першочергово необхідно вжити найбільших зусиль для збереження біорізноманіття та природних місць гніздування на територіях, які залишилися поза зоною конфлікту.

Природно-заповідний фонд, як осередок збереження й відтворення рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення видів рослин і тварин України наразі зазнає нищівного впливу внаслідок бойових дій або окупації. Зокрема, за повідомленням Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України відомо, що близько 800 природоохоронних територій потрапили під вплив військових дій.

Понад 1,8 мільйона гектарів природно-заповідного фонду потрапили в зону вторгнення, з яких понад 0,9 млн га зазнали уражень. Окуповано також майже 3 млн га, а під загрозою знищення опинилися 160 територій Смарагдової мережі [6]. Як відомо, суттєвого впливу внаслідок бойових дій або окупації зазнали три з п'яти біосферних заповідників, а саме «Асканія-Нова», «Чорноморський» та «Чорнобильський», 10 з 19 природних заповідників та 17 з 55 національних природних парків [5].

Отже, наразі як ніколи актуальне розширення меж існуючих та створення нових територій та об'єктів природно-заповідного фонду, розширення екологічної мережі, створення нових ключових територій, екологічних коридорів та буферних зон.

Одним із прикладів поповнення переліку об'єктів природно-заповідного фонду в 2023 році стало створення Парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Межигір'я». Висока природоохоронна цінність якого зумовлена наявністю у видовому складі флори та фауни – видів з міжнародним охоронним статусом.

На території Парку-пам'ятки за попередніми дослідженнями близько 36 видів тварин, які охороняються згідно Міжнародних червоних списків, Міжнародних конвенцій та Червоної книги України. Окремим аспектом збереження тварин в умовах Парку-пам'ятки є їх реабілітація та вольєрне утримання. Слід зазначити про наявність на території парку багатства видового, формового та сортового різноманіття декоративних рослин за попередніми оцінками відмічається близько 31 виду.

Новостворені об'єкти природно-заповідного фонду в подальшому стануть компенсаторами вже втрачених або пошкоджених територій та забезпечуватимуть стабільність екосистем.

Бібліографічний список

1. Глова М. М., Олива Т. Є., Фірман В. М. Наслідки впливу бойових дій на природно-заповідний фонд окупованих територій України. *Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності*: матеріали XIV Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів (Львів, 28-29 березня 2019 р.). С. 135-136.

2. Зав'ялова Л. В., Протопопова В. В., Панченко С. М., Смаголь В. О., Коломійчук В. П., Кучер О. О., Шевера М. В. Синантропізація рослинного покриву України унаслідок воєнних дій. Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій. Полтава – Львів: НУПП імені Юрія Кондратюка, НУ «Львівська політехніка». Дніпро : Середняк Т.К. 2022. С. 31–52.

3. Пархоменко В. В., Василюк О. В. Заповідні території і російсько-українська війна. Сучасні фітосозологічні дослідження в Україні. *Збірник наукових праць*. Випуск шостий. Київ, 2022, С. 88–94.

4. Строкаль В. П., Бережняк Є. М., Наумовська О. І., Вагалюк Л. В., Ладика М. М., Сербенюк Г. А., Паламарчук С. П., Павлюк С. Д. Вплив російської агресії на стан природних ресурсів України: монографія / В. П. Строкаль, Є. М. Бережняк, О. І. Наумовська, Л. В. Вагалюк, М. М. Ладика, Г. А. Сербенюк, С. П. Паламарчук, С. Д. Павлюк // За заг. ред. В. П. Строкаль. Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2023. С. 131-138.

5. Кацевич В. В., Науменко Я. О., Черниш Д. Ю. Наслідки впливу військових дій на природно-заповідний фонд України. Природа в окупації – 10 років російської військової агресії проти довкілля. *Перспективи відновлення природоохоронних територій України*: збірка матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Хмельницький, 28-29 березня 2024 р.). Київ : Центр екологічної освіти та інформації, 2024. С. 44 – 46.

6. ЕкоЗагроза: офіційний ресурс Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. (2022). URL: <https://ecozagroza.gov.ua/>

АМАРАНТ – ЯК АЛЬТЕРНАТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

М. Л. Тирусь, к. с.-г. н.

