

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Національна академія наук України
Відділення загальної біології
Наукова рада з проблем ґрунтознавства

Університет Кордобі (Іспанія)

Університет Севільї (Іспанія)

Університет Махатми Ганді (Індія)

***GEOBOTANIC, SOIL AND ECOLOGICAL STUDIES
OF FOREST BIOGEOCENOSES OF THE STEPPE ZONE:
history, present, perspectives***

**Proceedings of the III International scientific-practical conference
dedicated to the 95th anniversary of the birth
of Professor A. P. Travleyev**

Dnipro, Ukraine, 11 September 2024

***ГЕОБОТАНІЧНІ, ҐРУНТОВІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
ЛІСОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ:***

історія, сучасність, перспективи

**Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції,
присвяченої 95-річчю з дня народження
чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора А. П. Травлєєва**

м. Дніпро, Україна, 11 вересня 2024 р.

Дніпро
2024

Рецензенти: доктор біологічних наук, професор, академік НАН України І. Г. Ємельянов
доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України Н. В. Заїменко

Г-83 Геоботанічні, ґрунтові та екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони: історія, сучасність, перспективи: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю з дня народження чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора А. П. Травлєєва. – Дніпро: Ліра, 2024. – 108 с.

Представлено матеріали 30 доповідей III Міжнародної конференції з геоботанічних, ґрунтових та екологічних досліджень лісових біогеоценозів в умовах степової зони України, присвяченій 95-річчю з дня народження видатного вченого, члена-кореспондента НАН України, заслуженого діяча науки і техніки України, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки, доктора біологічних наук, професора Травлєєва Анатолія Павловича (м. Дніпро, 11 вересня 2024 р.). Представлено результати досліджень ґрунтів та рослинності, а також їх екологічних взаємозв'язків на фоні кліматичних умов степової зони України. Наведені роботи характеризують сучасні наукові тенденції розвитку геоботаніки, ґрунтознавства та екології.

Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів, працівників лісового, водного та сільського господарства.

Geobotanical, soil and ecological studies of forest biogeocenoses of the steppe zone: history, present, prospects: Proceedings of the III International scientific and practical conference dedicated to the 95th anniversary of the birth of Professor A. P. Travleyev. – Dnipro: Lyra, 2024. – 108 p.

The materials of 30 reports of the International Conference on Geobotanical, Soil and Ecological Studies of Forest Biogeocenoses in the Conditions of the Steppe Zone of Ukraine, dedicated to the 95th anniversary of the birth of a prominent scientist, corresponding member of NAS of Ukraine, Doctor of Biological Sciences, Professor Anatoliy Pavlovych Travleyev (Dnipro, Ukraine, 11 September 2024). The results of studies of soil and vegetation, as well as their ecological interconnections against the background of climatic conditions of the steppe zone of Ukraine are presented. The above works characterize the modern scientific tendencies of development of geobotany, soil science and ecology.

For researchers, teachers, graduate students and students of higher educational establishments, employees of forestry, water and agriculture.

В авторській редакції.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

канд. біол. наук, доц. В. А. Горбань
(відп. редактор),
д-р біол. наук, проф. Н. А. Білова,
канд. біол. наук, доц. С.О. Гунько,

канд. біол. наук, ст. н. с. І. А. Іванько,
канд. біол. наук, доц. О. В. Котович,
канд. біол. наук, доц. О. І. Лісовець,
канд. біол. наук, доц. О. М. Масюк,

Н. В. Заїменко, Н. П. Дідик, Т. Ю. Бедернічек, І. П. Харитоновна, Н. А. Павлюченко, Н. С. Чернікова

ФІТОСТИМУЛЯЦІЯ ҐРУНТІВ, ПОРУШЕНИХ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ

Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України, м. Київ, Україна, zaimenkonv@ukr.net

З 2014 року війна РФ проти України призвела до суттєвої руйнації ґрунтів і спричинила масштабну та довготривалу деградацію навколишнього середовища. Повномасштабне вторгнення з 24 лютого 2022 року ще більш загострило проблему деградації ґрунтів. Висока інтенсивність бойових дій на окремих територіях поставила під сумнів безпеку використання земель, які безпосередньо постраждали від військових дій. Виверження від авіабомб та артилерійських обстрілів, заміновані території, знищена важка військова техніка, витік нафтопродуктів, вигорілі від пожеж площі, зсуви стали основними маркерами впливу на структурно-функціональну організацію ґрунтів і призвели до важких соціально-економічних наслідків як на місцевому, так і на національному рівні. Ці кардинальні зміни ландшафту вимагають негайного та всебічного вивчення з подальшою розробкою політики управління агрофізичними, агрохімічними, і біологічними характеристиками ґрунтів, забруднених в результаті бойових дій.

За результатами проведених досліджень розроблено технологічний регламент відтворення деградованих і порушених ґрунтів, який передбачає три етапи. На першому етапі проводиться оцінка потенційної родючості ґрунтів за показниками чисельності меланінвмісних мікроміцетів, активності лакази, вмісту лабільних і стабільних форм гумусу. На другому етапі вносяться кремнієвмісні суміші, за рахунок чого відбувається формування інформаційної матриці для забезпечення спроможності ґрунтової екосистеми до самоорганізації та самовідновлення. І на останньому, третьому етапі проводиться фітореMediaція з використанням рослин, які характеризуються безбар'єрним ефектом щодо накопичення забруднювачів (Заїменко, 2023).

Рекультивація деградованих і порушених, внаслідок бойових дій, ґрунтів можлива лише за умов впровадження інформаційно-ресурсних підходів щодо оптимізації структурно-функціональної організації природних і штучних біогеоценозів. Запропонована технологія відновлення структури, властивостей та родючості ґрунтів передбачає використання природних кремнієвмісних мінералів і органічних матеріалів різного походження для синтезу моно- та полікремнієвих кислот. Монокремнієві кислоти позитивно впливають на біологічні процеси, що відбуваються в ґрунті, підвищують стійкість рослин до стрес-факторів, сприяють формуванню комплексів з органічними і неорганічними сполуками. Полікремнієві кислоти, задіяні в утворенні специфічної кремнієвої матриці з керованими властивостями, для якої притаманна унікальна здатність зберігати інформацію щодо каталітичних реакцій. Шляхом штучного моделювання співвідношення між моно- та полікремнієвими кислотами створюється можливість оптимізації та збалансування системи «ґрунт – рослина – ґрунт».

В Україні моніторинг основних забруднювачів довкілля в місцях бойових дій не проводиться, а технологію фітоіндикації та фітореMediaції ґрунтів, пошкоджених внаслідок бойових дій, досі не розроблено. За кордоном дослідження можливостей фітореMediaції ґрунтів і прісноводних екосистем, забруднених тротилом, гексогеном і октагеном, ведеться тривалий час. Основні результати цих робіт узагальнено в огляді «Phytoremediation of explosives by wild-type and transgenic plants». Подальший масив даних було отримано в ході виконання проекту «Phytoremediation of Explosives from Contaminated Soil by Transgenic Grass» (2020). Серед немодифікованих рослин, за даними Kiiskila et al. (2015), найефективнішими є щодо тротилу *Myriophyllum spicatum* і *Chrysopogon zizanioides*, щодо гексогену помірно ефективними є *Phalaris arundinacea*, *Carex vulpinoidea* і *Oryza sativa*. На жаль, робіт щодо фітоіндикації ґрунтів, забруднених вибуховими речовинами в Україні немає. Тому диверсифікація сільськогосподарських культур за рахунок впровадження та інтеграції різноманітних методів ведення агровиробництва на деградованих і порушених ґрунтах має величезне теоретичне і практичне значення, оскільки передбачає вирощування рослин для біовилучення хімічних елементів, яке відбувається в результаті фізичної адсорбції шляхом іонного обміну на першому етапі та хемосорбції, через метаболічну активність, на другому етапі.

З огляду на вищевикладене, особливої актуальності набувають роботи, пов'язані зі зменшенням негативного впливу змішаного забруднення вибуховими речовинами шляхом застосування фітостимуляції для інтенсифікації мікробної активності за рахунок корневих ексудатів рослин, які здатні, з одного боку, використовувати джерело азоту і вуглецю для швидкого розвитку, а, з іншого,

розкладати, трансформувати та вилучати поллютанти з ґрунту. Попри те, що хімічні і фізичні методи вилучення з ґрунту токсичних металів і забруднювачів органічного походження набули широкого застосування, їм властиві серйозні недоліки, зокрема висока економічна затратність та тривалий час, необхідний для досягнення поставленого завдання. Оскільки існуючі методи хімічної і фізичної ремедіації не передбачають відтворення біологічного стану ґрунтів, фітостимуляція є найбільш прийнятною технологією для довкілля. Крім того, алелопатично активні сполуки сприяють депонуванню CO₂ в ґрунті та забезпечують формування лабільних форм гумусу. Необхідно зазначити, що механізми резистентності рослин до надмірного надходження важких металів і поллютантів різноманітні: одні спроможні накопичувати високі концентрації забруднювачів і виявляти толерантність до них, інші здатні зменшувати їх надходження, максимально використовуючи бар'єрні механізми. Біодоступність забруднювачів залежить від фізико-хімічних і біологічних характеристик ґрунту, утворення органічних комплексів, осадження неорганічних сполук, а отже допоміжна фітоекстракція за рахунок внесення синтетичних хелатів, зокрема, ЕДТА, НЕДТ, ДТРА, позитивно впливає на зменшення фітотоксичності та інтенсифікацію розвитку мікроорганізмів. Присутність вибухових азотовмісних речовин і важких металів призводить до дисбалансу в ґрунті, порушень в поглинанні біогенних елементів рослинами, тому виникає нагальна потреба в дослідженнях розподілу аміачних форм азоту, які сприяють як депонуванню CO₂ ґрунту, так і зменшенню емісії оксидів азоту. Отже, запропонована технологія передбачає не лише очищення ґрунтів від забруднень вибуховими речовинами, але й оптимізацію структурно-функціональної організації екосистем у результаті формування інформаційно-ресурсних підходів до управління всіма складовими біогеоценозу.

Заслужують на увагу результати, отримані після оцінювання вмісту терпеноїдів у ґрунті під рослинами троянд різного екоморфотипу. Відомо, що терпеноїди виконують важливу екологічну функцію, пов'язану як із стійкістю рослин до абіотичних і біотичних стресів, так і з їхньою участю в процесах, задіяних у змінах кліматичних умов за рахунок формування світлорозсіюючих аерозолів. Нещодавно було висунуто гіпотезу щодо участі терпеноїдів у інгібуванні процесів нітрифікації та іммобілізації аміачних форм азоту в результаті мікробіологічної активності з подальшим формуванням органічного вуглецю. Крім того, за кількісним і якісним складом терпеноїдів можливо визначити специфічність мікробіому для рослин різного екоморфотипу. На жаль, на даний час відсутня інформація щодо внеску терпеноїдів у структурно-функціональну організацію ґрунтової екосистеми, в першу чергу, фосфатний обмін.

Отримані результати свідчать про зростання кількісних показників терпеноїдів у фазу цвітіння (28.06), що узгоджується з даними аналізу розподілу в ґрунті фосфору, аміачних форм азоту та лабільного гумусу. Протилежна залежність простежується щодо концентрації NO₃⁻ та HCO₃⁻. Загалом відібрані до експерименту рослини різних груп троянд сприяють накопиченню терпеноїдів у ґрунті в середньому в 1,1–1,8 разу порівняно з контрольною ділянкою (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст терпеноїдів, аміачного азоту та лабільних форм гумусу в ґрунті під трояндами різного екоморфотипу

Троянда	Терпеноїди, умовні одиниці			Аміачний азот, мг/кг			Лабільні форми гумусу, %		
	Термін відбору зразків								
	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09
Флорібунда	0,372	0,720	0,363	22,4	54,8	17,3	8,5	10,9	6,2
Шипшина	0,408	0,758	0,295	25,3	47,2	20,6	12,4	16,6	10,5
Паркова	0,440	0,794	0,218	31,6	45,8	21,8	8,3	9,3	6,4
Ґрунтово-покривна	0,507	0,572	0,366	28,2	40,6	21,2	11,9	13,1	10,5
Витка	0,635	0,714	0,271	30,1	47,3	19,6	10,8	14,5	9,7
Контроль без троянд	0,352	0,497	0,198	19,8	21,9	15,4	8,1	8,6	5,9

Проведені дослідження свідчать про існування певного механізму, задіяного в депонуванні CO₂ за рахунок зростання пулу терпеноїдів у ґрунті, які безпосередньо пов'язані з формуванням стабільних форм гумуса за рахунок зменшення рухливості фенольних сполук у результаті підвищення вмісту аміачного азоту. Підтвердженням цьому слугують також дані щодо підвищення кількісних показників міді у ґрунті (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст фосфору, міді та цинку в ґрунті під трояндами різного екоморфотипу, мг/кг

Троянда	Фосфор			Мідь			Цинк		
	Термін відбору зразків								
	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09
Флорібунда	8,5	28,7	3,3	44,2	58,3	36,2	29,5	54,7	42,7
Шипшина	11,3	39,1	5,2	42,3	47,7	35,5	65,5	80,1	56,4
Паркова	5,4	13,3	2,0	74,1	82,5	81,3	29,0	47,5	38,3
Ґрунтово-покривна	9,5	30,2	4,6	60,4	63,5	60,1	27,0	63,5	52,9
Витка	11,2	30,4	4,8	49,2	52,1	46,0	46,2	58,7	43,7
Контроль без троянд	12,9	38,3	4,4	66,7	70,3	56,9	22,8	5,4	41,0

Ґрунт під рослинами шипшини відрізняється високим вмістом лабільних форм гумусу та цинку, що свідчить про їхню термостійкість і заощадливе використання вологи. Для витких троянд притаманний порівняно з іншими групами максимальний рівень калію і магнію, а для ґрунтопокривних – найбільший вміст кальцію (табл. 3). Виявлена закономірність свідчить про істотну відмінність у формуванні адаптивної стратегії до стрес-чинників різної етіології, хоча для ґрунту всіх дослідних видів характерний високий вміст кремнію і титану (табл. 4).

Таблиця 3

Вміст калію, магнію і кальцію в ґрунті під трояндами різного екоморфотипу, мг/кг

Троянда	Калій			Магній			Кальцій		
	Термін відбору зразків								
	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09
Флорібунда	2478	2125	2012	1330	1520	1396	7374	6811	5975
Шипшина	2235	2003	1961	1440	1455	1434	11790	8593	10400
Паркова	2518	1961	1663	1460	1624	1416	7226	6996	6210
Ґрунтово-покривна	2085	1749	1801	1344	1350	1550	14810	10680	13796
Витка	2847	2523	2358	2049	1986	1857	12080	9024	9872
Контроль без троянд	2231	1838	1944	1254	1408	1346	10200	6972	7515

Таблиця 4

Вміст кремнію, титану і заліза в ґрунті під трояндами різного екоморфотипу, мг/кг

Троянда	Кремній			Титан			Залізо		
	Термін відбору зразків								
	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09
Флорібунда	2027	2573	2183	341,6	406,8	303,1	9309	10240	8774
Шипшина	1349	2239	1897	307,6	371,5	297,2	8869	9095	9395
Паркова	1644	2344	2162	384,5	401,6	302,5	8736	8692	7473
Ґрунтово-покривна	1299	2109	2381	331,6	382,4	288,4	9176	9231	9553
Витка	1263	3073	2742	346,9	379,3	281,7	8753	9621	9931
Контроль без троянд	872	1127	1367	228,1	250,6	195,4	14420	15380	13415

Відповідні зміни простежуються також у розподілі біогенних елементів у тканинах дослідних видів рослин. Зокрема, виткі троянди відрізняються від троянд інших екоморфотипів високою

концентрацією калію і магнію. Листки ґрунтопокривних троянд характеризуються найбільшим вмістом кальцію, а шипшини – цинку. Для флорибунди притаманний порівняно з іншими групами троянд високий рівень заліза (табл. 5, 6).

Таблиця 5

Вміст калію, магнію і кальцію в листках троянд різного екоморфотипу, мг/кг

Троянда	Калій			Магній			Кальцій		
	Термін відбору зразків								
	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09
Флорібунда	13690	9122	9973	1663	2034	2756	9506	18340	19165
Шипшина	13000	9038	10090	1982	1905	2633	7347	11130	18723
Паркова	11370	8975	11285	2356	1871	3025	8603	19126	20530
Ґрунтово-покривна	8162	5260	12967	2644	1792	2918	13982	21940	27580
Витка	20130	10590	14360	2875	2070	3426	10218	17510	23201

Таблиця 6

Вміст цинку, заліза та кремнію в листках троянд різного екоморфотипу, мг/кг

Троянда	Цинк			Залізо			Кремній		
	Термін відбору зразків								
	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09	22.05	28.06	19.09
Флорібунда	21,9	7,5	17,1	361,6	306,7	1659	1831	1407	2988
Шипшина	41,8	17,9	20,7	253,9	148,2	878,6	2004	1116	3037
Паркова	32,6	12,2	16,3	298,1	147,9	787,2	2128	1335	3880
Ґрунтово-покривна	28,2	6,4	16,8	212,7	113,3	585,9	2837	922	34190
Витка	29,5	7,1	18,9	196,5	199,5	599,6	2806	1082	3765

Отже, фундаментальні та прикладні дослідження вкрай необхідні для розуміння фізичних, хімічних і біологічних процесів, важливих для відновлення ґрунтів. Постає питання в додаткових дослідженнях з багатьох дисциплін, зокрема, таких як екологія, ґрунтознавство, мікробіологія, молекулярна біологія, генна інженерія, біогеохімія, гідрологія, які мають бути зосереджені на структурно-функціональній організації складних екосистем, що включають як забруднювачі, так і різні організми та узгоджуються з їхньою просторовою і часовою мінливістю. Глибоке розуміння процесів фітостимуляції, які передбачають симбіотичний зв'язок між рослинами та ґрунтовими мікроорганізмами, в результаті чого перші забезпечують поживними речовинами мікроорганізми, а другі визначають швидкість біоремедіації та сприяють розвитку коренів. Питання анізотропності міграції вибухових речовин за ґрунтовим профілем як у вертикальній, так і горизонтальній проекції, а також з'ясування впливу цих речовин на біологічний стан екосистем залишаються нез'ясованими для території України.

На даний час відсутня технологія очистки ґрунтів, забруднених вибуховими речовинами, зокрема азотовмісними сполуками та важкими металами, не проаналізовано взаємодію мікробіоценозу ґрунту і рослин в процесах оптимізації біологічного стану ґрунтової екосистеми. Існуюча інформація щодо ролі мікроорганізмів в очищенні ґрунтів при змішаному забрудненні (Luo et al., 2023; Fendandez-Lopez et al., 2022), та видового складу бактерій і грибів, зокрема *Pranerochaete chrysosporium*, *Pseudomonas* sp., *Bacillus cereus*, *Rhodococcus* sp., *Arthrobactersubterrns*, *Pscudarthrobacter chlorophenolicus* (Yang et al., 2021; Kao et al., 2016; Zhang et al., 2023), здатних до розкладання вибухових речовин у ґрунтовому середовищі, не розкриває механізмів взаємодії мікробіоценозу і рослин на синекологічних засадах, брак розробок з відтворення родючості порушених ґрунтів та спроможності забезпечення їхньої самоорганізації і самовідновлення.

Таким чином, найбільш прийнятною для захисту і відновлення екологічної рівноваги ґрунтової екосистеми, очищення ґрунтів, забезпечення їхньої самоорганізації та відтворення родючості є фітостимуляція, яка об'єднує процеси біодеградації забруднюючих речовин, їхньої трансформації,

стимуляції синтезу біологічно активних сполук для формування гумусу та зменшення емісії парникових газів з наземних екосистем.

Список використаних джерел

Заїменко Н. В. Захист та відновлення ґрунтів у повоєнний період // Вісник Національної академії наук України. – 2023. – № 5. – С. 54–57.

Xian-zhen Luo, En-qing Hou, Ling-ling Zhang, Yuangwen Kuang, Da-zhi Wen. Altered soil microbial properties and functions after afforestation increase soil carbon and nitrogen but not phosphorus accumulation // *Biology and Fertility of Soils*, 01 May 2023, Vol. 59, No. 6, 645–658.

Carmen Fernandez-Lopez, Rosa Posada-Baquero, Jose-Julio Ortega-Calvo. Nature-based approaches to reducing the environmental risk of organic contaminants resulting from military activities // *Science of The Total Environment*, Volume 843, 2022.

Ling Yang, Yulan Zhang, Shichang Kang, Zhaoqing Wang, Chenxi Wu. Microplastics in soil: A review on methods, occurrence, sources, and potential risk // *Science of The Total Environment*, Volume 780, 1 August 2021, 146546.

Xiaolin Zhang, Qixing Zhou, Ruixiang Li, Tian Li, Ruiren Zhou, Zelin Hou. Interactions among microorganisms functionally active for electron transfer and pollutant degradation in natural environments// *Eco-Environment & Health* Volume 2, Issue 1, March 2023, Pages 3–15.

J. M. Recio Espejo

**ANATOLY P. TRAVLEEVA IN SPAIN. PALAEOECOLOGICAL SIGNIFICANCE
OF THE SOILS AND THE CHERNOZEMS AS REFERENCE**

University of Córdoba (Spain), Oles Honchar Dnipro National University (Ukraine), bv1reesj@uco.es

Coinciding with the celebration of Professor Anatoly P. Travleev's 95th birthday, I would like to highlight three important aspects: his academic and scientific activities carried out here in Spain; those carried out with us in different institutions in Kyiv and Dnipro institutions, and a third related to the ecological significance of soils transmitted as a scientific legacy.

A first important event was the organization in 2010 at the International University of Andalusia of the workshop "Environmental situation in East-Europe: Development, current problems and future actions", with the participation of experts from different countries. The opening sessions was carried out by the Ukrainian ambassador to Spain Anatoly Sherva, with the participation of members of the Agrarian Universities of Dnipro, Professor W. Radchencho from NASU, Leo Karpachersky from Lomonozov University and other members of Córdoba university.

During a visit to the Spanish embassy in Kyiv, the ambassador Sr. José Moyano gave to him his appointment as Honorary Professor of the University of Córdoba.

In 2015 was invited to the "International Year of Soils" celebration in La Rábida (Huelva, Spain), sessions in which he no longer participated.

A lot of meetings were place with the Rector of the University of Córdoba and members of the International University of Andalusia, in Dnipro and Córdoba city. At the same time with Rector Poliakov.

In 2018 was our last visit to the Presamarsky Station, together A. Kotovich and F. Díaz del Olmo from the University of Seville.

Personally, deeply grateful for the appointment as Honorary Doctor of the Oles Honchar University, and his last contribution to me, the admission in the NASU in Soils Science section in the year 2021.

Currently we continue with one of its greatest activities, the edition of the journals "Soil Science" and "Ecology and Noospherology", together Professor V. Gorban.

His scientific legacy for us, the chernozem soils, its morphology and ecological aspects to understand the processes that to affect to mediterranean soils. Their horizons, limits, denominations, thicknesses, decarbonation and blackening processes, etc.

And highlighting the importance of vegetation in soil formation, here based on typical species of steppe grasses, the importance of physical-chemical characterization in the laboratory and the chronological dating of processes.

Н. А. Білова¹, В. М. Яковенко²

ДІАГНОСТИКА МОРФОЛОГІЧНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ГУМУСОВО-АКУМУЛЯТИВНОГО ГОРИЗОНТУ ЛІСОВИХ ТА СТЕПОВИХ “BLACK SOILS”

¹*Університет митної справи та фінансів, м. Дніпро, Україна, natalyabilova51@gmail.com*

²*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна, yakovenko_v@i.ua*

Польові дослідження морфологічної будови ґрунтів є вихідним матеріалом для діагностики і класифікації ґрунтів, порівняльної характеристики будови ґрунтів у різнопланових дослідженнях (зокрема, обзорах, атласах та ін.), при визначенні різноманітних аналітичних показників генетичних горизонтів та їх змін у профілі

Ключовим елементом морфологічного дослідження ґрунтів є визначення генетичних горизонтів та їх сполучення в профілі. Підставою для виділення відповідного горизонту або підгоризонту може бути зміна по вертикалі будь-якої (навіть однієї) суттєвої морфологічної ознаки (Розанов, 2004) – гранулометричного складу, забарвлення, структури, складення (щільності, пористості), новоутворень, включень та ступеня однорідності (плямистості). За методикою польового опису ґрунтів ФАО (2006), яка жорстко прив'язана до міжнародної класифікації ґрунтів WRB, підгоризонти виділяються на основі морфологічно виражених відмінностей у структурі, кольорі або гранулометричному складі.

Наш досвід дослідження профілів байрачних, пристінних і заплавних лісових ґрунтів степової зони України (Белова, Яковенко, 1997; Белова, Травлєєв, 1999; Яковенко, 2004, 2008, 2014 та ін.) свідчить, що характерною особливістю їх морфологічної будови є диференціація гумусово-аккумулятивного горизонту (поверхневий горизонт А за WRB) на три підгоризонти – Н₁, Н₂ і Н₃ (за WRB відповідно підгоризонти А1, А2, А3). Однак у макроморфологічних описах лісових ґрунтів на фоні одноманітного забарвлення і гранулометричного складу гумусово-аккумулятивного горизонту спостерігаються різночитання у виділенні підгоризонтів на основі змін за вертикаллю відносного співвідношення агрегатів різної морфології або розміру педів домінуючого типу структури, змін щільності складення, загальної пористості та відносної участі порожнин різної морфології й генезису.

Об'єктами досліджень слугували типові профілі ґрунтів природних байрачних, пристінних і заплавних лісів, а також чорноземів звичайних під трав'янистою і штучною деревною рослинністю в межах Присамар'я Дніпровського (Новомосковський район Дніпропетровської області).

При макроморфологічному дослідженні застосовувалась методика польового опису ґрунтів, рекомендована ФАО (2006), визначали тип ґрунтової структури, щільність, морфологія пористості і характер меж між підгоризонтами.

У роботі застосовано номенклатуру ґрунтів Комплексної експедиції ДНУ і міжнародну класифікацію ґрунтів WRB (IUSS Working Group WRB, 2022).

Характеристики мікроструктурної організації ґрунтів надавались за Ступсом (2003), зокрема визначались типи мікроструктури та їх відносне співвідношення у складенні горизонтів, типи агрегатів і ступінь акомодатії їх поверхонь, морфологічні типи порожнин і площа видимої пористості. Тип мікроструктури визначався на рівні, який сполучається з макроморфологічним описом структурного стану – як загальний фон організації ґрунтової маси при малому збільшенні ($\times 15$). Площа порового простору визначалась планиметричним методом на основі підрахування площі порожнин (більших, ніж 0,1 мм) усіх морфологічних типів за 25–30 полів зору для кожного підгоризонту. Статистичну обробку результатів вимірювання площі пористості здійснювали із використанням програмного пакета Statistica.

Аналіз макроморфологічних характеристик виявляє як спільні риси диференціації гумусово-аккумулятивного горизонту, так і певні відмінності між ґрунтами природних лісів і чорноземами звичайними під трав'янистою та штучною деревною рослинністю. Контрастність диференціації гумусово-аккумулятивного горизонту діагностується за змінами характеристик мікроструктурної організації ґрунтового матеріалу.

Усім дослідженим ґрунтам властиве домінування зернистих агрегатів у підгоризонті Н₁ і педів грудкуватої морфології в підгоризонті Н₂. Спостерігається загальна тенденція збільшення розмірів структурних окремоностей униз за профілем, зокрема найбільш контрастне виявлено між підгоризонтами Н₁ та Н₂ у ґрунтах природних лісів.

Менш контрастні зміни спостерігаються в категорії високої пористості, оскільки вона має широкі межі (15–40 %), але загалом зниження загальної пористості є помітним. Загальною

закономірністю є зростання вниз за профілем участі в поровому просторі тріщин і пор-каналів на фоні зменшення відносної участі вагів та особливо міжагрегатних пор.

Щільність поверхневих підгоризонтів H_1 чорноземів звичайних дорівнює щільності підгоризонтів H_2 лісових ґрунтів (позначення щільності – BD2).

В усіх досліджених ґрунтах між підгоризонтами H_1 та H_2 спостерігається різкий перехід і рівна форма меж.

У досліджених ґрунтах Присамар'я Дніпровського спостерігається диференціація гумусово-аккумулятивного горизонту на макро- та мікроморфологічному рівнях структурної організації. Гумусово-аккумулятивний горизонт чорноземів звичайних (Calcic Chernozem) як під трав'янистою, так і під штучною деревною рослинністю диференціюється на два підгоризонти – H_1 та H_2 . У чорноземних ґрунтах природних байрачних (Luvisc Chernozem) і пристінних лісів (Chernic Phaeozem) та лучно-лісових ґрунтах (Fluvisc Chernic Phaeozem) заплавлених лісів поверхневий горизонт диференціюється на три підгоризонти – H_1 , H_2 , H_3 .

На макроморфологічному рівні в межах гумусово-аккумулятивного горизонту спостерігаються синхронні зміни основних характеристик структурного стану (рис. 1): різноманіття морфологічних типів структури; домінуючих типів структури; переважаючих розмірів агрегатів у межах одного типу структури; загальної пористості; різноманіття морфології порожнин; відносної участі окремих типів порожнин у формуванні порового простору; щільності складення.

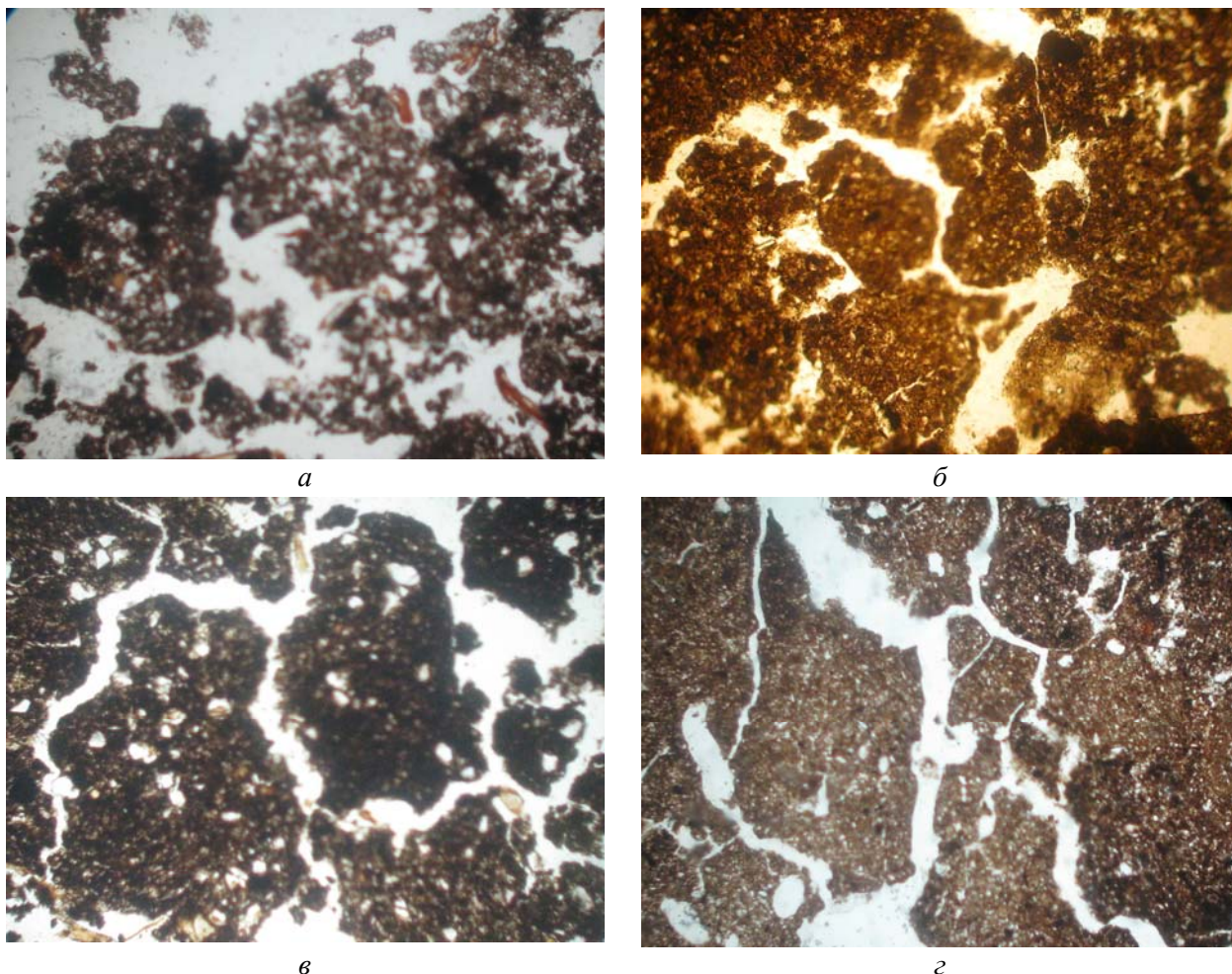


Рис. 1. Мікроструктурна організація гумусово-аккумулятивного горизонту: *a* – грудкувата, чорнозем звичайний лісопокращений (Calcic Chernozem); *б* – зерниста копрогенна, заплавлений лучно-лісовий ґрунт (Fluvisc Chernic Phaeozem); *в* – округло-блокова, чорнозем звичайний (Calcic Chernozem); *z* – гострокутно-блокова, чорнозем лісовий (Luvisc Chernozem). Ширина знімків 2 мм, ніколі ||

На мікроморфологічному рівні диференціація діагностується за змінами: комплекту типів мікроструктури; відносного співвідношення (домінуючі/другорядні) різних типів мікроструктури; характеристик порового простору (співвідношення домінуючих типів порожнин, площі пористості) та морфології агрегатів (форма, розмір, внутрішньоагрегатна пористість) у межах одного типу мікроструктури; загальної площі видимої пористості.

Список використаних джерел

- Белова Н. А., Яковенко В. Н. Мікроморфологія пойменно-лісових ґрунтів Присамарського моніторингу // Вопросы степного лесоведения и рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1997. – С. 45–56.
- Белова Н. А., Травлєєв А. П. Естественные леса и степные почвы. – Д.: Изд-во ДГУ, 1999. – 343 с.
- Розанов Б. Г. Морфология почв. – М.: Академический Проект, 2004. – 432 с.
- Руководство по описанию почв / Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. – Рим, 2012. – 101 с.
- Яковенко В. М. Мікроструктура ґрунтів лісових екосистем Присамар'я Дніпровського // Науковий вісник Чернівецького університету. – Чернівці, 2004. – Вип. 194. – Біологія. – С. 170–177.
- Яковенко В. М. Мікроморфологічна діагностика чорноземів Присамар'я Дніпровського // Ґрунтознавство. – 2008. – Т. 9, № 3-4 (13). – С. 119–127.
- Яковенко В. М. Вплив делювіальних процесів на макро- та мікроморфологію байрачних лісових ґрунтів // Ґрунтознавство. – 2014. – Т. 15, № 3-4 (25). – С. 74–88.
- Stoops G. Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. – Madison, WI: Soil Science Society of America, 2003. – 184 p.
- IUSS Working Group WRB (2022). World Reference Base for Soil Resources. International soil classification.
- FAO (2006). Guidelines for soil description. Rome. Retrieved August 11, 2023, from <https://www.fao.org/3/a0541e/a0541e.pdf>

І. В. Пліско, М. О. Солоха

ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОРНИХ ЧОРНОЗЕМІВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», м. Харків, Україна,
irinachujan@gmail.com, solomax@ukr.net*

У сучасних умовах ведення військових дій на території України є важливим фактором, який спричиняє значні зміни в екосистемах, зокрема у стані ґрунтів. Війна, бойові дії та пов'язані з ними дії, такі як вибухи, руйнування інфраструктури, використання важкої техніки можуть мати довгострокові негативні наслідки для ґрунтового покриву. Ґрунт, як найважливіший компонент екосистеми, забезпечує життя на планеті, тому його деградація матиме серйозні екологічні та соціально-економічні наслідки. На жаль, мілітарного впливу зазнають, в першу чергу, чорноземні ґрунти, що знаходяться в зоні ведення активних бойових дій або на деокупованих територіях Лівобережного Лісостепу України.

Важливо відмітити, що під час військових дій ґрунти піддаються значним фізичним руйнуванням, які обумовлені риттям траншей або тунелів, вибухами бомб, мін та ін. Найбільший вплив вибухів відчувається, в першу чергу, на якості та складі ґрунтів: утворюються вирви різного діаметру та глибини, розбиваються та зміщуються ґрунти, що робить їх вразливими для водної та вітрової ерозії (Certini, 2013; Позняк, 2016; Macharia, 2016); знищується навколишня рослинність.

Важка воєнна техніка завдає серйозної шкоди ґрунту, коли проїжджає по ньому: відбувається пошкодження структури ґрунту, знижується його здатність до аерації. Використання такої техніки в умовах вологого ґрунту збільшує глибину ущільнення в профілі (Peggy et al., 2005). Наприклад, на вологих ґрунтах навантаження 10 т на вісь може призвести до ущільнення на глибину близько 60 см або більше. Оскільки це значно нижче глибини нормального обробітку ґрунту, ущільнення з більшою ймовірністю збережеться. Однак на ділянках, де спостерігається дефіцит вологи, проблема може бути значно меншою, проте вона все ж таки існує. Тобто, важка техніка, така як танки та вантажівки, створює додатковий тиск на ґрунти, ущільнюючи їх та порушуючи структуру, що вкрай негативно впливає на розвиток кореневих систем сільськогосподарських рослин, зменшує кількість мікроорганізмів та знижує загальний рівень ґрунтової родючості. Встановлено, що сухий ґрунт може відновитися після ущільнення гусеничним військовим транспортом лише за один рік, тоді як для відновлення вологого ґрунту необхідно до чотирьох років (Althoff et al., 2010). Проте використання гусеничного танку, навіть за один проїзд, може призвести до значного приповерхневого (від 0 до 15 см) ущільнення чорноземного ґрунту до $1,4 \text{ г/см}^3$, особливо на ґрунтах легкого гранулометричного складу, при цьому величина щільності будови ґрунту значно збільшується у місцях повороту техніки (Retta et al., 2013).

Метою наших досліджень, проведених впродовж 2022 та 2023 рр., було дослідити вплив військових дій на агрофізичні параметри (гранулометричний склад, щільність будови та структурно-агрегатний склад) чорнозему типового важкосуглинкового (Роганська територіальна громада) та чорнозему реградованого легкоглинистого (Золочівська територіальна громада) Харківської області. Відбір проб ґрунтів здійснено за ДСТУ 4287:2004. Визначення фракцій гранулометричного складу проведено у лабораторії інструментальних методів досліджень ґрунтів, стандартизації і метрології з використанням лазерного дифрактометра Mastersizer 3000E. Параметри щільності будови визначено на території Роганської територіальної громади шляхом застосування розробленої педотрансферної квадратичної моделі за участю показників вмісту гумусу та вмісту фізичної глини (Спосіб визначення..., 2015) на контролі (неушкоджена ділянка поля) та на варіантах, де було зафіксовано вирви та воронки від вибухів: авіабомби вагою 100 кг та артилерійських снарядів калібром 120 мм, 155 мм та 330 мм. На території Золочівської територіальної громади зразки відібрано на неушкодженій ділянці поля (варіант 1 – контроль) та на ущільненій ділянці (варіант 2 – колія – штучно утворена ущільнена ділянка поля від проходів та розворотів ворожої техніки) із шарів 0–10, 10–20, 20–30 та 30–40 см. У польових умовах визначено щільність будови ґрунту за ДСТУ ISO 11272:2001. В аналітичних умовах лабораторії геоєкофізики визначено показники структурно-агрегатного складу ґрунту ситовим методом в модифікації Н.І. Саввінова за ДСТУ 4744:2007.