ORCID ID: [0000-0002-9882-9540](https://orcid.org/0000-0002-9882-9540)

Львівський національний університет природокористування

В умовах сьогодення актуальним є пошук альтернативних джерел живлення рослин. Амарант дійсно є недооціненою, але перспективною культурою для зеленого удобрення ґрунту. Її швидкий ріст, висока врожайність зеленої маси та сприятливий поживний склад можуть забезпечити ефективне альтернативне джерело живлення без застосування дорогих мінеральних добрив. Це екологічний і економічно вигідний спосіб підвищення родючості ґрунтів.

Амарант, як нішева культура, має економічний потенціал, зумовлений високою ціною реалізації та значним, хоча й нестабільним, попитом на агропродовольчому ринку. Крім високого вмісту і збалансованості білка, високої врожайності, підвищеного вмісту вітамінів, амарант має значний вміст мінеральних речовин [3]. Зерно та листя амаранту містить багато заліза, кальцію, магнію, фосфору, калію, цинку та інших мінералів [7].

Найбільше поживних елементів в абсолютно сухій масі амаранту міститься у фазі бутонізації, а саме: загальних форм азоту 2,3-3,2%, фосфору 1,3-1,6%, калію 7,1-9,2%. У подальшому розвитку рослин вміст азоту зменшується до 1,9-2,5% у фазу цвітіння та 1,6-2,3% в період молочно-воскової стиглості амаранту. Найбільшим вмістом загального калію абсолютно суха маса амаранту характеризується у фазі бутонізації з поступовим його зниженням у наступних фазах [1].

Особливо необхідно враховувати високу врожайність амаранту. Так, навіть у посушливих умовах Дніпропетровської області урожайність зеленої маси амаранту становила 31,8 т/га, а в перерахунку на суху речовину 6,11 т/га [4]. Амарант дуже привабливе джерело біомаси-фітомаси через високу врожайність. На осушених торфових ґрунтах Сарненської дослідної станції Рівненської області урожайність зеленої маси становила 40-50 т/га [2].

Культура характеризується здатністю рости в умовах, які несприятливі для пшениці та кукурудзи. Рослини мають високу реакцію на поліпшення умов росту, при цьому здатні забезпечувати високий урожай на ґрунтах з низькою родючістю. Крім цього, рослини амаранту відзначаються стійкістю до дії високих температур, дефіциту вологи, характеризуються меншою схильністю до хвороб. Завдяки цьому культура має високу адаптивну здатність і пластичність [6].

Найбільш інтенсивний приріст зеленої маси та накопичення сухої речовини в амаранті відбувається у фазі «кінець гілкування – викидання волоті». З початком фази цвітіння і впродовж всієї фази молочної стиглості, яка триває 30 днів, настає період повільного росту. Вміст сухої речовини у надземній масі амаранту у фазі цвітіння становив 22,5%. Вміст фосфору 0,27%, калію – 5,02% [5].

За даними [9], використання зеленої маси амаранту, який висівали 21 липня як проміжну культуру, було рівноцінним внесенню гною у нормі 40 т/га.

За результатами досліджень проведених впродовж 2021 – 2023 рр. в умовах Лісостепу Західного на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету природокористування, встановлено, що є значні відмінності у вмісті елементів живлення в зеленій масі сортів амаранту. Вміст азоту коливався в межах 1,50-2,50%, фосфору – 0,77-1,04%, калію – 4,63-4,77%. Найбільшим вмістом елементів живлення (азоту, фосфору, калію) характеризувався сорт Студентський – 8,31%. Використання зеленої маси амаранту в якості сидератів дозволяє підвищувати родючість ґрунту, внаслідок повернення в ґрунт значної кількості NPK. У ґрунт повертається від 244,5 до 381,6 кг азоту, 138,6-159,7 кг фосфору та 715,5-933,4 кг калію. Найбільша (1453,6 кг) кількість NPK надходила в ґрунт з сортом амаранту Харківський 1 [8].

Отже, сорти амаранту з високим рівнем урожайності зеленої маси (67-82 т/га) можуть бути одним з найкращих сидеральних добрив і важливим джерелом надходження елементів живлення в ґрунт (1175,2-1453,6 кг/га).