В результаті проведених досліджень зафіксовано негативний вплив військових дій на фізичні властивості орних чорноземів, розташованих на деокупованих територіях Лівобережного Лісостепу

України. За результатами аналізування фракцій гранулометричного складу на об'єкті Роганської територіальної громади встановлено, що найвищий вміст фракції середнього піску (часточок розміром 1–0,25 мм) зафіксовано на контролі. Зразок, відібраний на місці вибуху авіабомби вагою 100 кг, характеризувався зменшенням вмісту цієї фракції майже у 2,2 разу. Найнижчим вмістом цієї фракції характеризувалися зразки на місцях знаходження воронки від снаряду калібром 120 мм. Варіювання вмісту мулистої фракції (часточок розміром < 0,001 мм) на досліджених варіантах об'єкту становило від 28,05 до 32,41 %, однак, в цілому, простежувалась тенденція до збільшення вмісту мулистих часточок на варіантах, які зазнали впливу вибухів від снарядів різного калібру порівняно з контролем. Стосовно вмісту фізичної глини (часточок розміром < 0,01 мм) відмічено його збільшення на 2,82 % на варіанті (воронка від снаряду калібром 120 мм) та на 9,0 % на варіанті (воронка від снаряду калібром 330 мм) порівняно з контролем. Тобто, внаслідок розірвання снарядів зафіксовано перерозподіл фракцій гранулометричного складу досліджених чорноземних ґрунтів, що призвело до переміщення та перемішування їхніх горизонтів, негативно впливаючи на рівень родючості ґрунтів у зв'язку з вивертанням нижче розташованих горизонтів зі зменшеним вмістом гумусу та елементів живлення на поверхню ґрунту.

За результатами визначення щільності будови чорнозему типового (Роганська територіальна громада) методом педотрансферного моделювання встановлено, що на контролі цей показник складав 1,21 г/см³. Суттєве підвищення щільності (до 1,36 г/см³) відмічено на варіанті з воронкою від вибуху снаряду калібром 330 мм.

За результатами визначення щільності будови чорнозему реградованого легкоглинистого (Золочівська територіальна громада) в польових умовах зафіксовано значне перевищення показника у верхньому 0–10 см шарі ґрунту утрамбованого у колії (варіант 2), зокрема, на 0,42 г/см³ порівняно з контролем. Варто відмітити, що переуцільнення верхнього шару ґрунту на місці проїздів важкої військової техніки зберігалось вже протягом довгого часу, оскільки військові дії на території цього об'єкту відбувалися навесні 2022 року. При цьому природного розуцільнення досліджених ґрунтів за цей час не відбулося. На контролі на глибині 20–30 см щільність будови дослідженого ґрунту становила 1,35–1,37 г/см³, що є свідомством наявності плужної підшви, що може створювати перешкоди для нормального росту та розвитку сільськогосподарських культур. Визначення щільності будови на варіанті 2 свідчить про виникнення процесу переуцільнення у місці штучно утвореної колії від проходів військової техніки, на що вказують отримані значення щільності будови: починаючи з верхнього 0–10 см шару ґрунту, які збільшуються на 0,39 г/см³ порівняно з контролем. При цьому саме у цьому шарі зафіксовано найбільше ущільнення ґрунту – до 1,37 г/см³, у шарах 10–20 та 20–30 см щільність будови дещо зменшувалася: на 0,04 та 0,21 г/см³ порівняно з верхнім шаром дослідженого ґрунту відповідно.

Варто відмітити, що за результатами визначення структурно-агрегатного складу (сухе просіювання) досліджені ґрунти характеризувалися, в цілому, добрим та відмінним структурним станом, що підтверджено вмістом агрегатів агрономічно цінного розміру (10–0,25 мм), який становив від 73 до 89 % залежно від глибини відбору зразків. Порівнюючи вміст структурних агрегатів на контролі та колії можна зробити висновок, що брилисті агрегати (розміром > 10 мм) переважають на контролі, найбільше брил зафіксовано у шарі 30–40 см (31,63 %), у колії вміст брил був найбільшим у шарі 10–20 см (23,45 %). За вмістом пилюватих фракцій (розміром 1–0,05 мм) відмічено тенденцію до їх збільшення у зразках, відібраних на колії за всіма глибинами відбору зразків.

Встановлено, що на всіх варіантах та глибинах, як контролі так і в колії, вміст водостійких агрегатів розміром > 0,25 мм (за результатами мокрого просіювання) коливався від 61,0 до 75,62 %, що свідчить про доволі добрий рівень водостійкості досліджених ґрунтів. Якщо порівняти параметри щільності будови шару ґрунту та показники його водостійкості, то спостерігається наступна тенденція: у колії в шарі 0–10 см та 10–20 см щільність будови становила відповідно 1,43 г/см³ та 1,27 г/см³, при цьому на даних глибинах вміст водостійких агрегатів становив відповідно 71,43 та 75,62 %. У зв'язку з вищезначеним можна зробити висновок, що суттєвого погіршення показників структури досліджених чорноземних ґрунтів не відмічено, що, можливо, свідчить про їх відновлення (зразки відібрано майже через рік після ведення активних військових дій на цих територіях). Але, на наш погляд, питання потребує більш детального та досконалого дослідження.

Таким чином, ведення військових дій, в цілому негативно впливає на фізичні властивості чорноземних ґрунтів, що відображається у зниженні рівня їх родючості внаслідок перерозподілу

фракцій гранулометричного складу в результаті переміщення та перемішування шарів ґрунту, переуцільненні горизонтів. Негативним є наявність уламків від ракет та снарядів, а також нерозірваних вибухонебезпечних пристроїв.

Пошкодження чорноземних ґрунтів під час війни погіршує їхню здатність до самовідновлення і вимагає значних зусиль для відновлення та очищення. Усвідомлення цих наслідків є важливим кроком до розробки ефективних стратегій відновлення та мінімізації впливу військових дій на довкілля в цілому та ґрунтовий покрив зокрема. Використання пошкоджених ґрунтів є можливим лише за умов розробки обов'язкової програми їх реабілітації після закінчення військових дій, розмінування деокупованих територій, знешкодження боєприпасів, проведення рекультивацийних заходів залежно від рівня пошкодження та проведення робіт з їх моніторингу з метою відновлення їх продуктивності та повноцінного використання як сільськогосподарських земель для вирощування сільськогосподарської продукції та забезпечення вирішення продовольчої проблеми в країні та світі.

Список використаних джерел

Позняк С. П. Чорноземи України: географія, генеза і сучасний стан // Український географічний журнал. – 2016. – № 1. – С. 9–13.

Спосіб визначення щільності будови ґрунту: пат. 123878 Україна: МПК G01N 33/24 (2006/01). / В. В. Медведєв, О. М. Бігун, І. В. Пліско. – № у 2017 09763; заявл. 09.10.2017; опубл. 12.03.2018, Бюл. № 5.

Althoff P. S., Thien S. J., Todd T. C. Primary and Residual Effects of Abrams Tank Traffic on Prairie Soil Properties. *Soil Science Society of America Journal*. 2010. Volume 74 (6). P. 2151–2161.

Certini G., Scalenghe R., Woods W. The impact of warfare on the soil environment. *Earth-Science Reviews*. 2013. № 127. P. 1–15.

Macharia H. M. The Impact of Military Exercises and Operations on Local Environment. *Journal of language, technology & entrepreneurship in Africa*. 2016. Vol. 7. № 2. P. 140–152.

Peggy S. Althoff, Stephen J. Thien. Impact of M1A1 main battle tank disturbance on soil quality, invertebrates, and vegetation characteristics. *Journal of Terramechanics*. 2005, V. 42, Issues 3–4. P. 159–176.

Retta A., Wagner L.E., Tatarko J., Todd T.C. Evaluation of bulk density and vegetation as affected by military vehicle traffic at Fort Riley, Kansas. *Transactions of the ASAE*. 2013, Volume 56(2). P. 653–665.

Ю. В. Лихолат¹, Н. О. Хромих¹, О. О. Дідур¹, Т. Ю. Лихолат¹, А. М. Кабар¹,
О. А. Лихолат², М. О. Квітко³

ІНТРОДУКЦІЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *BERBERIS* L. У БОТАНІЧНОМУ САДУ ДНУ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО СТВОРЕННЯ ШТУЧНИХ НАСАДЖЕНЬ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

¹Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна,
Lykholat2006@ukr.net

²Університет митної справи та фінансів, м. Дніпро, Україна, lykholat2010@ukr.net

³Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, Україна, kvitko.max@gmail.com

Постійне забруднення довкілля в Україні полютантами (Опанасенко та ін., 1998; Лихолат, Мицик, 2000; Kovalenko et al., 2018; Savosko et al., 2021^a; Savosko et al., 2021^b) та згубний вплив, що спричиняється російською воєнною агресією, загострили найважливішу громадську проблему – підтримку фізичного та ментального здоров'я населення (Афанасєв, Лихолат, 2005; Pertseva et al., 2008). Одним із шляхів покращення ситуації, яка склалася, є цілорічне забезпечення населення органічними продуктами харчування рослинного походження з високим вмістом біологічно активних речовин, здатних посилювати стійкість людського організму до стресових впливів. До асортименту рослин з високою концентрацією природних антиоксидантів належить значна кількість рослин, зокрема боби, горошок зелений, морква, перець червоний солодкий, калина, глід, обліпиха, айва, абрикоси, персики, журавлина, горобина, ячмінь, плоди шипшини, барбариси та інші рослини, які містять у своєму складі вітаміни та поліфенольні речовини (Шестопа, 2011; Лебединець, Мороз, 2022). Значну роль відводять малопоширеним плодово-ягідним культурам, які містять в плодах натуральні антиоксиданти і слугують сировиною для виробництва продуктів харчування (Khromykh et al., 2020; Lykholat et al., 2021^a; Lykholat et al., 2021^b). Серед даної групи рослин чинне місце займають представники роду *Berberis* L., більшість із яких є інтродуцентами.

Центром інтродукції даної групи рослин є Ботанічний сад Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара (ДНУ), який, як й інші ботанічні сади в Україні та всьому світі, виконує науково-дослідну, освітню, культурно-просвітницьку функції та сприяє популяризації природоохоронних заходів. У ботанічному саду зібрані колекції рослин місцевої та зарубіжних флор, в тому числі червонокнижних видів. Основними критеріями успішної інтродукції видів в мінливих умовах степу України є морфологічні показники та рівень активності ферментів антиоксидантної системи в їх листках, що відображається на їх репродуктивній здатності. Серед колекції представників роду *Berberis* L. чинне місце займають наступні види та гібриди (табл. 1).

Проведений кореляційний аналіз активності каталази у листках інтродукованих рослин роду *Berberis* у порівнянні з місцевим видом *B. vulgaris* показав її пряму залежність від сезонних коливань вологості: коефіцієнти кореляції становили для *B. amurensis*, *B. canadensis*, *B. koreana* та гібриду *B. × declinata* $r = 0,96$, $r = 0,99$, $r = 1,00$ та $r = 1,00$ відповідно. У той же час зміни активності бензидинпероксидази у листках рослин не досягали рівня вірогідності, а високий коефіцієнт кореляції активності гваякол-пероксидази визначено тільки для виду *B. amurensis* ($r = 0,88$).

Встановлений високий кореляційний зв'язок між сезонною динамікою активності антиоксидантних ферментів у листках інтродуцентів роду *Berberis* при порівнянні з місцевим видом *B. vulgaris* за змінами активності каталази свідчить про значну роль ферменту в забезпеченні адаптаційної ролі антиоксидантної ферментної системи рослин.

Виходячи з того, що кожна із ланок антиоксидантної системи рослинних клітин відіграє важливу роль у забезпеченні адаптації рослин до мінливих умов степового Придніпров'я протягом вегетаційного періоду, проаналізовано взаємозв'язок між змінами активності досліджуваних ферментів.

Встановлено достовірну кореляцію між змінами загальної антиоксидантної активності в листках інтродуцентів із роду *Berberis* L. та листках місцевого виду *B. vulgaris*: для *B. amurensis* коефіцієнт кореляції склав $r = 0,69$, *B. koreana* $r = 0,59$. Високий ступінь узгоджуваності сезонної динаміки активності всіх визначених ферментів указує, що серед усіх видів роду *Berberis* антиоксидантна система у листках інтродукованих видів *B. koreana* і *B. × declinata* виявилась найбільш пристосованою до посушливих погодних умов степу упродовж вегетаційного періоду, що відображається на розмірах плодів.

Таблиця 1

Представники роду *Berberis* L., які зростають у Ботанічному саду ДНУ

Серія	Вид	Природний ареал
<i>Asiaticae</i> (Schneid.) Rehd.	<i>B. lycium</i> Royle.	Гімалаї
<i>Angulosae</i> (Schneid.) Rehd.	<i>B. tischleri</i> Schneid.	Західний Китай
<i>Polyanthae</i> (Schneid.) Rehd.	<i>B. polyantha</i> Hemsl.	Гімалаї
<i>Tinctoriae</i> (Schneid.) Rehd.	<i>B. aristata</i> DC.	Гімалаї
	<i>B. macracantha</i> Schrad.	Гібрид
<i>Integerrimae</i> (Schneid.) Rehd.	<i>B. nummularia</i> Bge.	Середня Азія
<i>Tschonoskyanae</i> (Schneid.) Rehd.	<i>B. heteropoda</i> Schrenk.	Середня Азія, Китай
<i>Sinensis</i> (Schneid.) Rehd.	<i>B. oblonga</i> (Rgl.) Schneid.	Середня Азія
	<i>B. thunbergii</i> DC.	Японія, Китай
	<i>B. poiretii</i> Schneid.	Японія, Китай
	<i>B. laxiflora</i> Schrad.	Гібрид
	<i>B. canadensis</i> Mill.	Північна Америка
	<i>B. coreana</i> Palib.	Корея
	<i>B. tibetica</i> Schneid.	Китай
<i>Vulgares</i> (Schneid.) Rehd.	<i>B. amurensis</i> Hupr. .	Примор'я, Китай
	<i>B. vulgaris</i> L.	Європа, Середня Азія, Північна Америка
	<i>B. vulgares f. atropurpurea</i>	Форма
	<i>B. v. f. serrata</i>	Форма
	<i>B. v. f. sulcata</i>	Форма
	<i>B. v. f. rotundifolia</i>	Гібрид
	<i>B. provincialis</i> (Audib.) Schrad	Гібрид
	<i>B. × declinata</i>	Гібрид

В умовах ботанічного саду довжина плодів у барбарису коливається від $3,8 \pm 0,12$ мм (*B. v. f. rotundifolia*) до $6,9 \pm 0,10$ мм (*B. heteropoda*), ширина – від $7,5 \pm 0,12$ мм (*B. v. f. serrata*) до $11,1 \pm 0,10$ мм (*B. amurensis*). Вага плодів знаходиться у кореляції з їх розмірами. Найбільші плоди зустрічаються у *B. poiretii*, *B. v. f. rotundifolia*, *B. heteropoda*, *B. oblonga*, найдрібніші плоди – у *B. vulgares*, *B. v. f. serrata*, *B. provincialis*. Маса 100 плодів варіювала від $18,8 \pm 0,10$ (*B. poiretii*) до $12,5 \pm 0,03$ г (*B. vulgaris*).

Таким чином, з метою збагачення асортименту декоративних і плодкових рослин доцільно вводити у виробництво нові культури і розширювати видове різноманіття представників роду *Berberis*. Всі вивчені інтродуковані представники роду *Berberis* є перспективними для подальшого використання в системі озеленення та як малопоширені плодові рослини в умовах Степового Придніпров'я.

Список використаних джерел

Афанасьєв С. В., Лихолат О. А. Регіональні особливості вільнорадикального окиснення ліпідів та антиоксидантної системи у хворих на хронічний панкреатит // Медична хімія. – 2005. – 7 (1). – С. 47–50.

Лебединець В. Т., Мороз М. М. Використання рідких рослинних олій у виробництві здобного печива // Вісник ЛТЕУ. Технічні науки. – 2022. – № 3. – С. 92–100.

Лихолат Ю. В., Мицик Л. П. Рівень акумуляції важких металів у рослинах *Poa angustifolia* L. у штучних біогеоценозах // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2000. – Вип. 4. – С. 25–28.

Опанасенко В. Ф., Лихолат Ю. В., Рудницька Є. М., Говорун І. О. Багаторічні квітково-декоративні рослини для озеленення промислового міста // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку: Матеріали III міжнар. наук. конф. (Донецьк, 3–5 вересня 1998 р.). – Донецьк: Агентство «Мультипрес», 1998. – С. 277–281.

Шестопад Г. С. Антиоксидантна здатність біологічно активних речовин плодів ягідних культур // Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. – 2011. – № 12. – С. 127–131.

Khromykh N. O., Lykholat Y. V., Anishchenko A. A., Didur O. O., Gaponov A. A., Kabar A. M., Lykholat T. Y. (2020). Cuticular wax composition of mature leaves of species and hybrids of the genus *Prunus* differing in resistance to clasterosporium disease. *Biosystems Diversity*. 28(4), 370–375.

Kovalenko I. M., Klymenko G. O., Yaroshuk R. A., Fedorchuk M. I., Lykholat O. A. (2018). Optimization of *Ginkgo biloba* cultivation technology in open soil conditions. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 9 (4), 535–539.

Lykholat Y. V., Khromykh N. O., Didur O. O. et al. (2021^a). Features of the fruit epicuticular waxes of *Prunus persica* cultivars and hybrids concerning pathogens susceptibility. *Ukrainian Journal of Ecology*. 11(1), 261–266.

Lykholat Y. V., Khromykh N. O., Didur O. O. et al. (2021^b). *Chaenomeles speciosa* fruit endophytic fungi isolation and characterization of their antimicrobial activity and the secondary metabolites composition. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. 10, 83.

Pertseva T. A., Lykholat E. A., Gurzhiy E. V. (2008). Vliyanie tiotropiya bromida na sostoyanie mukociliarnogo klirensa u bol'nyh hronicheskim obstruktivnym zabolevaniem legkih [The influence of tiotropium bromide on mucociliary clearance's condition in patients with chronic obstructive pulmonary disease]. *Ukrainian Pulmonology Journal*. 1. 13–15.

Savosko V., Bielyk Y., Lykholat Y., Heilmeier H., Grygoryuk I., Khromykh N., Lykholat T. (2021^a). The total content of macronutrients and heavy metals in the soil on devastated lands at Kryvyi Rih Iron Mining & Metallurgical District (Ukraine). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 30, 1, 153–164.

Savosko V., Komarova I., Lykholat Y., Yevtushenko E., Lykholat T. (2021^b). Predictive model of heavy metals inputs to soil at Kryvyi Rih District and its use in the training for specialists in the field of Biology. *Journal of Physics: Conference Series*. 1840 (1), 012011.

І. О. Зайцева, М. І. Гудімов

ОЦІНКА ПОСУХОСТІЙКОСТІ ВИДІВ РОДУ *VIBURNUM* L., ІНТРОДУКОВАНИХ У БОТАНІЧНОМУ САДУ ДНУ

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна,
irinza.ldfr@gmail.com*

Упровадження в культуру нових деревно-чагарникових видів, які відзначаються високими декоративними якостями і стійкістю до умов середовища, дозволяє збільшити біорізноманіття культурфітоценозів та можливості їх формування на основі широкого спектру видоспецифічних біоекологічних показників рослин. Добір у таких цілях видів, найбільш витривалих до несприятливих кліматичних факторів степової зони, є необхідною передумовою створення довговічних насаджень, тривалий час здатних ефективно функціонувати як основний середовищевірний компонент антропогенно трансформованих ландшафтів. Залежно від функціонального призначення штучних насаджень, важливим аспектом є підвищення їх декоративно-естетичних якостей, а також корисні та лікарські властивості рослин.

Перспективними у цьому напрямку є дослідження деревно-кущових інтродуцентів, зокрема представників родового комплексу *Viburnum* L. (Калина), який нараховує близько 200 видів у районах помірної та субтропічної зони північної півкулі. На сьогодні в Україні культивуються в дендрологічних колекціях 25 видів калин, у тому числі 2 гібридних види, не враховуючи численні сорти (Дендрофлора України, 2005). Види калин, інтродуковані в різні природно-кліматичні зони України, досліджуються за показниками життєдіяльності з метою визначення успішності інтродукції та стійкості видів у нових умовах зростання, а також можливостей розмноження та широкого використання в культурі, у тому числі як нетрадиційних плодкових рослин. Методичні підходи до оцінки успішності інтродукції передбачають комплексні дослідження зимо- і морозостійкості, посухостійкості, генеративної здатності, характеру росту й розвитку рослин із застосуванням як морфо-анатомічних і фізіолого-біохімічних методів, так і узагальнених методів візуальної бальної оцінки життєздатності рослин у нових умовах зростання (Зайцева, Долгова, 2010).