Бібліографічний список

1. Войташенко Д.П. Вплив зрошення та мінеральних добрив на хімічний склад рослин амаранту. Зрошуване землеробство. 2011. 56. С. 157 – 163
2. Воропай Г.В., Молеца Н.Б., Мозоль Н.В., Стецюк Н.Г., Зосимчук Н.Д. Основні технологічні параметри вирощування високопродуктивних кормових культур на осушуваних землях гумідної зони України. Меліорація і водне господарство. 2020. № 2. С. 89-100 DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202002-261>
3. Гопцій Т.І., Лиманська С.В., Гудим О.В. Перспективи вирощування амаранту як нішевої культури у східній частині лівобережного Лісостепу. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2022. №2. С. 11-17. DOI <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2022-2-11-17>
4. Дудка М. І. Агротехнічна і економічна ефективність вирощування амаранту волотистого (*Amaranthus paniculatus* L.) на зеленій корм в північному Степу України. Зернові культури. Дніпро, 2019. Т. 4. № 2. С. 293–304.

5. Кривий М.М. , Горчанок А.В., Кузьменко О.А., Васільєв Р.О., Діхтяр О.О. Біологічна цінність зеленої маси амаранту та її використання у складі комбінованих силосів для молодняку свиней. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2023. № 1. С. 57–66. doi: 10.33245/2310-9289-2023-178-1-57-66
6. Любич, В. В., Манзій, О. П., Войтовська, В. І., & Климович, Н. М. Фізико-хімічні властивості зерна амаранту залежно від сорту та вологості. Новітні агротехнології. 2023. 11(1). <https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.275736> доступний у: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/275736>
7. Пилипець С.О. Використання індукованого мутагенезу в селекції зернового амаранту (огляд). Вісник Сумського аграрного університету. Серія Агрономія і біологія. 2023. Том 52. №2. С. 84-90. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.11>
8. Тирусъ М.Л., Лихочвор В.В., Оліфір Ю.М. Зелена маса амаранту як альтернатива мінеральних добрив. Оброшино. 2024. №. С. 120 – 131.
9. Rosa R., Zaniewicz-Bajkowska A., Kosterna E., Franczuk J. Phacelia and amaranth catch crops in sweet corn cultivation part i corn yields. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus. 2012. 11(1). 145-159.

ЗМІСТ

	Стор.
1 ЛОПУШНЯК В.І. ВІТАЛЬНЕ СЛОВО ДОКТОРА С.-Г. НАУК, ПРОФЕСОРА, РЕКТОРА ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ.....	4
2 ХІРІВСЬКИЙ П. Р. ВІД ВИТОКІВ ДО СЬОГОДЕННЯ.....	5

СЕКЦІЯ 1. ЕКОБЕЗПЕКА СКЛАДОВИХ ДОВКІЛЛЯ

3 ЗИНЮК О. Д. ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ.....	9
4 БОГОЛЮБОВ В.М., ДОВГА Т.В. ПРОБЛЕМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ.....	14
5 HASKEVYCH O. PEDODIVERSITY AS A BASIS FOR BIODIVERSITY CONSERVATION.....	17
6 РАБИК І.В., ЮСКОВЕЦЬ М.П. БРЮФІТИ МАСИВУ СИРА ПОГОНЯ РІВНЕНСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА ЯК ІНДИКАТОРИ НЕГАТИВНИХ ЗМІН БОЛОТНИХ ЕКОСИСТЕМ.....	21
7 ЛОБАЧЕВСЬКА О. В., КАРПНЕЦЬ Л. І. МОХОПОДІБНІ ЯК ІНДИКАТОРИ ЗМІН МІСЦЕВИРОСТАНЬ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ Й АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ.....	26
8 АДАМЕНКО Я.С., АРХИПОВА Л.М., АДАМЕНКО Я.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ДОБОВИХ ЗМІН КОНЦЕНТРАЦІЇ ЧАСТИНОК ПИЛУ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ.....	31
9 ANDRZEJ SAMBORSKI, IVAN SHUVAR, ANTIN SHUVAR GLOBALNE ZMIANY KLIMATU A EFEKTYWNOŚĆ WYKORZYSTANIA POTENCJAŁU BIOKLIMATYCZNEGO W AGROCENOZACH.....	34
10 ГНАТІВ І. Р., МЕЛЬНИЧУК С. П. АНАЛІЗ ВПЛИВУ РУСЛОВИХ ПРОЦЕСІВ РУСЛА РІЧКИ СТРИЙ НА ПІДВИЩЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ ЗСУВІВ.....	40
11 ВОВКУНОВИЧ М. О. ВПЛИВ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКИ БОРЖАВА.....	44
12 ГРАДОВИЧ Н. І. ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ ПІД ВПЛИВОМ ВІЙНИ.....	49
13 ДРАГАН Л. П., МИХАЙЛЕНКО Н. Г., БЕРСАН Т. О. ГІДРОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДИ В ОЗЕРІ «ЛІСОВЕ»...	51
14 КОРІНЕЦЬ Ю. Я., ХІРІВСЬКИЙ П. Р., ЗЕЛІСКО О. В., РИЖУК Р. І. ВПЛИВ ЕРОЗІЇ НА ГІРСЬКІ ЛІСОВІ ҐРУНТИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ТА ПРОТИЕРОЗІЙНІ ЗАХОДИ НА ЛІСОСІКАХ.....	55

15	МАЗУРАК О. Т., СОЛОВОДЗІНСЬКА І. Є., УЙГЕЛІЙ Г. Ю., РАДЕЙ Н. В. ТЕХНОГЕННИЙ ВПЛИВ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ НА СТАН ЕКОСИСТЕМ ЗАХІДНОГО БУГУ: ПРОБЛЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ.....	58
16	КРОПИВКА С. Й., МОМУТ В. Я. ОГЛЯД І ОЦІНКА СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В УКРАЇНСЬКІЙ ЧАСТИНІ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЗАХІДНИЙ БУГ.....	63
17	ОШУРКЕВИЧ-ПАНКІВСЬКА О. Є., ПАНКІВСЬКИЙ Ю. І. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ НВ ТЗОВ «КОКЕР».....	67
18	КУЛЬЧИЦЬКИЙ-ЖИГАЙЛО І. Є. ЗАСОБИ МАЛОГО СТОКОРЕГУЛЮВАННЯ В ЛІСАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ.....	72
19	МАЦУСЬКА О. В. ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЛУЧЕННЯ БІЛКУ ІЗ СТОКІВ АПК ПРИРОДНИМИ СОРБЕНТАМИ.....	77
20	КАПЛІНСЬКИЙ В. В., ВОРОБЕЛЬ М. І., КЛИМ О. Я., ПИЛИПЕЦЬ А. З., ЦАП М. М. ЕМІСІЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ З ГНОЮ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ, ОРГАНІЧНИХ ТА НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН.....	81
21	РИЧАК Т. Л. ВИЗНАЧЕННЯ ХРОНІЧНОЇ ТОКСИЧНОСТІ ВОДИ Р. ГНИЛА ЛИПА.....	83
22	ОМЕЛЬЧЕНКО В. Г., ТАРАС О. В. ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ.....	87
23	РОМАНЮК Л. М., ХОМИН М. Г., РОМАНЮК Р. Р. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ	90
24	ЛИННИК Д. О., ГРИЦУЛЯК Г. М. ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКАРПАТТІ.....	93
25	КАЛИНІЙ Т. В., СТАСІВ Б. В. СТАН КОМПОНЕНТІВ ЕКОСИСТЕМИ БОГОРОДЧАНЩИНИ.....	98

Секція 2.

АГРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ ТА СТРАТЕГІЇ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО КУРСУ

26	ХІРІВСЬКИЙ П. Р., ЛИСАК Г. А., ЗЕЛІСКО О. В., КОВАЛІВ Ю. В. ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ СВИНЦЮ НА РОСТОВІ ВЛАСТИВОСТІ РОСЛИН.....	102
27	ГОЛЯЧУК Ю. С., КОСИЛОВИЧ Г. О., КОВТУН О. В. СТАЛІЙ РОЗВИТОК І ОСВІТА В УКРАЇНІ.....	105
28	STURKO M. O., KORPITA H. M. THE ROLE OF BIOTECHNOLOGIES IN THE CONSERVATION AND RESTORATION OF PLANT BIODIVERSITY: INNOVATIONS FOR ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AND FOOD SECURITY.....	109