Об'єктами досліджень слугували 11 видів роду *Viburnum* L., у тому числі 2 види гібридного походження дендрологічної колекції Ботанічного саду ДНУ, яка формувалася починаючи з 60-х років минулого століття, а останні надходження в колекцію видів відбулися орієнтовно 15–20 років тому (Каталог рослин, 2015). Таким чином, всі досліджувані екземпляри знаходяться у молодому і зрілому генеративному віці, а деякі – на сенильному етапі онтогенетичного розвитку. Колекція містить два аборигенних види – *V. lantana* і *V. opulus*.

Слід зазначити, що декілька років тому у дендрарії були висаджені нові види калин (*V. betulifolium* Batalin, *V. glomeratum* Maxim., *V. macrocephalum* Fortune, *V. hupehense* Rehder, *V. veitchii* C.H.Wright, *V. bitchiuense* Makino, *V. nudum* L.), які проходять первинні інтродукційні випробування і у подальшому мають поповнити колекцію родового комплексу *Viburnum* L. у Ботанічному саду ДНУ. Загалом більшість видів калин за своїми екологічними вимогами до зволоженості характеризуються як недостатньо посухостійкі та помірно вологолюбні, зокрема аборигенні види *V. lantana* і *V. opulus* В. В. Тарасов (2005) відносить до ксеромезофітів (KsMs), а інтродукований вічнозелений вид *V. rhitidophyllum* – до мезоксерофітів (MsKs). У зв'язку з цим вважається актуальним дослідження різних аспектів стійкості видів роду *Viburnum* L. до посушливих умов району інтродукції.

Оцінку стійкості видів роду *Viburnum* L. за умов посухи у період вегетації проводили візуальними методами на основі відомих шкал оцінок – 6-ти бальної шкали С. С. П'ятницького (1961), 5-ти бальної шкали М. А. Кохно і О. М. Курдюка (1994), а також до уваги брали аналіз шкал візуальних оцінок посухостійкості, зроблений В. М. Меженським (2007) та розроблену ним уніфіковану 9-ти бальну шкалу. З урахуванням особливостей досліджуваних видів роду *Viburnum* L. та ознак пошкодження листя, що проявляються під час посухи, розроблена 5-бальна шкала візуальної оцінки посухостійкості (Зайцева, 2007), за якою стійкість зростає по мірі підвищення бала оцінки, і таким чином найвища стійкість оцінюється вищим балом.

Обстеження стану рослин проводили під час тривалої посухи у другій половині вегетаційного періоду поточного року, коли денні температури досягали 33–35 °С, а у окремі дні і більше, за тривалої відсутності дощів та середній відносній вологості повітря 48 %. Враховували такі ознаки:

ступінь тургесцентності, або зав'ядання листя; наявність некрозів і опіків листя, змінення забарвлення листя, їх пожовтіння; скорочення листової поверхні – всихання листя, літній листопад (табл. 1).

Таблиця 1

Польова оцінка посухостійкості видів роду *Viburnum* L.

Вид	Райони природного походження	Візуальні ознаки пошкодження						Середній бал
		Липень			Серпень			
		I*	II*	III*	I	II	III	
<i>V. opulus</i> L.	Середня і Південна Європа, Мала Азія	–	+	–	–	+	–	5
<i>V. lantana</i> L.	Середня і Південна Європа, Мала Азія, Кавказ	2	+++	1	3	+++	1	2,5
<i>V. carlesii</i> Hemsl.	Корея, Японія	1	–	–	1	–	–	5
<i>V. plicatum</i> Thunb.	Центральний Китай, Японія	2	++	–	3	+++	–	3,5
<i>V. rhytidophyllum</i> Hemsl.	Центральний і Західний Китай	1	+++	1	1	+++	1	4
<i>V. farreri</i> Stearn.(1)	Північний Китай	1	+++	1	2	+++	1	3,5
<i>V. farreri</i> Stearn.(2)		1	++	–	2	+++	–	4
<i>V. lentago</i> L.	Північна Америка (Атлантичний регіон, центральна частина)	–	++	–	–	++	–	4,5
<i>V. trilobum</i> Marshall	Північна Америка (північна і центр. частина Тихоокеанського регіону)	–	+	–	–	++	–	5
<i>V. prunifolium</i> L.	Північна Америка (Атлантичне узбережжя)	2	+	–	2	++	–	4
<i>V. ×bodnantense</i> Aberc. ex Stearn.	<i>V. farreri</i> (Північний Китай) × <i>V. grandilorum</i> (Центральна і Східна Азія, Індія)	1	++	1	1	+++	1	4
<i>V. ×juddii</i> Rehder	<i>V. carlesii</i> (Корея, Японія) × <i>V. bitchiuense</i> (Японія, Корея)	2	++	–	2	++	–	3,5

*Примітка: пояснення щодо ознак пошкодження та їх оцінки наведені у тексті.

Ступінь зав'ядання (показник I у таблиці) враховували за 3-бальною шкалою: 1 бал – втрата тургору листками; 2 бали – початок засихання листя; 3 бали – виражене засихання листя. Ступінь змінення забарвлення листя, пожовтіння, опіки (показник II у таблиці) відзначали як +, ++, +++ по мірі посилення пошкоджень. Таким самим чином позначено втрату листя та літній листопад (показник III у таблиці). В останньому стовпчику таблиці наводиться узагальнений бал стійкості рослин за умов глибокої посухи. Відсутність ознак впливу гідротермічного стресу на рослини позначено “–”. За цими даними встановлювали стійкість на момент спостереження за 5-ти бальною шкалою: 5 балів – високостійка порода; 4 бали – стійка; 3 бали – недостатньо стійка; 2 бали – малостійка; 1 бал – нестійка порода. Загальну стійкість до посухи оцінювали як інтегральну (середню) оцінку усіх показників.

Польова оцінка стійкості видів калин в умовах водного і температурного стресу показала значні коливання показників посухостійкості у видів із Східної Азії, що напевно пов'язано із різними екологічними умовами екоотопів у природному ареалі, до яких прив'язані екологічні властивості окремих видів. Так, *V. carlesii* має найвищий бал посухостійкості, а *V. plicatum* і *V. farreri* – низькі бали. Слід відзначити, що спостереження за *V. farreri* проводилися на двох модельних екземплярах, різних за віком. Було встановлено меншу стійкість більш молодій рослині, яка тільки вступила в генеративний вік.

Серед аборигенних видів, які природно зростають у Степовому Придніпров'ї, характеризуються як ксеромезофіти (Тарасов, 2005), встановлено відмінності стану рослин за дії гідротермічного стресу. За візуальними оцінками, найбільшою посухостійкістю відзначається *V. opulus*, тоді як *V. lantana* показала низьку стійкість за всіма досліджуваними критеріями.

За результатами досліджень північноамериканські види *V. prunifolium*, *V. lentago*, *V. trilobum* в цілому можна віднести до відносно стійких. Для них характерні незначні прояви ознак пожовтіння листків, а також відзначено більш стабільні значення ознак, які мало варіюють по видах. Найбільш висока посухостійкість за візуальними ознаками відзначена у виду *V. trilobum*, який так само, як і стійкий вид *V. opulus* належить до однієї секції *Opulus* DC.

Види гібридного походження, які на теперішній час отримали найбільше розповсюдження в культурі як високодекоративні гарноkvітучі види раннього періоду цвітіння, показали недостатню стійкість в умовах посухи і потребують додаткового водопостачання. Більш високу посухостійкість показав єдиний вічнозелений вид калини колекції Ботанічного саду ДНУ – *V. rhytidophyllum*, для якого характерні зморшкуваті листкові пластинки сукулентного типу. Витривалість цього виду може бути обумовлена морфоструктурними особливостями будови листкової пластинки.

Таким чином, за результатами оцінки польової посухостійкості видів роду *Viburnum* L., інтродукованих у Ботанічному саду ДНУ, види *V. carlesii*, *V. rhytidophyllum*, *V. farreri*, *V. lentago*, *V. trilobum*, *V. prunifolium*, *V. ×bodnantense* можна відзначити як перспективні для посушливих умов зростання.

Список використаних джерел

Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Частина II. Довідник / Кохно М. А., Пархоменко Л. І., Зарубенко А. У. та ін.; за ред. М. А. Кохна. – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 448 с.

Зайцева И. А. Оценка полевой засухоустойчивости древесных интродуцентов // Фальцфейнівські читання: зб. наук. праць. – Херсон, 2007. – С. 128–131.

Зайцева І. О., Долгова Л. Г. Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2010. – 388 с.

Каталог рослин Ботанічного саду Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара / В. Ф. Опанасенко, А. М. Кабар, Н. В. Мартинова та ін. – Д.: Ліра, 2015. – 228 с.

Кохно Н. А., Курдюк А. М. Теоретические основы и опыт интродукции растений на Украине. – К.: Наук. думка, 1994. – 185 с.

Меженський В. М. Уніфікування шкал оцінок, що застосовуються при інтродукції деревних рослин // Інтродукція рослин. – 2007. – № 4. – С. 26–37.

Пятницкий С. С. Практикум по лесной селекции. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 271 с.

Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів: Монографія. – Д.: Вид-во ДНУ, 2005. – 276 с.

Ju. L. Poleva

**THE IMPORTANCE AND VALUE OF ENVIROMENTAL DISCOVERIES
AND IDEAS FOR FUTURE GENERATIONS
(Dedicated to the 95th anniversary of the birth of Professor Anatoly Pavlovich Travleev)**

Florida Institute of Technology, Melbourne, FL, USA, poyuliap@gmail.com

How I miss him. His advice and moralizing, his reprimands and psychological tricks, his ideas and innovations – all this is priceless and important in my life. Anatoly Pavlovich, you were and are the standard of honesty and fairness, versatility of knowledge, creative ideas, subtle scientific approaches, an unsurpassed aesthete, diplomat, a true teacher and friend.

Looking into the history of ideas and discoveries in biology, for me you, Anatoly Pavlovich Travleev, as a scientist, teacher and friend, occupy first place and this is invariable. These are not loud phrases and pompous words, this is truth and honesty that were included in the principles, standards and style of life.

The year of birth of general ecology as a science of ecosystems is considered to be 1935 – the year of publication of the teaching on ecosystems of the English geobotanist A. Tansley. In 1942, similar ideas were published by V. N. Sukachev, who put forward a system of concepts about biogeocenosis. V. N. Sukachev's biogeocenosis is almost a complete analogue of A. Tansley's ecosystem.

A special and most important role in the formation and development of ecology was played by V. I. Vernadsky, the creator of the theory of the biosphere. The discovery of the biosphere by V. I. Vernadsky at the beginning of the 20th century is one of the greatest scientific discoveries of mankind, comparable with the theory of speciation, the law of conservation of energy, the general theory of relativity, the discovery of the hereditary code in living organisms and the theory of the expanding universe. V. I. Vernadsky proved that life on earth is a pan-planetary and cosmic phenomenon, that the biosphere is a matter-energy system that ensures the biological cycle of chemical elements and the evolution of all living organisms, including humans.

It may seem strange to say that V. I. Vernadsky discovered the biosphere. What is it to discover? It is not some kind of microbe. The biosphere is huge, and each of us constantly deals with it. We live, we constantly inhabit it. Yes, we live in it, but we think very little about the fact that this fragile house of ours is unique in the Universe, that the mechanisms that support it are very delicate and can easily break not only from a large meteorite falling on Earth, but also from our unreasonable behavior. "Matches are not toys for children," say parents and hide matches away from children so that they do not start a fire and burn down the house, and themselves along with the house. Modern humanity in the biosphere sometimes resembles mischievous children who got their hands on "matches" – powerful mechanisms, progressive technologies. Anatoly Pavlovich, I am sure that you would have found a way out of the current situation, or developed alternative approaches, such as the option of "hiding the matches".

The path of a Real Scientist is far from easy. Thorns are prepared for anyone who brings something new and incomprehensible in our society. Most people do not want to part with old, outdated ideas.

Anatoly Pavlovich Travleev was always open to discussions on current and progressive scientific topics, while respectfully and gratefully treating and referring to the works and discoveries of the founders of the science of Ecology.

Traveling around America and beyond, I often recall our conversations with Anatoly Pavlovich about art, music, and theater. Anatoly Pavlovich loved ballet very much and I am sure that in the photographs depicting (Fig. 1) the magnificence and colorfulness of Virginia's nature, he, like the author of these theses, would have seen a dancer against the backdrop of natural scenery in Shenandoah National Park (West Virginia).

The work of environmental scientists allows us to have advanced knowledge about the processes occurring in the natural environment. Ecology, understood not only as a science that studies organisms in their environment, but also as the promotion of the concept of nature conservation, allows us to realize that all our initiatives and actions have an impact on nature. We all understand that today it is worth thinking about how each of us can support activities in the field of nature conservation in order to live more ecologically, realizing that caring for a clean planet is something much more important than a fashion trend. Fig. 2 shows the wonderful nature of the northern part of the USA, the charm of which is very much in tune with the fantastically beautiful Crimea, which Anatoly Pavlovich loved very much, even the smell is the same, Crimean – unforgettable and sticking out like a splinter in memories.



Fig. 1. "Dance of Nature", Shenandoah National Park, Virginia



Fig. 2. Owls Head Lighthouse, Maine

Scientists and thinkers like Anatoly Pavlovich Travleev do not need fame, do not need laurels. He was so brilliant and extraordinary that vanity and tinsel even irritated him. He understood, saw and felt what is not given to everyone, but the most important thing is that he was an absolutely happy person and knew how to give happiness to his students and dissertators. It's a pity that he is not with us and a huge thank you for everything! Blessed memory!

В. П. Бессонова¹, С. О. Яковлева-Носарь²

ПОРІВНЯННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТРАНСPIРАЦІЇ ЛИСТКІВ *QUERCUS ROBUR* L. І *ACER TATARICUM* L. В СУХІЙ ЧОРНОКЛЕНОВІЙ ДІБРОВІ БАЙРАКУ ВІЙСЬКОВИЙ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна,

valentinabessonova492@gmail.com

²Хортицька національна академія, м. Запоріжжя, Україна, krokus17.zp@gmail.com

Вивчення водного режиму деревних рослин в різноманітних лісорослинних умовах становить значний інтерес для розуміння особливостей цього процесу у різних видів дерев та специфіки адаптивних змін.

Метою даної роботи є аналіз особливостей ходу транспіраційного процесу у едифікаторної породи дуба звичайного і його супутньої породи клена татарського в чорнокленовій діброві байраку Військовий Дніпропетровської області.

Дослідна ділянка розташована у верхній третині схилу південної експозиції. Тип зволоження атмосферно-транзитний, тип лісорослинних умов СГ₁. Ґрунт – чорнозем лісовий карбонатний середньогумусний середньосуглинистий на лесовидних суглинках (Цветкова, 2013). Для визначення вологи в листках проби відбирали о 9:00. Інтенсивність транспірації визначали о 9:00, 11:00, 13:00, 15:00, 17:00 і 19:00. Листки для дослідів зрізали на висоті 2,5 м, використовуючи сучкоріз, з південно-східного боку крони за однакових умов освітлення і однакового порядку галуження. Вміст води в листках встановлювали за різницею між масою зірваних листків і їх масою після висушування в сушильній шафі за температури 105 °С. Кількість вологи розраховували у відсотках до сирі маси. Інтенсивність транспірації визначали методом швидкого зважування. Для цього після першого зважування листка на електронних вагах ТВЕ-0.21-0.001 з інтервалом 5 хв. здійснювали повторне. Розраховували втрату води на 1 г сирі маси за 1 годину. Повторення дослідів п'ятиразове. Паралельно визначали температуру повітря та його вологість електронним термогігрометром ТА-308.

Встановлено, що вологість листків як *Quercus robur*, так і *Acer tataricum* зменшується протягом вегетації (табл. 1). Більш суттєве падіння цього показника спостерігається в липні порівняно з червнем, найменше – в серпні відносно липня, що узгоджується зі ступенем зменшення вмісту води в ґрунті. Листки *A. tataricum* містять в серпні менше вологи порівняно з травнем, ніж листки *Q. robur* на 15,41 і 10,11 % відповідно, а порівняно з червнем – на 9,38 і 6,20 %. Зменшення кількості води в листках можна пояснити не тільки погіршенням гідротермічних умов зростання, але й їх старінням. Отже, листки *Q. robur* втрачають менше води протягом вегетації і зберігають більш високу оводненість порівняно з *A. tataricum*.

Таблиця 1

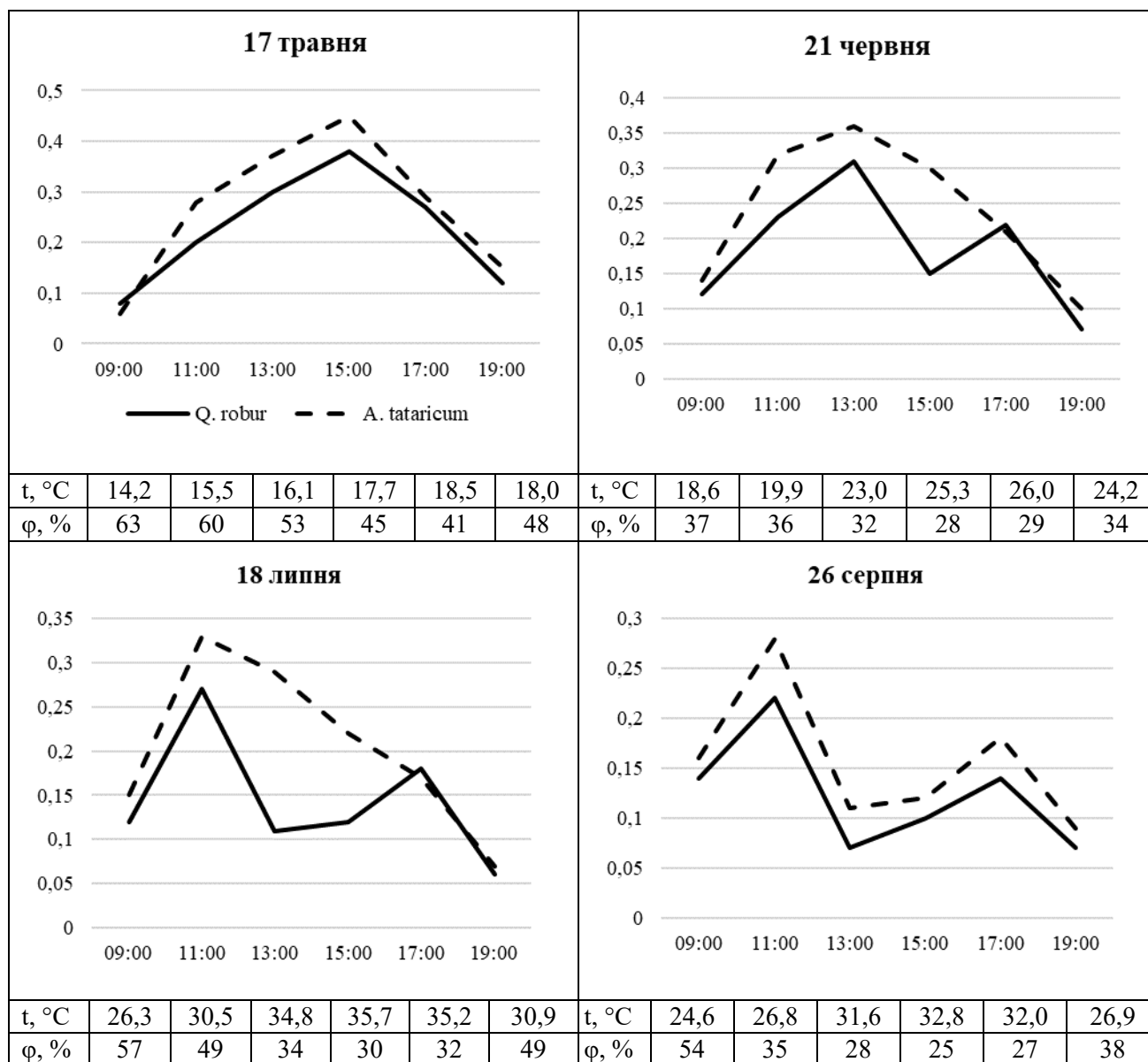
Вміст води в листках *Q. robur* і *A. tataricum*, % до сирі маси (t=4,03)

Назва рослини	17 травня	21 червня	18 липня	26 серпня
<i>Q. robur</i>	64,25 ± 0,52	60,34 ± 0,28	55,29 ± 0,34	54,14 ± 0,51
<i>A. tataricum</i>	67,13 ± 0,31	61,18 ± 0,27	53,14 ± 0,26	51,72 ± 0,32

У травні в ранкові години, коли вологість повітря є досить високою, а температура повітря всього 14,2 °С, випаровування води листками слабке в обох досліджуваних видів рослин (рис. 1). Максимальні значення інтенсивності транспірації визначені в другій половині дня (о 15:00) з наступним спадом цього процесу. Більш високі показники транспіраційної втрати води виявили у листків *A. tataricum*. Динаміка денного ходу цього процесу в обох видів є подібною.