29	BARANSKYI D. SOIL HEALTH AND BIODIVERSITY: CONNECTIONS AND INTERACTIONS.....	113
30	ШКУМБАТЮК Р. С., ШКУМБАТЮК О. Й., ВЕРХОЛА Г.Б. ОЦІНКА СТАНУ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	116
31	ПШІК Ю., ГНАТІВ П., ІВАНЮК В. СИНТЕТИЧНІ ІНГІБІТОРИ, ЯК ПЕРСПЕКТИВНІ СТАБІЛІЗАТОРИ АЗОТУ В ҐРУНТІ І НАДІЙНІ ПРОТЕКТОРИ ПРИРОДНОГО ДОВКІЛЛЯ.....	120
32	ЖУЙКОВ О. Г., ЖУЙКОВ Т. О. АГРОЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ЗАЛУЧЕННЯ ГРЧИЦІ САРЕПТСЬКОЇ ДО ПОЛЬОВИХ НЕЗРОШУВАНИХ АГРОЦЕНОЗІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ.....	127
33	РУСИН І. Б., МАЛИЧКОВИЧ Х. Л. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ СПОСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ ПЕСТИЦИДАМИ.....	132
34	ГЕРМАНОВИЧ О. М., САЛАМАХА І. Ю., ПАНАС Н. Є., ЖИЛІЩИЧ Ю. В. СЕКВЕСТРАЦІЯ ВУГЛЕЦЮ АГРОЕКОСИСТЕМАМИ ЯК ОДИН З ЕЛЕМЕНТІВ ПОМ'ЯКШЕННЯ ЗМІНИ КЛІМАТУ	137
35	НОСОВА Н. І. РОЗВИТОК АГРОПРОДОВОЛЬЧОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО КУРСУ..	140
36	РУСИН І. Б., АНДРУХІН С. І., АГРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ІНГІБІТОРІВ НІТРОГЕНФІКСАЦІЇ.....	145
37	РУДИШИН С. Д. ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНІ РОСЛИНИ: ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ, ВИРОЩУВАННЯ І СПОЖИВАННЯ З ПОЗИЦІЙ ЕКОБЕЗПЕКИ.....	149
38	ГНАТІВ П. С., ВЕГА Н. І. ДИНАМІКА КЛІМАТУ, ПОТЕНЦІАЛ ЕКОСИСТЕМ ЄВРАЗІЇ І СУСПІЛЬНИЙ РОЗВИТОК (<i>від Римської доби до початку Малого льодовикового періоду</i>).....	153
39	КОВТУН О. В., АНДРУШКО О. М. РОЛЬ СПІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПОЛІТИКИ ЄС У РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА КЛІМАТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ.....	159
40	КУЗІВ М. І., КУЗІВ Н. М. ВПЛИВ СКОТАРСТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	163

Секція 3.

ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД ТА БІОРЕСУРСИ

41	ГРИНЧИШИН Н. М. ПОРУШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО БАЛАНСУ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЯК ОСНОВНА ПРИЧИНА КРИЗИ БІОРІЗНОМАНІТТЯ.....	169
42	ЗИНЮК О. Д. СТАН ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ПРИРОДООХОРОННОГО ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ ДО УМОВ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ.....	171

43	ЛИСАК Г. А., ХІРІВСЬКИЙ П. Р., ІВАНКІВ М. Я. ПРОЄКТУВАННЯ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН ПАРКУ-ПАМ'ЯТКИ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА «СОКАЛЬСЬКЕ ПОБУЖЖЯ».....	176
44	КРЕКТУН Б. В., ЖИЛЩИЧ Ю. В., САЛАМАХА І. Ю., ПАНАС Н. Є. АНТИОКСИДАНТНІ РЕЧОВИНИ В СКЛАДІ ПЛОДІВ ДИКОРОСЛОЇ ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВОЇ РОСЛИННОСТІ ТА ЇХ РОЛЬ У ФОРМУВАННІ БІОЛОГІЧНОЇ ПОВНОЦІННОСТІ.....	181
45	ПАНАС Н. Є., ЮРЧИШИН Р. О., ФІРСАНОВ М.-Д. О. БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ЯК ЕКОЛОГІЧНА АЛЬТЕРНАТИВА	186
46	КАПРУСЬ І. Я., ГУСАК О. В. ОЦІНКА АГРО- ТА УРБОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ФОРМУВАННЯ ҐРУНТОВИХ ТАКСОЦЕНІВ КОЛЕМБОЛ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ	190
47	РАГУЛІНА М. Є., ОРЛОВ О. Л., БОРНЯК У. І., ДМИТРУК Р. Я. ЖОРСТКОВОДНІ ТУФОГЕННІ ДЖЕРЕЛА ЛІСОВОГО ЗАКАЗНИКА «ВИННИКІВСЬКИЙ» ЯК ЦІННІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ.....	195
48	ЛЯХ І. В., ЦЮЦИК Л. С. РЕНАТУРАЛІЗАЦІЯ ТИСА ЯГІДНОГО (TAXUS VASSATA L.) В УМОВАХ СКОЛІВСЬКИХ БЕСКИД.....	199
49	ЛЮБИНЕЦЬ Н. Ю., І. П. ЛЮБИНЕЦЬ ЗООГЕННИЙ ВПЛИВ НА ЖУРАВЛИННИКИ НА ТЕРИТОРІЇ ЯВОРІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ.....	203
50	ІВАНЕЦЬ О. Р. ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ Б. ДИБОВСЬКОГО ТА М. ГРОХОВСЬКОГО ЯК ОСНОВА РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛІЗУ СТАНУ ВОДОЙМ ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ РОЗТОЧЧЯ.....	208
51	САВКА Г.С., ШАНДРА Ю.Я., ШУШНЯК В.М. ПРО НЕОБХІДНІСТЬ СТВОРЕННЯ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА У ДОЛИНІ КЛЕПАРІВСЬКОГО ПОТОКУ В МЕЖАХ МІСТА ЛЬВОВА.....	213
5	МОРОЗОВА Т. В. БІОМОНІТОРИНГ ПАСТОРАЛЬНИХ ЕКОСИСТЕМ.....	218
53	ЧЕРНЯВСЬКИЙ М. В. ПРАЛІСОВІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ «ГЛИГУЛЬСЬКА» ТА «МАЛОЗВАРАШСЬКА» І РЕЖИМ ЇХ ЗБЕРЕЖЕННЯ.....	223