У червні вранці значення інтенсивності транспірації листків як *Q. robur*, так і *A. tataricum* вищі, ніж у травні, що можна пояснити меншою вологістю повітря і більш високою його температурою. У листків *Q. robur* найвища транспірація відмічена о 13:00, після чого вона зменшується майже в 2 рази в післяполуденні години (15:00) і знову зростає о 17:00. Але показник не досягає значення, що було зафіксовано о 13:00. Мінімальна інтенсивність транспірації відмічена о 19:00. Для денного ходу транспірації листків *A. tataricum* характерні деякі відміни порівняно з *Q. robur*. У цієї рослини активність процесу падає значно менше, ніж у *Q. robur*, в цілому висока інтенсивність випаровування

води зберігається і в післяполуденні години (15:00), надалі вона поступово знижується. У *A. tataricum* загалом інтенсивність транспірації є вищою, ніж у *Q. robur*.



Примітка: t, °C – температура повітря у години взяття проб, φ, % – відносна вологість повітря.

Рис. 1. Інтенсивність транспірації листків *Q. robur* і *A. tataricum*, мг·г⁻¹ год⁻¹

Липень характеризувався більш високими температурами повітря і меншою його вологістю, суттєвішим проявом ґрунтової і атмосферної посухи. Спостерігалися деякі зміни денного ходу транспірації листків порівняно з попереднім місяцем. Максимум цього процесу у *Q. robur* виявлений об 11:00, після чого відбувався стрімкий спад інтенсивності процесу з підтриманням майже на тому самому рівні о 15:00 і з новим підйомом о 17:00. Мінімальні показники визначені о 19:00. Транспіраційні втрати води листками *A. tataricum* вранці у цьому місяці менші, ніж у червні. Найвища інтенсивність транспірації, як і у *Q. robur*, спостерігалася об 11:00, проте залишалася високою й о 13:00. Надалі відбувалося зменшення активності цього процесу. В цілому втрати води в процесі транспірації листками *Q. robur* і *A. tataricum* були більш економними порівняно з червневими величинами, при цьому суттєвіші вони у *A. tataricum*.

У серпні, як і в інші літні місяці, випаровування вологи листками *Q. robur* вранці (о 9:00) вище, ніж у травні. Хід транспірації виражається двовершинною кривою. Максимальні значення

припадають на 11:00 з наступним спадом о 13:00 і новим меншим підйомом о 17:00. Найменші показники інтенсивності цього фізіологічного процесу встановлені о 19:00. Подібним є хід денної транспірації і у *A. tataricum*. Проте втрати води листками цієї рослини більш значні, ніж у *Q. robur*.

У серпні ґрунтова посуха наростала через відсутність дощів, зберігалися високі температури повітря, що позначилося на інтенсивності транспірації. Як видно з рис. 1, в цьому місяці показники випаровування води листками в години їх визначення є найнижчими за вегетацію. Це особливо наочно видно, якщо порівняти середньоденні значення транспірації.

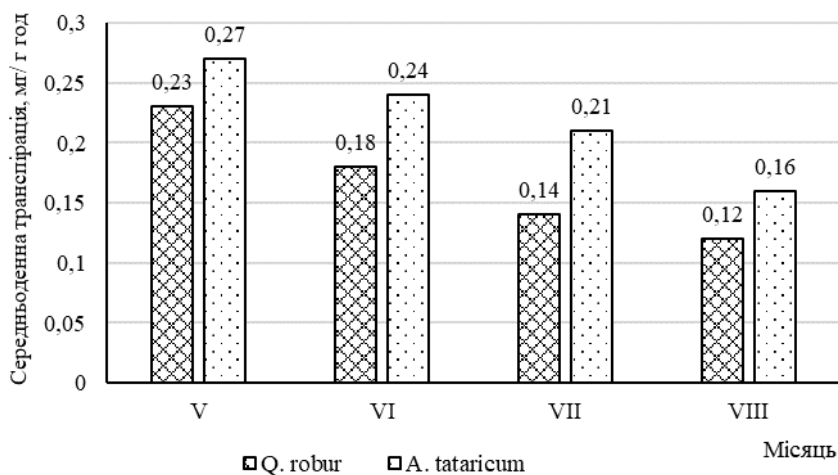


Рис. 2. Середньоденна інтенсивність транспірації листків *Q. robur* і *A. tataricum*, мг·г⁻¹ год⁻¹

Середньоденна різниця у значеннях втрати води листками *Q. robur* і *A. tataricum* у травні становила 14,9 %, у червні і серпні – 25,0 %. Найбільшою вона була у липні – 34,3 % (рис. 2).

Таким чином, спад інтенсивності транспірації листків *Q. robur* і в липні, і в серпні в денний період відбувався раніше, ніж у червні, що можна пояснити суттєвим підвищенням температури повітря вже після 11:00. О 17:00 спостерігалось невелике збільшення активності цього процесу. Такий характер денного ходу транспірації можна вважати пристосуванням до стресових гідротермічних умов. У *A. tataricum* подібні зміни втрати води листками виявлені тільки у серпні. В цілому листки *A. tataricum* відрізняються більш високими показниками транспіраційних втрат води порівняно з листками *Q. robur*. Проте між деревами цих видів не може виникати гостра конкуренція за воду. По-перше, перевищення середньоденних показників втрати води в процесі транспірації листками *A. tataricum* порівняно з *Q. robur* знаходилась у межах 14,9–33,3 %, а ці величини не є критичними. По-друге, глибока, добре розвинена коренева система *Q. robur* (Гузь та ін., 2009) компенсує нестачу води для крони за її дефіциту у верхніх шарах ґрунту, поглинаючи вологу з розташованих нижче по ґрунтовому профілю горизонтів. У *A. tataricum* коренева система, навпаки, є поверхневою (Іванюк, 2015). Необхідно при цьому враховувати, що участь рослин певних видів у витраті води у фітоценозі залежить від маси листків на дереві, а цей показник у *A. tataricum* набагато менший, ніж у *Q. robur*.

Список використаних джерел

Гузь М. М., Озарків І. М., Кульчицький-Жигайло І. Є., Озарків О. І., Данчівська О. Я. Особливості будови кореневої системи дуба звичайного та закономірності перенесення води // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.4. – С. 7–16.

Іванюк І. В. Корененаселеність у ландшафтних групах деревних рослин на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах у зеленій зоні м. Києва // Український журнал лісівництва та деревинознавства. – 2015. – № 219. – С. 142–150.

Цветкова Н. Н. Особенности миграции органоминеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах Степной зоны Украины. – Днепропетровск: ООО «Стэнли», 2013. – 216 с.

Б. А. Барановський, Л. О. Кармизова, І. А. Іванько, А. В. Жихарева, В. В. Ніколаєва

АДВЕНТИЗИЦІЯ ЗАПЛАВИ МАЛОЇ РІЧКИ (р. БАШМАЧКА) СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна,
boris.baranovski@ukr.net*

Збереження біологічного різноманіття – одна з найважливіших сучасних проблем біологічної науки. На першому місці в збереженні біорізноманіття стоїть охорона рослин як основних творців середовища для існування інших організмів. За ініціативи Мінекоресурсів у 2000 році та згідно із Законом України «Про рослинний світ» введено Державний кадастр рослинного світу України.

Інвазія чужорідних видів часто призводить до значних втрат природного біологічного різноманіття екосистем та інколи може завдавати значного економічного збитку і навіть представляти небезпеку для здоров'я людей.

Процеси адвентивізації флор ретельно аналізуються дослідниками різних країн (Půšek et al, 2012). Одним з наслідків антропогенного впливу та глобальних кліматичних змін є розширення ареалів адвентивних судинних рослин практично в усіх регіонах світу (Linder et al, 2014).

Антропогенний вплив та стрімкі зміни клімату активують проникнення нових адвентивних видів та посилюють інвазивність вже існуючих (Bowler, 2017). Такі зміни є загрозою збереженню природної флори та фауни. Дослідження процесу біологічних інвазій, як об'єктів глобальних змін, потребують управління та контролю. Необхідно об'єктивно уявляти загрозу біологічних інвазій з метою прогнозування (Moodley, 2020).

Проблема фітоінвазій в Україні є актуальною, оскільки процес інвазії з кожним роком продовжує зростати. Найбільший негативний вплив інвазійних видів на біорізноманіття відчувається в регіонах, де природний рослинний покрив дуже фрагментований (Протопопова, 1991, 2002).

Одним із регіонів, де особливо інтенсивно відбуваються процеси адвентивізації флори, є степова зона, рослинний покрив якої з давніх часів докорінно трансформований господарською діяльністю людини. На наш час список адвентивних видів судинних рослин степової зони України (за даними НДІ біології ДНУ імені Олеся Гончара) налічує 706 видів, що складає більше третини загального списку флори цього регіону.

У даній роботі проведено аналіз фіторізноманіття адвентивної флори на території заплави малої річки Башмачка. Річка Башмачка є правою притокою ріки Дніпра між містом Дніпром та містом Запоріжжя (Запорізьке водосховище), має довжину 10,5 км і розташована у Солонянському районі між селами Горіхово та Башмачка. Вона має середнє антропогенне навантаження (переважно сільськогосподарського характеру) порівняно з іншими малими річками регіону Північного степового Придніпров'я.

Потреба в проведенні дослідження з обраної теми визначається відсутністю подібної інформації в опублікованих матеріалах. Дослідження проводилися за традиційними флороекологічними методами. Назви видів подані за офіційним для України зведенням (Mosyakin et al., 1999)

Біоекологічна характеристика видів надана за системою екоморф Бельгарда (Бельгард, 1950) та за прикладами регіональних флор (Барановський, 2000; Karmyzova, Baranovsky, 2020; Тарасов, 2012; Baranovski et al., 2023).

Адвентивна флора заплави річки Башмачки нараховує 44 види (табл. 1) і складає 27 % від загального списку видів (161) судинних рослин. Адвентивізація заплави малої річки трохи менша за адвентивізацію території степової зони України. Але є загроза її підвищення у зв'язку із прогресуючим антропогенним впливом.

Ценоморфічний аналіз адвентивної флори заплави р. Башмачки показав (рис. 1), що більшість видів відносяться до ценоморфи рудеранти (37 видів – 82,2 %).

Загальний систематичний аналіз флори адвентивних видів заплави показав перевагу видів в родинях: Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae та Lamiaceae.

За показником трапляння видів у складі флор заплави малих річок п'ять видів (клен ясенелистий, амброзія полинолиста, нетреба ельбінська, робінія та в'яз низький) зустрічаються дуже часто. Всі ці види мають інвазивний характер розповсюдження.

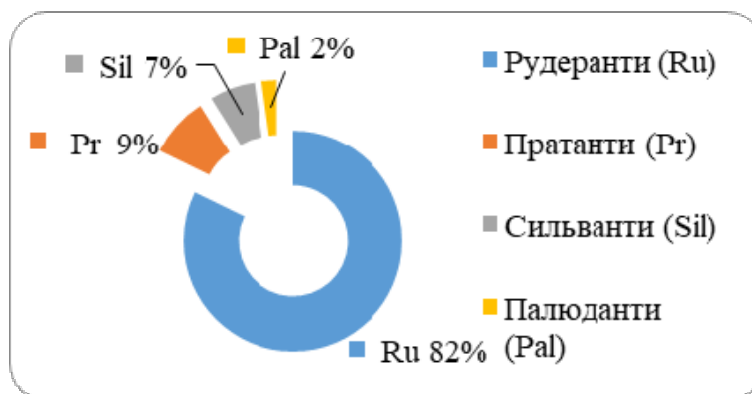


Рис. 1. Ценоморфічна структура адвентивної флори заплави р. Башмачка

Таблиця 1

Адвентивні види судинних рослин заплави малих річок

№ п/п	Види в межах родин	Біоморфи	Геліоморфи	Трофоморфи	Гігоморфи	Ценоморфи	Трапляння виду	Біотоп
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Poaceae <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.	Ann	He	OgMgTr	MsHg	Ru	Ч	C3
2	Aceraceae <i>Acer negundo</i> L.	Arb	He	OgMgTr	MsX-HgMs	SilCuRu	ДЧ	G1
3	Amaranthaceae <i>Amaranthus albus</i> L.	Ann	He	MsTr	MsX	Ru	Ч	E2
4	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Ann	He	MsTr	MsX	Ru	С	E2
5	Anacardiaceae <i>Cotinus coggygia</i> Scop.	Fr	Sc He	Og-MgTr	MsX	SMnCu	Р	G1
6	Apiaceae <i>Conium maculatum</i> L.	Bien	He	MsTr	Ms	Ru	Р	E2
7	Asclepiadaceae <i>Asclepias syriaca</i> L.	Per	He	MsTr	XMs	Ru	Р	E2
8	Asteraceae <i>Ambrosia artemisifolia</i> L.	Ann	Sc He	OgMgTr	MsX-Ms	Ru	ДЧ	E2
9	<i>Carduus acanthoides</i> L.	AnnBien	He	MsTr	MsX	PrStRu	Ч	Е
10	<i>Cichorium inthybus</i> L.	Per	He	MsTr	MsX	RuStPr	Ч	Е
11	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	AnnBien	Sc He	OgMgTr	MsX	Ru	Ч	E2
12	<i>Iva xanthiifolia</i> Nutt.	Ann	Sc He	OgMgTr	XMs	Ru	Ч	E2
13	<i>Lactuca serriola</i> L.	AnnBien	He	MsTr	XMs	Ru	С	E2
14	<i>Onopordum acanthium</i> L.	Bien	He	MsTr	MsX	Ru	Р	E2
15	<i>Phalacrolooma annuum</i> (L.) Dumort.	AnnBien	Sc He	MsTr	MsX	Ru	Р	E2
16	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch.	Bien	He	MgTr	MsX	Ru	Р	E2
17	<i>Xanthium albinum</i> (Widd.) H. Scholt	Ann	He	Og-MgTr	XMs-MsHg	Ru	ДЧ	C3
18	Boraginaceae <i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I.M. Johnst.	Ann	Sc He	MsTr	MsX	Ru	ДР	E2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
19	Brassicaceae <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Ann	He	MsTr	XMs	Ru	Ч	E2
20	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb et Plantl	Ann	He	MsTr	XMs	Ru	С	E2
21	<i>Microthlaspi perfoliata</i> (L.) F.K. Meyer	Ann	He	MsTr	XMs	PrStRu	Р	E2
22	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	AnnBien	He	OgMsTr	MsX	Ru	С	E2
23	Caryophyllaceae <i>Saponaria officinalis</i> L.	Per	Sc He	OgMsTr	Ms	RuSMnPr	Р	G1
24	Chenopodiaceae <i>Chenopodium album</i> L.	Ann	Sc He	MsTr	MsX	Ru	Ч	E2
25	Elaeagnaceae <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	FrArb	He	AlkMsTr	X- HgMs	SMnPrCuRu	С	F
26	Fabaceae <i>Robinia pseudacacia</i> L.	Arb	He	Og-MgTr	X-Ms	CuSil	ДЧ	G1
27	Lamiaceae <i>Ballota nigra</i> L.	Per	Sc He	MsTr	Ms	Ru	ДЧ	G1
28	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	AnnBien	He	OgMsTr	XMs	Ru	Р	E2
29	<i>Lamium purpureum</i> L.	AnnBien	Sc He	MsTr	XMs	Ru	Р	E2
30	<i>Leonurus cardiaca</i> L.	Per	Sc He	MgTr	XMs	SMnRu	Ч	G1
31	Malvaceae <i>Malva pusilla</i> Smith	Ann	Sc He	MsTr	XMs	Ru	Р	E2
32	Moraceae <i>Morus alba</i> L.	Arb	He	MsTr	Ms	CuSilRu	С	G1
33	Oleaceae <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marschall	Arb	Sc He	MsTr	MsX	CuRuSil	Ч	G1
34	Polygonaceae <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A.Love	Ann	Sc He	MsTr	XMs	Ru	С	E2
35	Portulacaceae <i>Portulaca oleracea</i> L.	Ann	Sc He	MsTr	XMs	Ru	Р	E2
36	Rosaceae <i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	Arb	He	OgMsTr	MsX	RuSilCu	Ч	E
37	<i>Cerasus mahaleb</i> (L.) Mill.	ArbFr	Sc He	MsTr	XMs	CuRuSMn	Р	G1
38	Scrophulariaceae <i>Veronica persica</i> Poir.	Ann	He Sc	MsTr	XMs	Ru	Р	E2
39	<i>Veronica polita</i> Fries	AnnBien	He Sc	MsTr	XMs	Ru	ДР	E2
40	Solanaceae <i>Datura stramonium</i> L.	Ann	He	MgTr	Ms	Ru	ДР	E2
41	<i>Hyoscyamus niger</i> L.	Bien	He	MsTr	MsX	Ru	Р	E2
42	<i>Lycium barbatum</i> L.	Fr	He	OgMsTr	MsX	CuRu	Р	F
43	Ulmaceae <i>Ulmus pumila</i> L.	Arb	Sc He	OgMsTr	MsX	SilCuRu	Ч	G1
44	Vitaceae <i>Partenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Fr	Sc He	MsTr	Ms	SilCuRu	С	G1

Умовні позначення: Біоморфи: Ann (Annuus) – однорічник; Bien (Biennis) – дворічник; Per (Perennis) – багаторічник; Fr (Frutex) – кущ; Arb (Arbor) – дерево. Геліоморфи: He (Heliophiton) – геліофіт (світлолюбий); Sc (Sciophiton) – сціофіт (тіньовитривалий); Трофоморфи: OgTr (Oligotroph) – оліготроф (рослина бідних ґрунтів); MsTr (Mesotroph) – мезотроф (середніх за багатством ґрунтів); MgTr (Megatroph) – мегатроф (рослина багатих ґрунтів). Гігроморфи: Hg (Hygrophiton) – гігрофіт (зволожених місцезростань); Ms (Mesophiton) – мезофіт (середніх за зволоженістю місцезростань); X (Xerophiton) – ксерофіт (сухих місцезростань). Ценоморфи: Pr (Pratensis) – пратант (лучний); Sil (Silvaticus) – сільвант (лісовий); St (Sterposus) – степант (степовий); SMn (Margosilvaticus) – сільвомаргоант (узлісний вид); Ps (Psammophyton) – псамофант (вид піщаних ґрунтів); Ru (Rudatus) – рудерант (бур'янистий); Cu (Cultus) – культурант (вид, який культивується).