Секція 4.

СТРАТЕГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ У ПОВОЄННИЙ ЧАС

54	ДАЦКО Т. М., ДИДІВ А. І., ІВАНКІВ М. Я., КАЧМАР Н. В. ПРОБЛЕМИ, ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЛІГЕРАТИВНИХ ЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ	229
55	КАЧМАР Н. В., ІВАНКІВ М. Я., ДАЦКО Т. М., ДИДІВ А. І., ПАНАСЮК Р. М. РІВЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ В УКРАЇНІ.....	234
56	КОПІЙ М. Л. ВАРІАНТИ ВІДНОВЛЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ У ПОВОЄННИЙ ЧАС.....	237
57	КУЧЕР А. В., КУЧЕР Л. Ю. ПРИНЦИПИ СТРАТЕГІЇ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬ І СТАЛОГО АГРАРНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ...	240
58	ДИДІВ А. І., ДАЦКО Т. М., КАЧМАР Н. В., ІВАНКІВ М. Я. ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ҐРУНТИ УКРАЇНИ ТА ЗАХОДИ З ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ.....	243
59	ОЛІФЕРЧУК В. П., КЕНДЗЬОРА Н. З. УПРАВЛІННЯ МІКОРИЗНИМИ АСОЦІАЦІЯМИ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЕКОСИСТЕМ.....	249
60	ДЖУРА Н. М., БОРЕЦЬКА І. Ю. КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ГУМАТІВ.....	253
61	ШАПОВАЛ В. В. ДО ПИТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ СТЕПОВОЇ РОСЛИННОСТІ.....	256

Секція 5.

УТИЛІЗАЦІЯ, РЕКУПЕРАЦІЯ ТА РЕЦИКЛІНГ ВІДХОДІВ

62	МАЛЬОВАНІЙ М.С., ТИМЧУК І.С., ЖУК В., СЛЮСАР В., БУНДЗ С. ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ ФІЛЬТРАТІВ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ МЕТОДОМ АЕРОВАНОЇ ЛАГУНИ В УКРАЇНІ.....	262
63	НОСОВА Н. І. УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ В КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО КУРСУ.....	265
64	ТИМЧУК І. С., МАЛЬОВАНІЙ М. С., СЕРЕДА А. С. КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....	270
65	ТРИГУБА А. М., ТРИГУБА І.Л., АНДРУШКІВ О. Я. ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РЕЦИКЛІНГУ ОРГАНІЧНИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЖИТЛОВИХ МАСИВІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕНЕРГІЇ.....	273