Список використаних джерел

- Барановский Б. А. Растительность руслового равнинного водохранилища. – Днепропетровск: Издательство ДНУ, 2000. – 172 с.
- Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР. – К., 1950. – 258 с.
- Протопопова В. В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. – Київ: Наук. думка, 1991. – 204 с.
- Протопопова В. В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє / В. В. Протопопова, С. Л. Мосякін, М. В. Шевера // Київ: Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України. 2002. – 28 с.
- Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Біолого-екологічна характеристика видів. Судинні рослини. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2012. – 276 с.
- Baranovski V. A., Karmyzova L. A., Dubyna D. V., Shevera M. V. (2023). Bioecology and hemeroby of flora species in the Northern Steppe Dnipro Region. *Biosystems Diversity*, 31(4), 548–577.
- Bowler D. Cross-realm assessment of climate change impacts on species' abundance trends / D. Bowler, C. Hof, P. Haase et al. // *Nature Ecology and Evolution*. 2017. Vol.1, N 3. P. 1–7.
- Karmyzova L., Baranovsky V. Flora of the Dnipro city. Monograph. Rīga, Izdevniecība "Baltija Publishing", 2020. 120 p.
- Moodley D. Invasive alien species add to the uncertain future of protected areas / D. Moodley, L.C. Foxcroft, A. Novoa, K. Pyšková et al. // *NeoBiota*. 2020. Vol. 57. P. 1–5.
- Mosyakin S. L., Fedorochuk M. M. Vascular plants of Ukraine Nomenclatural checklist. – К., 1999. – 346 с.
- Pyšek et al. Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns / P. Pyšek, J. Danihelka, J. Sádlo, J. Jr. Chrtek, M. Chytrý, V. Jarošík, Z. Kaplan, F. Krahulec, L. Moravcová, J. Pergl, K. Štajerová & L. Tichý // *Preslia*. 2012. Vol. 84. P. 155–255.

Г. А. Гродзинська, В. Б. Небесний

БІОАКУМУЛЯЦІЯ ^{137}Cs ДИКОРΟΣЛИМИ МАКРОМІЦЕТАМИ У МОНІТОРИНГОВИХ ЛОКАЛІТЕТАХ КИЇВСЬКОЇ ОБЛ.: ВКЛАД У ДОЗУ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ

Інститут еволюційної екології НАН України, м. Київ, Україна, a.grodzinskaya@gmail.com

Ліси Українського Полісся, що найбільше постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, і дотепер є постійним джерелом радіаційної небезпеки для населення. Слід зауважити, що для жителів Полісся дикорослі гриби є не лише традиційним продуктом харчування, але й джерелом додаткового заробітку.

Відомо, що макроміцети, як компонент лісових екосистем, відіграють суттєву роль у переносі радіонуклідів у трофічному ланцюзі до людини. Здатність до акумуляції мінеральних елементів зумовлена особливостями їх будови і осмотрофним способом живлення. Серед основних факторів, які визначають інтенсивність накопичення радіонуклідів, є видова належність, глибина залягання міцелію в шарах ґрунту, екологічна приуроченість (сапротрофи, ксилотрофи чи симбіотрофи). Комплекс цих та інших біотичних та абіотичних чинників і визначають конкретну радіоекологічну ситуацію у місцезростанні гриба, яка відіграє вирішальну роль у ступені забруднення плодових тіл (Wasser, Grodzinskaya, 1993; Вассер та ін. 1995; Grodzinskaya et al., 2001–2003, 2011, 2019, 2023; Wasser, 2012; Гродзинська, 2017; Гродзинська, Небесний. 2020; Gabriel et al., 2023).

Дане дослідження присвячене оцінці інтенсивності акумуляції радіоцезію з деяких моніторингових локалітетів Київської області у віддалений період після аварії на ЧАЕС та розрахунок актуальних потенційних ефективних доз за рахунок споживання цінних їстівних та лікарських видів грибів.

У 90-х роках ХХ ст. система дозиметричних величин у цілому набула сучасного вигляду. Граничні річні дози були знижені до 20 мЗв для персоналу і до 1 мЗв для населення. У публікаціях останніх років, присвячених дослідженням вкладу дикорослих макроміцетів у формування дози внутрішнього опромінення, спостерігаються суттєві розбіжності щодо оцінки середньорічного рівня споживання грибів (від 0,3 до 10,2 кг плодових тіл), коефіцієнту «кулінарної» обробки (від 0,2 до 0,6) тощо. З огляду на узагальнення цих даних (Grodzinskaya et al., 2022), у розрахунках доз внутрішнього опромінення за рахунок споживання макроміцетів, ми приймали, що середній річний рівень споживання свіжих грибів дорослою людиною складає 5 кг, а коефіцієнт кулінарної обробки – 0,5. Формула, за якою проводили розрахунок: $H_{\text{int}} = c \times d_{\text{int}} \times e \times k$, де: H_{int} – доза внутрішнього опромінення; c – питома активність ^{137}Cs , Бк/кг сирової ваги; d_{int} – коефіцієнт для розрахунку споживання грибів дорослою людиною ($1,3 \times 10^{-5}$ мЗв/Бк для ^{137}Cs); e – розрахунковий об'єм щорічного споживання грибів, кг (5 кг однією людиною за рік); k – коефіцієнт кулінарної обробки (0,5).

Ретроспективний аналіз γ -спектрометричних даних (близько 260 видів макроміцетів) показав, що за період з 1993 по 2004 рр. 57,53 % проаналізованих зразків макроміцетів, зібраних у локалітетах Броварського р-ну Київської області, мали перевищення гранично допустимого рівня (далі ДР) вмісту ^{137}Cs в сушених грибах, прийнятих в Україні (ДР-2006), який становить 2500 Бк/кг с.м., з 2005 по 2018 рр. – 45,16 %. Визначена у 2022 р. активність радіоцезію у зразках макроміцетів з Броварського р-ну Київської області досягала максимальних значень у *Cortinarius praestans* та *Paxillus involutus* – 16691 13910 Бк/кг сухої маси відповідно (окол. с. Рожни). Перевищення ДР у досліджених макроміцетах з даних локалітетів встановлене у 28,57 % зразків. Розрахункові потенційні еквівалентні дози (далі ПЕД), лише з урахуванням ^{137}Cs , внаслідок споживання дикорослих грибів з цих локалітетів були досить низькими – 0,001 у *Boletus edulis*, 0,0177 у *Imleria badia* і 0,0149 мЗв у *Suillus luteus* (табл. 1). З 1999 р. до 2022 р. ПЕД зменшились у разі споживання *B. edulis* у 28,5 разів, *Suillus spp.* – 16,7, проте, у випадку *I. badia* залишались майже на тому ж рівні.

Якщо у 1998 р. у макроміцетах з помірно забруднених локалітетів Вишгородського р-ну (Димерська, Петрівська, Пирнівська громади) переважання ДР було встановлено у 73,91 % зразків плодових тіл (окол. с. Катюжанка, Лютіж, Новосілки, Хотянівка, Сухолуччя) (Гродзинська та ін., 2002), то у 2020 р. – у 45,59 %. ПЕД від споживання цінних їстівних видів грибів досягала у *B. edulis* – 0,0029, *I. badia* – 0,0462, *Suillus spp.* – 0,0540, *Tricholoma equestre* – 0,0439, *Cantharellus cibarius* – 0,0050 мЗв/рік. У порівнянні з 1998 р., ПЕД зменшились у випадку *B. edulis* у 11,9 разів, *C. cibarius* та *I. badia* – у 5,75 і 2,34 рази відповідно. У 2021 р. з локалітетів поблизу с. Лютіж, Сухолуччя і Хотянівка активність радіоцезію в плодових тілах перевищувала ДР у 49,15 % зразків. ПЕД досягали

від споживання *B. edulis* складало 0,0048, *I. badia* – 0,0697, *Suillus* spp. – 0,0458, *C. cibarius* – 0,0069, *T. equestre* – 0,0303 мЗв/рік.

Таблиця 1

Потенційні еквівалентні дози (мЗв/рік) від споживання цінних їстівних і лікарських видів
 макроміцетів (за рахунок ¹³⁷Cs) з моніторингових локалітетів Київської області

Вид/рік/локалітет	<i>Boletus edulis</i>	<i>Imleria badia</i>	<i>Suillus</i> spp.	<i>Cantharellus cibarius</i>	<i>Tricholoma equestre</i>	<i>Leccinum</i> spp.
Броварський р-н, Зазимська, Калитянська, Великодимерська громади (окол. с. Зазим'я, Рожни, Семиполки, Пухівка, Літки, Залісся, Калита, Бобрик)						
1999	0,0285	0,0125	0,2491	0,0147		
2001		0,0413	0,0348	0,0166		
2004			0,0403			
2005	0,0099	0,0072	0,0706			
2022	0,0010	0,0177	0,0149			
Вишгородський р-н, Димерська, Петрівська, Пирнівська громади (окол. смт Димер, с. Сухолуччя, Лютіж, Катюжанка, Хотянівка, В.Дубечня, Лебедівка, Новосілки)						
1996	0,0910	0,2118				
1998	0,0571	0,1631		0,0397		0,0056
1999	0,0033	0,2506	0,0444	0,0055		0,1321
2000	0,0228	0,3175	0,1017			0,2028
2001		0,1854	0,2641	0,0187		0,0497
2004		0,0337	0,0628	0,0268	0,0294	
2008	0,0084	0,0838	0,0024		0,1505	
2010	0,0209				0,0182	
2020	0,0029	0,0462	0,0540	0,0050	0,0439	
2021	0,0048	0,0697	0,0458	0,0069	0,0303	
Поліська громада (окол. смт Поліське)						
1998		6,2693	0,9289		1,3120	1,4989
2000	0,2496	0,2922	0,7215		0,1700	
окол. с. Зелена Поляна						
1995		0,4173	0,0880			0,1455
1996	0,1437	0,7508	0,3104			0,0514
1999	0,02334	0,0572	0,1001	0,0845		
2013	0,0393	0,6923	0,2711	0,0202		0,0429
2018	0,0360	0,1303	0,2386			
окол. с. Стещина						
2018	0,0055	0,1295	0,0261			
Іванківська громада (півд.окол. м.Іванків, окол. с. Коленці, Мар'янівка, Шпилі, Варівськ, Феневичі)						
1993				0,0124		0,0104
1998	0,0421	0,2527				
1999	0,0422	0,0114		0,0275	0,0103	0,0463
2000	0,2005	0,2831	0,1326	0,0049	0,0351	0,1957
2001	0,1159	0,3923	0,3828	0,0927		0,0470
2003	0,0370	0,2291	0,0772	0,1269		0,1377
2004	0,0358	0,3328	0,2276			0,0631
2006	0,0545	0,2696	0,2585		0,0324	0,0174
2010	0,0041	0,1774	0,0091	0,0140		
2012						
2013	0,0384	0,040	0,0263			
2018		0,0975				0,0194
2020		0,0503	0,0648	0,0372		
2021	0,0094	0,1206	0,2494	0,0160		

З найбільш забрудненого локалітету Вишгородського р-ну (Поліська громада) – окол. смт Поліське (нині належить до зони обов'язкового відселення) у 1998 р. 100 % зразків макроміцетів перевищували ДУ, а ПЕД, особливо у випадку *I. badia*, досягали загрозливих рівнів (табл. 1).

Враховуючи велику варіабельність рівнів радіоцезієвого забруднення (навіть у зразках тих самих видів, відібраних в одному місцезростанні), що спостерігається упродовж всього післячорнобильського періоду досліджень, ми розраховували середнє геометричне значення. Середнє геометричне активності радіоцезію для всіх грибних зразків з цього локалітету у 1998–2000 рр. було 94480 Бк/кг с.м. Причому, у *Amanita* spp – 42160, *Boletales* – 99780 (з макс. значеннями – 469700 у *I. badia* і 461200 Бк/кг с.м. у *Leccinum scabrum*), 143400 – у *Lactarius* spp. (макс. сер. геом. встановлене у *L. rufus* – 555300 Бк/кг с.м.), 445400 у *Paxillus involutus* і 756100 Бк/кг с.м. у *Cortinarius praestans*. На територіях Вишгородського р-ну, наближених до зони відчуження (окол. сіл Зелена Поляна та Стещина), сер. геом. активності радіоцезію для всіх грибів за період 1995–1999 роки становило 13900 Бк/кг сухої маси (окремо для видів р. *Russula* – 12920), болетальних – 28060 (зокрема, у *Suillus* spp. – 43030, *I. badia* – 63820 Бк/кг с.м.). За період 2013–2018 рр. сер. геом. для всіх грибів з Зеленополянського та Стещинського лісництв було 4842 Бк/кг с.м., зокрема у *Amanita* spp. – 2722, *Russula* spp. – 6429 (макс.зн. зафіксоване у *Russula ochroleuca* – 79100), 7644 – у *Boletales* (зокрема, 22800 у *Tylopilus felleus* і 18310 у *Suillus granulatus*), 15820 у *P. involutus*, 56520 у *Tricholoma fulvum* і 79370 у *Cortinarius* spp. (макс. зн. – 99010 Бк/кг с.м. встановлено у *C. semisanguineus*).

В той же час ПЕД у разі споживання *B. edulis*, *I. badia*, *Suillus* spp. з 1996 р. до 2018 р. зменшились у 3,99, 5,76 і 1,3 разу відповідно. Звертає на себе увагу збереження небезпечних потенційних доз у випадку *I. badia* (до 13 %) і *Suillus* spp. (до 24 % від дозволеної безпечної річної дози в 1 мЗв).

У локалітетах з середнім рівнем забруднення з Іванківської громади (раніше Іванківський р-н Київської обл.) у 1998 і 2000 рр., відповідно, 87,5 і 82,35 % досліджених макроміцетів (півд. окол. м. Іванків, окол. с. Коленці, Феневиці) перевищували ДР, у 2020 і 2021 рр. це перевищення становило 71,25 і 70,9 % відповідно, тобто зберігалось на дуже високому рівні, що свідчить про тривалу небезпеку збору і заготівлі дикорослих макроміцетів у даному регіоні. Особливо високі рівні активності радіоцезію були зафіксовані у симбіотрофів з родів *Cortinarius*, *Sarcodon*, *Tricholoma*, *Lactarius*, *Imleria*, *Paralepista*, *Suillus* та *Paxillus*. У 2021 р. ПЕД досягали у *B. edulis* 0,0094, *Leccinum* spp. – 0,0095, *I. badia* – 0,1206, *Suillus* spp. – 0,2494, *C. cibarius* – 0,0160 мЗв/рік. Слід зазначити, що у порівнянні з 2000 р. доза для *B. edulis* зменшилась у 21,33 разу, *I. badia* – у 2,38, а у випадку видів роду *Suillus* розраховані дози навіть зросли у 1,88 і *C. cibarius* – 3,27 разу.

Упродовж всього післячорнобильського періоду у локалітетах Київської області також відмічені гіперакумуляюючі властивості (щодо радіоцезію) у видів родів *Cortinarius*, *Sarcodon*, *Paralepista*, *Imleria*, *Tricholoma*, *Lactarius*, *Suillus*. Широко розповсюджені на території Українського Полісся – *I. badia*, *P. involutus* і *L. rufus*, рекомендовані нами раніше як біоіндикатори радіоцезієвого забруднення лісових екосистем (Гродзинська та ін., 2008; Grodzinskaya et al., 2011, 2019, 2022, 2023), зберігають до останнього часу свою репрезентативність.

Суттєві відмінності в рівнях забруднення макроміцетів, виявлені в одних й тих самих видах не лише з різних локалітетів, але й у межах одного, пов'язані з надзвичайно гетерогенним характером забруднення ґрунтів (що, вочевидь, зберігається весь післячорнобильський період) та мікрокліматичними умовами. Для оцінки загальної біоаккумуляційної здатності макроміцетів обчислювали середнє геометричне значення коефіцієнтів накопичення різних видів з досліджуваних локалітетів за 1991–2021 рр. (табл. 2).

Аналіз даних γ-спектрометричних досліджень дикорослих макроміцетів з деяких моніторингових локалітетів Київської області упродовж пост-чорнобильського періоду показав найбільш суттєве зниження потенційних річних еквівалентних доз у випадку білого гриба (*B. edulis*) та збереження небезпечних доз у випадку польського гриба (*I. badia*), маслюків (*Suillus* spp.) і зеленушок (*T. equestre*) у регіонах, наближених до зони відчуження. Особливо високі рівні активності зберігаються у симбіотрофів з родів *Cortinarius*, *Sarcodon*, *Tricholoma*, *Lactarius*, *Imleria*, *Paralepista*, *Suillus* та *Paxillus*. Дози, отримані при споживанні плодових тіл польського гриба і маслюків в усіх випадках були вищими, ніж при споживанні білих грибів. Через мозаїчний характер випадінь, міграційні процеси і високу варіабельність рівнів акумуляції радіонуклідів макроміцетами, навіть на територіях Українського Полісся з низьким рівнем радіаційного забруднення, слід обмежити їх споживання.

Враховуючи надзвичайно високий рівень варіабельності радіоекологічних даних, гетерогенність забруднення території Українського Полісся, варто зауважити, що при заготівлі або масових зборах

дикорослих грибів навіть на територіях із забрудненням < 37 кБк/м² рекомендований обов'язковий радіаційний контроль.

Таблиця 2

Середнє геометричне значення коефіцієнтів накопичення радіоцезію деякими дикорослими макроміцетами за період 1991–2022 рр. (Київська обл., Броварський і Вишгородський р-ни)

Види макроміцетів*	Коефіцієнти* накопичення
<i>Agaricus campestris, Hortiboletus rubellus, Armillaria mellea, Infundibulicybe gibba, Lycoperdon perlatum, Fomitopsis betulina, Ampulloclitocybe clavipes, Macrolepiota procera, Chlorophyllum rhacodes, Amanita pantherina</i>	0,1–1,0
<i>Coltricia perennis, Russula fragilis, Pseudoclitocybe cyathiformis, Clitocybe nebularis, Fistulina hepatica, Tricholoma terrestris, Russula aeruginea, R. ochroleuca, Leccinum aurantiacum, R. violeipes, R. amethystina, R. roseipes, Amanita muscaria, R. paludosa, Hypholoma fasciculare, R. xerampelina</i>	1,1–3,0
<i>R. emetica, A. citrina, R. foetens, T. saponaceum, Hygrophoropsis aurantiaca, Boletus edulis, Cantharellus cibarius, Marasmius oreades, Tricholomopsis rutilans, R. delica, Tylopilus felleus, L. scabrum, Suillus bovinus, R. vesca</i>	3,1–9,0
<i>T. portentosum, Lactarius turpis, A. rubescens, T. equestre, Cortinarius caperatus, S. luteus, L. rufus, H. capnoides, S. granulatus, Imleria badia, R. butyracea</i>	9,1–20,0
<i>R. cyanoxantha, T. fulvum, Paxillus involutus, L. helvus, C. varius, L. volemus, Rhodocollybia maculata, C. trivialis</i>	20,1–50,0
<i>C. malicorus, C. decipiens, Sarcodon imbricatum, C. praestans</i>	50,1–100,0
<i>C. semisanguineus, Paralepista gilva</i>	>100

* Коефіцієнт накопичення дорівнює співвідношенню активності радіонукліда у плодовому тілі гриба до активності цього радіонукліда у ґрунті (субстраті) з місцезростання.

Список використаних джерел

Вассер С. П., Болюх В. О., Брунь Г. О., Вірченко В. М., Гродзинська Г. А., Кондратюк С. Я., Навроцька І. Л., Ступіна В. В. Накопичення радіонуклідів споровими рослинами і вищими грибами України / Під заг. ред. С. П. Вассера. – Київ, 1995. – 131 с.

Гродзинська Г. А. Радіонуклідне забруднення макроміцетів // Вісник НАН України. – 2017. – 6. – С. 61–76.

Гродзинська Г. А., Небесний В. Б. Оцінка доз внутрішнього опромінення за умов споживання дикорослих шапинкових грибів Українського Полісся // Мат. III Міжн. Конф. «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку», 22-23 жовтня 2020 р., м. Херсон, с. 186–189.

Гродзинська Г. А., Сирчин С. О., Кучма М. Д., Конішук В. В. Макроміцети-біоіндикатори забруднення радіоцезієм лісових екосистем України // Вісник НАН України. – 2008. – № 9. – С. 26–37.

ДР-2006. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr у продуктах харчування та питній воді. Державні гігієнічні нормативи. Затверджені наказом МОЗ України від 03.05.2006 №256. Зареєстр. Мінюст. України 17.07.2006 р. за №845/12719.

Gabriel J., Grodzynska G. A., Nebesnyi V. B., Landin V. P. Radioactive contamination of mushrooms from Polis'ke forestry (Kyiv Region, Ukraine) long after the Chernobyl accident. Czech Mycology, 75(2), 117–137, 2023.