66	КАГАЛО О. О., СИЧАК Н. М., БОРСУКЕВИЧ Л. М., ПУКА Є. О. КОМПЛЕКСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ПРИРОДНІ ЕКОСИСТЕМИ ЗАВОДУ СОРТУВАННЯ ТПВ ТА ПОЛІГОНУ БІЛЯ М. ГАЛЬБЕНРАЙН (АВСТРІЯ).....	278
67	ГОРОДИСЬКА І. М., ІВАНКІВ М. Я., ГАЛАН В. Р., ТУПІСЬ Р. В. АНАЛІЗ ВАЖЛИВИХ АСПЕКТІВ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ВРАХОВУЮЧИ ВИМОГИ ЗАКОНОДАВСТВА ЄС.....	285
68	НЕСТЕР А. А. ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПРИ ЗБЕРЕЖЕННІ СЕРЕДОВИЩА	289
69	ПОВЗУН О. І. СПОСІБ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДУ МЕТАЛУРГІЇ У ВИРОБНИЦТВІ СТИНОВИХ БЛОКІВ ПІД ЧАС ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ ЗРУЙНОВАНОГО ЖИТЛА.....	294
70	ЗЬОЛА М. Б. ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗДІЛЬНОГО ЗБИРАННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	299
71	ПОДОБА Ю. В., ТЕРТИЧНА О. В. СТІЧНІ ВОДИ М'ЯСОПЕРЕРОБКИ ЯК ДЖЕРЕЛО ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ КОМПОНЕНТІВ ДОБРІВ.....	303
Секція 6.		
ЕКООСВІТА, ЕКОТУРИЗМ ТА ЕКОРЕКРЕАЦІЯ		
72	РИГАЙЛО С. Я. ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ.....	307
73	КОРІНЕЦЬ Н. О. ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТНЬО-ВИХОВНА РОБОТА В БІОСФЕРНОМУ ЗАПОВІДНИКУ «АСКАНІЯ-НОВА».....	312
74	МАМЧУР З. І., КИЙКО А. О. СТВОРЕННЯ НОВИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ – ЗАПОРУКА ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ.....	317
75	ПЛУЖНИК А. В., МОКРЕНЧУК Ю. Б., СОРОЧАН М. А. РОЗРОБКА ЕКОЛОГІЧНОЇ СТЕЖКИ – АВТОМОБІЛЬНИЙ МАРШРУТ «МАНДРІВКА ХОЛОДНИМ ЯРОМ».....	322
76	ГОДОВАНЕЦЬ О. Б. «ОСЕЛЯ РОЗТОЧЧЯ» ЯВОРІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ – ОСЕРЕДОК ПРИРОДОТЕРАПІЙ.....	325
77	ЗАХАРЧУК Є. В. ХОМИН М. Г. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ДІЯЛЬНОСТІ АКАДЕМІЧНИХ НАУКОВИХ УСТАНОВ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЙОГО ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ	328
78	ІВАНКІВ М. Я., ДАЦКО Т. М., КАЧМАР Н. В., ДИДІВ А. І. ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ У ПОДОЛАННІ КРИЗОВОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПЛАНЕТИ	333

79	ЛАЗОРКО М. С. ПРИРОДООХОРОННІ УСТАНОВИ ЯК ОРІЄНТИРИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ ТА ОЗДОРОВЛЕННЯ УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ.....	335
80	КРЕМПА К. М. ПРОБЛЕМИ ОБІЗНАНОСТІ ЛЮДЕЙ ПРО ЗМІЙ.....	340
81	УЙГЕЛІЙ Г. Ю., СОЛОВОДЗІНСЬКА І. Є., МАЗУРАК О. Т., ШКУМБАТЮК Р. С. АНАЛІЗ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТЕРМАЛЬНИХ ВОД ЗАКАРПАТТЯ.....	342
82	МОРОЗ М. В. ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА, ВИХОВАННЯ ТА КУЛЬТУРА В УМОВАХ ВІЙНИ.....	347
83	ТОВАРНИЦЬКИЙ В. М., ТЕДАШ Л. Б. РЕКРЕАЦІЯ ТА ТУРИЗМ У РЕГІОНАЛЬНОМУ ЛАНДШАФТНОМУ ПАРКУ «ВЕРХНЬОДНІСТРОВСЬКІ БЕСКИДИ»: ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИРОДИ ТА РОЗВИТОК ЕКОТУРИЗМУ.....	352
84	ГОЛОВАТЕНКО І. О., УГНЯ В. Д. ОСНОВНІ ЗАГРОЗ БІОРІЗНОМАННЮ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ.....	358
85	ТИРУСЬ М. Л. АМАРАНТ – ЯК АЛЬТЕРНАТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН.....	361