Grodzinskaya A. A., Berreck M., Haselwandter K., Wasser S. P. Wild Growing Mushrooms of Ukraine: Radiocaesium contamination. Part I. – 2001. – № 4. – 31–41.

Grodzinskaya A. A., Berreck M., Haselwandter K., Wasser S. P., Bugaenko T. A. Wild Growing Mushrooms of Ukraine: Radiocaesium contamination. Part 2. – 2002. – № 3. – 78–93.

Grodzinskaya A. A., Berreck M., Haselwandter K., Wasser S. P. Radiocaesium Contamination of Wild-Growing Medicinal Mushrooms in Ukraine. Int J Med Mushrooms. – 2003. – 5 (1). – 61–86.

Grodzinskaya A. A., Nebesnyi V. B., Landin V. P., Gabriel J. Radioactive Contamination of Wild Mushrooms from Ukraine under Conditions of Contrasting Radiation Loads: 36 Years after the Chernobyl Nuclear Power Plant Catastrophe *Int J Med Mushrooms*. – 2022. – 24(9). – 25–40.

Grodzyska G., Nebesnyi V., Teslenko I. Radioactive contamination of wild mushrooms in Chernihiv Polesie. *Biota. Human. Technology*. – 2023. – N 2. – 55–72.

Grodzinskaya A. A., Samchuk A. I., Nebesnyi V. B., Honchar H. Yu. (2019). Radiocesium (^{137}Cs) and mineral elements in culinary-medicinal mushrooms from the Southern Outskirts of Kyiv (Ukraine). – *Int. J. Med. Mushrooms*. – 21(1). – 71–77.

Grodzinskaya A. A., Syrchin S. A., Kuchma N. D., Bilay V. T. Radioactive contamination of Ukrainian wild-growing mushrooms. *Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products; 2011 Oct 4–7; Arcachon, France. INRA*. – 2011. – 1. – 566–572.

Wasser S. P., Grodzinskaya A. A. Content of Radionuclides in Macromycetes of the Ukraine in 1990–1991. In: *Fungi of Europe: Investigation, Recording and Conservation*, Royal Botanic Gardens, Kew. – 1993. – 189–210.

Ю. Г. Гамуля¹, О. В. Гамуля², В. С. Гузевата¹

ВИКОРИСТАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ БУДОВИ РИСУНКУ КОРИ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЕРЕВИНИ НАЙПОШИРЕНІШИХ ДЕРЕВНИХ ПОРІД ПРИРОДНИХ ТА ШТУЧНИХ НАСАДЖЕНЬ ЗА ФРАГМЕНТАМИ

¹*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків, y.gamulya@karazin.ua,
valentinaguzevata20@gmail.com*

²*Національний науковий центр «Інститут судових експертиз ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса»,
м. Харків, olga.gamulya@gmail.com*

Неконтрольоване вирубування та знищення деревних насаджень внаслідок проведення бойових дій, а також зростання неконтрольованого винищення дерев для отримання деревини призводить до катастрофічних втрат зелених насаджень в місцях бойових дій. Також значною мірою страждають зелені насадження на інших територіях, де дерева безконтрольно винищуються задля отримання будівельних матеріалів та дров. Все це потребує ретельної оцінки заподіяної екологічної шкоди з метою компенсації крайною-агресором та браконьєрами витрат, необхідних для відновлення знищених зелених насаджень. Ці завдання відносяться до задач, які виконують експерти-екологи разом з експертами, що проводять експертизу рослинної сировини.

Відомо, що кожен вид рослини має унікальні характеристики щодо форми листя, структури жилок, текстури кори, форми плодів тощо. За цими характеристиками можна чітко ідентифікувати належність кожної рослини до певного таксону з використанням визначників. Деякі таксони можна встановити за особливостями анатомічної будови стебла або листя, за формою та розташуванням бруньок. Наявність усіх необхідних частин є важливою умовою достовірного визначення таксономічної належності рослин. Встановлення видової належності за невеликою частинкою стовбура (колода, частина стовбура або дрова) зазвичай викликає значні труднощі. Саме з вирішенням таких завдань стикаються судові експерти.

Судова експертиза не можлива без точної ідентифікації деревини, яка частіше за все представлена фрагментами дерев, колодами або дровами. Під час визначення цих фрагментів деревини та встановлення видів знищених дерев експерт має спиратись на глибокі знання анатомії та морфологічні ознаки типових для регіону видів. Серед цих ознак найважливішою є морфологічна будова кори. Знання особливостей будови кори можуть бути використані не лише експертами судової експертизи. Ці знання можуть бути корисними при проведенні дослідження структури деревостану природних та штучних лісонасаджень для визначення видів дерев у безлистому стані. При цьому кора має перевагу над іншими частинами рослини (листям, квітками, плодами), оскільки лише це єдина частина дерева, доступна впродовж усього року та майже всього життя рослини, а для дерев – навіть після їх загибелі.

При проведенні експертних досліджень лісових насаджень у безлистий період, мертвих або спиляних дерев, колод або навіть колотих дров також виникає необхідність ідентифікації виду деревної породи за будовою кори.

Ідентифікація видів дерев за допомогою зображень кори може виявитися корисною для багатьох завдань судових експертиз, пов'язаних із лісовим господарством, доглядом за зеленими насадженнями, заготівлею деревини, при вирішуванні інших питань, пов'язаних з необхідністю ідентифікації деревини та встановленням таксономічної належності об'єкта рослинного походження. Питання ідентифікації деревини є дуже важливими для встановлення якісних показників господарського значення деревини (різна теплота згорання та теплоутворення, що впливає на ринкову вартість дерев), а також можуть бути використані при проведенні вивчення відповідності зрубаних стовлів лісорубному білету та встановленні екологічної шкоди, заподіяної браконьєрами.

Метою цього дослідження стало вивчення особливостей морфологічної будови кори, а саме рисунка та форми гребнів у найпоширеніших деревних порід природних та штучних насаджень лісостепу та степу України для виявлення характерних ознак, достатніх для ідентифікації цих видів деревних порід у безлистому стані або за фрагментом стовбура. Проведені дослідження охопили широкопоширені деревні породи, що найчастіше потрапляють до інституту судової експертизи з метою їх ідентифікації, більшою мірою у вигляді частин стовбурів, колод або фрагментів. В цій статті наведені результати дослідження 5 видів: дуб звичайний, дуб червоний, в'яз голий, клен гостролистий, липа серцелиста. Загалом було зроблено близько 500 фотографій стовбурів дерев, на

яких зафіксовані загальні риси будови та особливості будови кори: особливості рисунку кори, особливості розтріскування, ширина гребнів та глибина рубців, особливості злушчування, залежність кількості гребнів від віку та діаметру дерева, особливості кольору, наявних додаткових утворень на корі. Також проводились виміри. Рисунки поверхні кори живих дерев були систематично описані з використанням стандартних термінів. Особливу увагу звертали на особливості наявності або відсутності зміни морфологічної будови кори дерев одного виду, але різного віку. У кожному випадку тотожність перевірялася за довідниками та інтернет-базами.

При проведенні польових досліджень використовували стандартні методи дослідження деревних порід (Методи., 2001) та відповідні прилади. Діаметр стовбура вимірювали з використанням мірної вилки (Husqvarna, Швеція, 460 мм, модель 5056947-46) з шагом вимірювання 1 см. Вимірювання проводилось з точністю до 1,0 см. За допомогою електронного штангенциркуля вимірювали ширину гребнів кори, глибину тріщин між гребнями. Штангенциркуль електронний цифровий Digital Caliper з цифровим, електронним дисплеєм LCD 6 дюймів, точність: 0,01 мм, шкала від 0 до 150 мм, крок 0,1 мм, з функцією обнуління дисплея. Вимірювання проводились з точністю до 0,01 мм та повторністю не менше 20 вимірів кожного показника. Довжина кола стовбура вимірювалась рулеткою (3 м, точність 1,0 мм, шкала від 0 до 3 м, крок 1 см/1 мм) з точністю до 1,0 см. Фотографування загального вигляду дерева, фрагментів стовбура, інших особливостей будови кори виконувались із стандартною масштабною лінійкою.

При проведенні досліджень було виявлено певні закономірності будови елементів кори, а саме чисельність гребнів, висота та ширина гребнів. Для оцінки зміни елементів кори зі збільшенням віка дерева нами запропонований коефіцієнт співвідношення ширини гребня до його висоти (глибина тріщини). Цей коефіцієнт має відображати особливості формування кори (чи існують ті самі гребні, чи утворюються нові, чи змінюються особливості показників висоти гребнів (глибина тріщин)). Якщо коефіцієнт зменшується, це свідчить про те, що з потовщенням стовбура на ньому не утворюються нові ребра або їх утворюється невелика кількість, і тоді кора має нечисленні роздвоєння гребнів. Якщо коефіцієнт не змінюється, це свідчить про те, що форма гребнів постійна для екземплярів цього виду різного віку, а кількість гребнів зі збільшенням діаметру буде збільшуватись.

Науковою основою для проведення досліджень та класифікації кори були вибрані роботи з дослідження структури кори, проведені Т. С. Whitmore (1961) для тропічних видів дерев. Зроблений цим автором опис типів кори спирається на дослідження особливостей формування кори та анатомічної будови, особливості розширення тканини при збільшенні діаметра дерева, особливості розшарування та розтріскування шарів вторинної кори, особливості лущення, будову гребнів та гребінців, особливості будови ретикулуму та інші морфологічні ознаки, такі як рівномірність розширення тканин, наявність на поверхні клинів або гребінчастих ретикулів, які утворюють тканини внаслідок розростання, особливості лущення, розмір фракцій, особливості структури поверхні. Для класифікації структури кори також за основу взята класифікація, запропонована для лісів штату Вермонт (Tree Anatomy, 2012–2024), яка пропонує такі типи будови кори: гладенька, паперова, горбкувата, бороздчаста/ромбовидна, бриляста, пластинчаста/нерівна та вертикально смугаста. Також деякими авторами звертається увага на відміну у будові кори молодих та дорослих дерев та у верхній та нижній частині стовбура і за морфологією, і за текстурою, оскільки морфологічні характеристики кори та її видозміни з віком визначаються особливостями анатомічної будови певного виду деревної породи, швидкістю її росту, інтенсивністю утворення річні кільця, особливостями закладення тканин. Дослідженню особливостей кори та виявлення таксономічних видоспецифічних особливостей присвячена також робота Mathieu Carpentier et al. (2018).

В цій статті ми наводимо характеристику та основні ознаки 5 найпоширеніших видів дерев, які є найпоширенішими в лісостепу та степу України.

Дуб звичайний (*Quercus robur* L.) – дерево природних та штучних насаджень, головна лісоутворююча порода, цінна деревина. Кора стовбура міцна, за морфологією – глибока тріщинувата з характерними міцними повздовжніми гребнями трапецієвидної форми (рис. 1). Гребні добре простежуються вздовж стовбура, є нечисленні подвоєння або навпаки злиття сусідніх гребнів, що загалом не змінює їх картину розташування. Зовнішня кора темно-бурого кольору, багатощарова. Ретикулум добре розвинутий, грубо бороздчатий. Ширина гребнів дорівнює 25–50 мм, з глибокими тріщинами між ними (від 11 мм у молодих дерев до 30 мм у старовікових екземплярів). Зі збільшенням діаметру дерева з віком кількість ребер та глибина тріщин (висота гребнів) дуже

поступово збільшуються. Встановлено, що зі збільшенням діаметру стовбура у дуба звичайного кількість гребнів у молодих дерев поступово збільшується до досягнення деревом діаметру приблизно 60 см. Далі кількість гребнів є майже сталою величиною для широкого діапазону діаметрів і змінюється несуттєво. Саме цим пояснюється доволі чіткий рисунок повздовжніх гребнів на стовбурі дорослих дерев. Цікаво, що висота самих гребнів з віком дерева поступово збільшується. Тріщини, що утворюються, стають глибшими та сягають до 30 мм у старовікових дерев. Дослідження співвідношення ширини ребра до висоти (коефіцієнт «форми гребня») показали зменшення співвідношення ширини ребра до висоти. Це свідчить про те, що нові ребра майже не утворюються або їх утворюється невелика кількість і тоді кора має нечисленні роздвоєння гребнів.



Рис. 1. Порівняння будови кори дуба звичайного (1) та дуба червоного (2)

Дуб червоний (*Quercus rubra* L.) вирощується у складі штучних зелених насаджень. Кора стовбура доволі міцна, але значно тонша за дуб звичайний (рис. 1). За морфологією – тріщинувата з характерними плоскими повздовжніми гребнями. У молодих дерев кора може бути майже цілою, без добре помітних тріщин, але на ній добре видно ряди пробкових клітин, за якими в подальшому утворюються тріщини. Гребні плоскі, ширина може бути різною, добре простежуються вздовж стовбура, є нечисленні подвоєння або навпаки злиття сусідніх гребнів, що загалом не змінює картину їх розташування.

Ретикулум добре розвинутий, зовнішня кора сірувато-бурого кольору, легко простежується лише кілька шарів. Ширина гребнів дорівнює 23–37 мм з неглибокими тріщинами між ними (від 3,5 мм до 5,5 мм у більш дорослих екземплярів). Зі збільшенням діаметру стовбура дерева з віком кількість ребер та глибина тріщин (висота гребнів) дуже поступово збільшуються. Коефіцієнт «форми гребня» виявив незначні зміни співвідношення ширини ребра до висоти, що відображає особливості формування плоскої розтрісканої кори. Це показує, що нові ребра майже не утворюються, та є наслідком більш тонкого шару зовнішньої кори цього виду.

В'яз гладенький (*Ulmus laevis* Pall.). Кора стовбура доволі міцна. За морфологією – тріщинувата з характерними невисокими більш-менш плоскими повздовжніми гребнями, розділеними поперечними тріщинами (рис. 2). За типом морфології ця кора близька до блокової – вертикальні борозни, але вони розбиті горизонтально через більші або менші проміжки. У молодих дерев кора майже не відрізняється від дорослих. Гребні плоскі, ширина може коливатись від 23 до 40 мм, бути різною навіть на одному дереві. Гребні добре виражені, добре простежуються вздовж стовбура, є

нечисленні подвоєння або навпаки злиття сусідніх гребнів, що загалом не змінює картину їх розташування. Ретикулум добре розвинутий, зовнішня кора сірувато-бурого кольору. Висота ребер (глибина тріщин) зазвичай від 11 мм до 15 мм, легко простежується лише кілька шарів пробки. Зі збільшенням діаметру стовбура дерева з віком кількість ребер та глибина тріщин (висота гребнів) дуже поступово збільшуються. Коефіцієнт «форми гребня» виявив незначні зміни співвідношення ширини ребра до висоти.



Рис. 2. Порівняння будови кори в'язу гладенького (1), клена гостролистого (2) та липи дрібнолистої (3)

Клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) Кора стовбура доволі міцна. За морфологією – дрібно тріщинувата з характерними невисокими тонкими, а з віком більш-менш плоскими повздовжніми гребнями, розділеними поперечними тріщинами на окремі часточки (рис. 2.). У молодих дерев кора здається ажурно тріщинуватою, більшість гребнів не перевищують 10 мм в ширину, утворюють неправильний вертикальний рисунок. У старих дерев внаслідок злушення верхніх шарів кори гребні можуть сплющуватись та навіть мати лусочкоподібний вигляд. Гребні кори більш-менш однакові за розміром, ширина в середньому дорівнює 10 мм, бути різною, від 7 до 12 мм, навіть на одному дереві. Гребні добре виражені, добре простежуються вздовж стовбура, утворюючи сітчасту структуру повздовжно-тріщинуватого рисунка. Спостерігаються численні подвоєння або навпаки злиття сусідніх гребнів, що загалом і утворює характерну картину їх розташування.

Ретикулум добре розвинутий, зовнішня кора сірувато-бурого кольору. Висота ребер (глибина тріщин) зазвичай від 4 мм до 8 мм, легко простежується лише кілька шарів пробки. Зі збільшенням діаметру стовбура дерева з віком кількість ребер збільшується, проте вони зберігають свої розміри й за шириною й за висотою. Загальний рисунок стає більш виражено ажурним. Коефіцієнт «форми гребня» виявився близьким для дерев з різним діаметром стовбура. Зовнішній вигляд кори також вказує на утворення нових ребер з ростом стовбура у товщину, що є цікавою характерною особливістю цього виду.

Липа дрібнолиста, або серцевидна (*Tilia cordata* Mill.). Кора тріщинувата, з добре обмеженими смугами. Ребра повздовжні, у вертикальних смугах, зі збільшенням товщини стовбура під час росту дерева розпадається на довгі вертикальні пластини неправильної форми (рис. 2). У старих стволів може бути як більш виражено борозниста, так і більш борознисто-луската. Борозни стають глибшими з кожним роком у міру потовщення ретикулуму. Іноді навіть можна побачити активну перидерму біля основи борозни. Будова самих борозн може трохи різнитись, або залишатись досить дрібними і неглибокими, або з часом ставати досить глибокими, утворюючи гребні трапецієвидної форми. Гребні кори більш-менш однакові за розміром, ширина в середньому дорівнює близько 20–24 мм, може коливатись у межах від 17 до 27, навіть на одному дереві. Гребні добре виражені, добре

простежуються вздовж стовбура, утворюючи повздовжно-трещинуватий рисунок. Подвоєння або навпаки злиття сусідніх гребнів нечисленні, що загалом і утворює характерну повздовжню картину розташування гребнів. Ретикулум добре розвинутий, зовнішня кора може бути від сірувато-бурого до світло- і навіть темно-коричневого кольору, вірогідно залежно від освітлення. Висота ребер (глибина тріщин) зазвичай 4–5 мм, шари пробки легко простежуються. Зі збільшенням діаметру стовбура дерева з віком кількість ребер потрохи збільшується, вони зберігають свої розміри як за шириною, так й за висотою. Загальний рисунок стає більш виражено ажурним. Коефіцієнт «форми гребня» може дуже незначно збільшуватись з віком, дорівнює 4,2–4,6. Зовнішній вигляд кори також вказує на утворення нових ребер з ростом стовбура у товщину. З віком ребра грубішають. У разі заселення лишайниками вигляд кори набуває більш неохайного вигляду внаслідок нерівномірного злущення верхніх шарів корку.

Список використаних джерел

- Методи обмірювання та визначення об'ємів. Ч. 2. Лісоматеріали круглі. ДСТУ 4020-2-2001 (pr EN 1309-2: 1998). – Київ: Держстандарт України. – 2001. – 55 с.
- Whitmore T. C. (1961). Studies in systematic bark morphology. I. Bark morphology in Dipterocarpaceae. *The New Phytologist*. Vol. 61, No. 2 (Jul., 1962), 208–220. Режим доступу: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.1962.tb06288.x>
- Tree Anatomy: Bark (2012–2024). Режим доступу: <https://crowspath.org/natural-history/trees/bark/>
- Carpentier M., Giguere P., Gaudreault J. (2018). Tree Species Identification from Bark Images Using Convolutional Neural Networks (1918). *Computer Vision and Pattern Recognition*. 2018. P. 1–8. Режим доступу: <http://surl.li/tpscv>

К. М. Божко, Ю. І. Грицан

ОСОБЛИВОСТІ ГЕНЕЗИ БАЙРАЧНИХ ЕДАФОТОПІВ ЛІВОБЕРЕЖЖЯ ТА ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна, bozhko.k.n@gmail.com

Байрачні біогеоценози мають величезну наукову цінність для дослідження особливостей формування природних лісів, де знайшли собі притулок рідкісні і зникаючі види флори та фауни степової зони України. Байрачні ліси є також еталонами протиерозійних насаджень в умовах привододільно-балкових ландшафтів південного сходу України. Як відомо, байрачні ліси утворюють біотичний вузол флори і фауни степового, середземноморського, кавказького та північних регіонів суміжних країн.

Одним з найважливіших результуючих компонентів лісового біогеоценозу є ґрунтовий покрив, який характеризується специфічною генезою, фізичними та хімічними особливостями, будовою ґрунтового профілю, макро- і мікроморфологічною структурою.

Для збереження, відновлення та раціонального використання унікальних байрачних природних лісових екосистем необхідний комплексно-системний підхід. У цьому напрямку, насамперед на рівні з фізичними та хімічними, величезну роль відіграють макро- та мікроморфологічні дослідження з використанням сучасного технічного обладнання. Екологічна мікроморфологія щільно межує з мікросистемними методами досліджень.

Ретельні дослідження структурної-функціональної організації, мікропроцесів, формування лесиважних явищ, розкривають суть генетичних та еколого-функціональних особливостей своєрідного лісового чорнозему й інших генетичних типів ґрунтів на строкатому геоморфологічному фоні розташування рельєфу байрачних біогеоценозів.

У роботі досліджено байрачні екосистеми південно-східної України. За приклад північного варіанта обрано байрак «Капітанівський» за приклад південного – байрак «Військове».

Байрак «Капітанівський» розташований у двадцяти кілометрах на схід від науково-навчального центру «Присамарський біогеоценологічний стаціонар імені О. Л. Бельгарда» Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Природні байрачні ліси південного варіанта історично сформувалися на правобережжі Дніпра. Це територія колишньої порожистої частини Дніпра. Урочище «Військове» розташоване в системі Микільських байраків Солонянського району Дніпропетровської області.

Вздовж досліджуваних катен закладені пробні площі і ґрунтові розрізи, які розташовані на верхніх, середніх, нижніх третинах північної та південної експозиції і в тальвезі байраків.

Всі типи біогеоценозів пробних площ катени, закладеної в байраку «Капітанівський», належать до трофотопу Дас. Отримані нами результати свідчать, що фітоценотичні картини на схилах північної та південної експозиції та в тальвезі байраку «Капітанівський» є різними. Пробні площі верхньої третини схилу північної експозиції та схилу південної експозиції – це кленово-ясеневі діброви. Пробні площі середньої та нижньої третини північної експозиції та тальвегу байраку – кленово-липово-ясеневі діброви. У деревостані домінанти і кодомінанти різняться співвідношенням, діаметром стовбура й висотою. Зімкнутість крони становить 0,7 на верхній третині північної експозиції та середній третині південної, 0,8 – на середній третині північної експозиції та нижніх третинах обох експозицій, 0,9 – у тальвезі байраку, 0,6 – на верхній третині південної експозиції. Тип лісорослинних умов на верхній третині схилу північної експозиції та на середній третині південної експозиції – суглинок свіжуватий (СГ₁₋₂), на середній третині північної експозиції та на нижніх третинах схилів обох експозицій – суглинок свіжий (СГ₂), у тальвезі байраку – суглинок вологуватий (СГ₂₋₃), а на верхній третині схилу південної експозиції – суглинок сухуватий (СГ₁). Світлова структура на верхній третині схилу північної експозиції та на верхній і середній третині схилу південної експозиції – напівтіньова, на інших пробних площах – тіньова. У деревостані зазвичай насінневі та порослеві дуб звичайний (*Quercus robur* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), клен польовий (*Acer campestre* L.), липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.). Чагарниковий підлісок із бруслини бородавчастої (*Euonymus verrucosa* Scop.) та європейської (*Euonymus europaea* L.), подекуди – бузини чорної (*Sambucus nigra* L.), на нижній третині схилу північної експозиції з'являється в'яз та на схилі південної експозиції в підрості. Найбільше проєктивне покриття травостою складають: зірочник косянцевий (*Stellaria holostea* L.) на верхній

третині північної експозиції, зірочник косянцевий (*Stellaria holostea* L.) та купина багатоквіткова (*Polygonatum multiflorum* (L.) All.) на середній третині північної експозиції, фіалка запашна (*Viola odorata* L.) на нижній третині північної експозиції, яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.) у тальвезі, копитняк європейський (*Asarum europaeum* L.) та зірочник косянцевий (*Stellaria holostea* L.) на нижній третині південної експозиції, зірочник косянцевий (*Stellaria holostea* L.), шоломниця висока (*Scutellaria altissima* L.), медунка темна (*Pulmonaria obscura* Dumort) на середній третині південної експозиції, фіалка запашна (*Viola odorata* L.) на середній третині південної експозиції.

Всі типи біогеоценозів пробних площ катени, закладеної у байраку «Військове» належать до трофотопу Dn. Отримані нами результати свідчать, що фітоценотичні картини на схилах північної та південної експозиції та в тальвезі байраку різняться несуттєво. Верхня третина схилу північної експозиції – чорнокленова діброва, інші пробні площі представлені пакленовими дібровами. Зімкнутість крони на верхніх третилах схилів – 0,7, на середніх – 0,8, на нижніх третилах та в тальвезі байраку – 0,9. Тип лісорослинних умов на верхніх третилах схилів – обох експозицій та на середній третині південної експозиції – суглинок свіжуватий (СГ₁₋₂), на середній третині схилу північної експозиції та на нижніх третилах схилів обох експозицій – суглинок свіжий (СГ₂), у тальвезі байраку – суглинок вологий (СГ₃). Світлова структура на верхній третині схилу північної експозиції та на верхній і середній третині схилу південної експозиції – напівтіньова, на інших пробних площах – тіньова. У деревостані зазвичай насінневі та порослеві дуб звичайний (*Quercus robur* L.), клен польовий (*Acer campestre* L.), у верхній третині північної експозиції – клен татарський (*Acer tataricum* L.) та груша звичайна (*Pyrus communis* L.). У нижніх третилах схилів поодинокі у підрості трапляється ясен на липа. Чагарниковий підлісок із бруслини бородавчастої (*Euonymus verrucosa* Scop.) та європейської (*Euonymus europaea* L.), подекуди – бузини чорної (*Sambucus nigra* L.). У трав'янистому покриві найбільше проєктивне покриття складають: чистотіл великий (*Chelidonium majus* L.) на верхній третині північної експозиції, фіалка запашна (*Viola odorata* L.) та яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.) на середній третині північної експозиції, яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.) на нижній третині північної експозиції та у тальвезі байраку складає 70–85 %, яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.) та герань Робертова (*Geranium robertianum* L.) на нижній третині південної експозиції, фіалка запашна (*Viola odorata* L.) на середній третині південної експозиції, буги́ла лісова (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.) на верхній третині південної експозиції.

Байрак «Капітанівський», згідно з О. Л. Бельгардом, належить до північної частини південно-східної України, що належить до байрачно-степового району, для якого характерними є байрачні ліси. Байрак «Військове» належить до південного посушливого району, де панують степи, а байрачні ліси зовсім затухають (Бельгард, 1950). Отже, два об'єкти наших досліджень знаходяться в різних кліматичних районах південно-східної України і характеризуються значними кліматичними відмінностями. Весна у північних районах починається з третьої декади березня, а у південних – у другій декаді березня. У північних районах зима починається з третьої декади листопада, а в південних – на декаду пізніше. Річна кількість опадів збільшується від 400–430 мм на півдні до 450–490 мм на півночі (Дядько, 1989).

Різні кліматичні умови визначають різні типи байрачних біогеоценозів досліджуваних об'єктів. Всі досліджувані типи біогеоценозів у байраку «Капітанівський» належать до трофотопу Das (табл. 1), який характеризується найсприятливішими лісорослинними умовами, що визначає формування найбільш складних лісових ценозів. Переважно це кленово-липово-ясеневі діброви. Всі досліджувані типи біогеоценозів у байраку «Військове» належать до трофотопу Dn, який характеризується ґрунтами зі слабкими проявами деградації та вирізняється карбонатністю. У деревно-чагарниковому ярусі випадають ацидофіли (насамперед липа). У трав'янистому ярусі спостерігаються деякі відмінності порівняно з трофотопом Das, не зважаючи на наявність специфічних для дібров мегатрофних видів, спостерігаються нітрофіли – буги́ла лісова (*Anthriscus sylvestris* L.) і кропива дводомна (*Urtica dioica* L.). Найбільший вміст гумусу виявлено у ґрунтах досліджуваних біогеоценозів під байрачною лісовою рослинністю, а найменший – у степовій цілині.

Згідно з даними Д. С. Орлова, чорноземи звичайні на ділянці степу Солонянського району Дніпропетровської області (як еталонні чорноземи) належать до малогумусових ґрунтів. Максимальні значення коефіцієнта структурності та водостійкості структурних агрегатів чорнозему звичайного степової цілини теж значно нижчі, ніж чорноземів лісових – 2,64 та 81,73 % відповідно.

Таблиця 1

Еколого-біологічна характеристика дослідних пробних площ

Пробна площа	Типологічна формула	Ґрунт
Свіжувата ясенева діброва із зрочником (ПП-БК-1)	$Dac \frac{CG_{1-2}}{H/гін(ч) - II} \frac{3Dз3Яз3Kг1Kп}{-}$	Чорнозем лісовий лесивований карбонатний середньопотужний суглинковий на лесовидних суглинках
Свіжа липово-ясенева діброва із зрочником (ПП-БК-2)	$Dac \frac{CG_2}{Tін(ч) - III} \frac{4Dз2Яз2Лг2Kг}{-}$	Чорнозем лісовий середньолесивований карбонатний багатогумусовий суглинковий на лесовидних суглинках
Свіжа липово-ясенева діброва з широкотрав'ям (ПП-БК-3)	$Dac \frac{CG_2}{Tін(ч) - III} \frac{3Dз3Яз1Лс1Kг1Kп}{-}$	Чорнозем лісовий середньолесивований витуваний потужний суглинковий на делювіальних відкладеннях
Вологувата липово-ясенева діброва з яглицею(ПП-БК-4)	$Dac \frac{CG_{2-3}}{Tін - III} \frac{4Dз3Яз2Лс1Kп}{-}$	Чорнозем лісовий середньолесивований витуваний надпотужний суглинковий на делювіальних відкладеннях
Свіжа паклено-ясенева діброва з широкотрав'ям (ПП-БК-5)	$Dac \frac{CG_2}{Tін(ч) - III} \frac{2Dз5Яз2Kп1Лс}{-}$	Чорнозем лісовий середньолесивований потужний суглинковий на делювіальних відкладеннях
Свіжувата паклено-ясенева діброва із зрочником (ПП-БК-6)	$Dac \frac{CG_{1-2}}{H/гін - III} \frac{4Dз3Яз3Kп}{-}$	Чорнозем лісовий лесивований карбонатний потужний середньосуглинковий на лесовидних суглинках
Свіжувата паклено-ясенева діброва з фіалкою (ПП-БК-7)	$Dac \frac{CG_{1-2}}{H/гін(ч) - II} \frac{5Dз3Яз2Kп}{-}$	Чорнозем лісовий лесивований карбонатний середньопотужний середньосуглинковий на лесовидних суглинках
Свіжувата чорнокленова діброва з чистотилом(ПП-БВ-1)	$Dn \frac{CG_{1-2}}{H/гін(ч) - II} \frac{9Dз1Kг}{-}$	Чорнозем лісовий слаболесивований карбонатний потужний середньосуглинковий на лесовидних суглинках
Свіжа пакленова діброва з яглицею (ПП-БВ-2)	$Dn \frac{CG_2}{Tін(ч) - III} \frac{9Dз1Kп}{-}$	Чорнозем лісовий лесивований карбонатний багатогумусовий потужний суглинковий на лесовидних суглинках
Свіжа пакленова діброва з яглицею (ПП-БВ-3)	$Dn \frac{CG_2}{Tін(ч) - III} \frac{8Dз2Kп}{-}$	Чорнозем лісовий лесивований сильнокарбонатний малопотужний суглинковий на делювіальних відкладеннях
Волога пакленова діброва з яглицею (ПП-БВ-4)	$Dn \frac{CG_3}{Tін - III} \frac{6Dз4Kп}{-}$	Чорнозем лучно-лісовий середньолесивований важкосуглинковий на делювіальних відкладеннях
Свіжа пакленова діброва з яглицею (ПП-БВ-5)	$Dn \frac{CG_2}{Tін - II} \frac{6Dз4Kп}{-}$	Чорнозем лісовий слаболесивований карбонатний середньосуглинковий на делювіальних відкладеннях
Свіжувата ясенєво-пакленова діброва з фіалкою (ПП-БВ-6)	$Dn \frac{CG_{1-2}}{H/гін - II} \frac{5Dз3Kп2Яз}{-}$	Чорнозем лісовий середньолесивований середньосуглинковий малопотужний на лесовидних суглинках
Свіжувата пакленова діброва з бугилою (ПП-БВ-7)	$Dn \frac{CG_{1-2}}{H/гін(ч) - II} \frac{7Dз3Kп}{-}$	Чорнозем лісовий слаболесивований середньосуглинковий малопотужний на лесовидних суглинках
Степова цілина (ПП-СВ-1)	Суглинок сухуватий (СГ ₁)	Чорнозем звичайний карбонатний малогумусовий середньосуглинковий на лесах

Результати дослідження структурного стану ґрунтів відповідають структурі комплексу ґрунтових безхребетних, оскільки на властивості байрачних ґрунтів впливають всі компоненти біогеоценозу, включаючи макро- і мікрокліматичні умови та видовий і кількісний склад ґрунтових сапрофагів і, передусім, дощових черв'яків.

Визначення мікоморфологічної структури досліджуваних ґрунтів засвідчило, що верхні гумусові горизонти мають дуже добру структурованість та гуміфікованість. Колір мікрошліфів темно-бурий, майже чорний, обумовлений гумусо-глинистою плазмою. Продукти гуміфікації і мінералізації надають ґрунтовій масі бурого відтінку і, таким чином, характеризують інтенсивність процесу розкладання. Деяка неоднорідність мікробудови обумовлена великою кількістю рослинних залишків. Різний ступінь гуміфікації, наявність повністю мінералізованих залишків, переважно мулевий тип гумусу вказують на високу швидкість та активність процесів розкладення рослинних залишків.

Особливості кліматичних умов і, як наслідок, відповідний флористичний склад та структура комплексу ґрунтових безхребетних зумовили більш сприятливі едафічні умови в типах лісу північного варіанта байраку (Dac) порівняно з типами (Dn) південного варіанта байраків. Це проявляється у вищій агрегованості ґрунтів, вищих показниках водостійкості структурних агрегатів, значнішій потужності гумусових горизонтів ґрунтових профілів на аналогічних ділянках схилів. Вміст гумусу в поверхневих горизонтах значної різниці не має. Тобто структурний та гумусовий стан кращий в ґрунтах північного варіанта.

Лісові чорноземи під обома варіантами байрачних лісів належать до багатогумусових ґрунтів.

Отже, вміст гумусу у верхніх горизонтах досліджуваних ґрунтів змінюється від середнього (степова цілина) до високого (байраки). Гумусовий горизонт на всіх пробних площах потужний, профільний розподіл гумусу поступово спадний. Ступінь гуміфікації органічних речовин змінюється від високого і дуже високого (байрак «Капітанівський» і степова цілина) до середнього (байрак «Військове»). Тип гумусу змінюється від гуматного (степова цілина, байрак «Капітанівський») до фульватно-гуматного (байрак «Військове»). Вміст негідралізованого залишку на 3 пробних площах низький і середній. Під впливом лісової рослинності в байраках гумусний стан ґрунтів покращується, а саме, загальний вміст та запаси гумусу в 20 см шарі змінюються від середніх до високих, а тип гумусу – від гуматного до фульватно-гуматного.

Отже, екологічні властивості едафотопів обох варіантів досліджуваних байраків мають значно вищі показники гумусового й агрегатного станів та водостійкості структурних агрегатів, ніж властивості еталонних чорноземів звичайних степової цілини.

Нашими дослідженнями встановлено, що байрачні ліси південно-східної України мають едафотопи з надзвичайно сприятливими для рослинності мікоморфологічними, фізичними і хімічними показниками. Для збереження та охорони байрачних лісів, які відіграють роль найважливіших ключових компонентів екологічної мережі південно-східної України, їх охорона і подальша діагностика повинні здійснюватися на державному рівні. Вважаємо за необхідне рекомендувати надати байраку «Капітанівський» статусу заповідного урочища як об'єкту природно-заповідного фонду та байраку «Військове» надати статусу заповідного урочища у складі Регіонального ландшафтного парку Солонянського району.

О. В. Василюк^{1,2}

ДОСВІД СТВОРЕННЯ НАБОРІВ ДАНИХ ЗА МАТЕРІАЛАМИ МАЛОДОСТУПНИХ ГЕРБАРНИХ КОЛЕКЦІЙ

¹*Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, м. Київ, Україна, vasyliuk@gmail.com*

²*ГО «Українська природоохоронна група», м. Васильків, Україна*

В Україні в різний час дослідники збирали гербарії рослин з метою документування флори різних територій, визначення видів тощо. В т.зв. «доцифровий» період гербарні збори становили переважну більшість всієї інформації про поширення рослин. На цей час в Україні закаталогізовано 59 гербарних колекцій, які сумарно володіють 4 359 925 одиницями зберігання (Шиян, 2011), хоча в дійсності гербарних колекцій значно більше. Переважно це гербарії наукових установ: інститутів, університетів, природних та біосферних заповідників і національних природних парків. На превеликий жаль, переважна більшість таких гербаріїв не мають виданих каталогів і є доступними для аналізу лише в разі натурального опрацювання дослідниками у фондах відповідних установ.

Сучасні формати зберігання даних роблять можливим створення цифрових копій гербаріїв або принаймні публікування наборів даних у світовій базі даних про біорізноманіття GBIF. Такі публікації дають доступ дослідникам з усього світу до опрацювання матеріалів гербаріїв, цитування (публікація набору даних є офіційною публікацією, що індексується в ORCID та має DOI). Такі набори даних є за своїм змістом публікацією табличних матеріалів визначеного зразку про задокументовані зустрічі біологічних видів, що мають дати, географічні координати і іншу атрибутивну інформацію.

На цей час лідируючими установами в Україні за публікуванням наборів даних за матеріалами гербарних колекцій є Державний природничий музей (м. Львів) (4 набори даних, 20 671 запис) (Novikov, 2023, Novikov та ін., 2023, Savytska та ін., 2024), Херсонський державний університет (1 набір даних, 7659 записів, на цей час процитовано в статтях Scopus 189 разів) (Kherson..., 2020) та біосферний заповідник «Асканія Нова» (1 набір даних, 6216 записів) (Shapoval, 2023). На жаль, більшість гербаріїв, що є на цей час носіями найбільших фондів гербарних зборів – не лише не публікують їх у відкритих базах, але й не мають впорядкованих каталогів.

Сьогодні, в умовах повномасштабної війни, гербарні колекції стали особливо вразливою частиною наукової спадщини України. Щонайменше 13 гербаріїв з числа 59 основних, опинились в окупації, або були знищені під час обстрілів або в інший спосіб (наприклад гербарій Українського Степового природного заповідника був спалений окупантами в печі ще взимку 2015 року, а гербарій Чорноморського біосферного заповідника НАНУ був знищений під час затоплення м. Гола Пристань водами Каховського водосховища). Вважаємо за необхідне перелічити зазначені гербарії, доступ до яких втрачено або які були знищені: Гербарій Біосферного заповідника «Асканія-Нова» імені Ф. Е. Фальц-Фейна НААН України (10 846 зразків), Гербарій Кримського природного заповідника (6500), Гербарій Чорноморського біосферного заповідника НАН України (5 500), Гербарій Донецького ботанічного саду НАН України (115 787), Гербарій Луганського національного аграрного університету (7 355), Гербарій кафедри ботаніки і садово-паркового господарства Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Б. Хмельницького (17 600), Гербарій макрофітів Світового океану Інституту біології південних морів ім. О.О. Ковалевського (25 200), Гербарій національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» (747), Гербарій Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського (39 000), Гербарій Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний університет» (45 000), Гербарій Кримського республіканського краєзнавчого музею (751), Гербарій Карадазького природного заповідника (11 245), Гербарій Нікітського ботанічного саду – Національного наукового центру (156 222). Перелічені гербарні фонди містили (або містять) загалом 441 753 одиниці зберігання, що становить 10,13 % від офіційно зареєстрованих гербарних фондів України, або 22,5 % всіх регіональних гербаріїв, що зберігаються поза науковими установами НАН України в Києві. Тож кожен п'ятий гербарний зразок, що зберігається поза фондами НАН України в Києві, постраждав внаслідок повномасштабного вторгнення російських військ в Україну. Слід згадати і те, що частково постраждало від обстрілів 10 жовтня 2022 року (Vasyliuk, 2022).

Особливою є історія порятунку у березні 2023 року гербарію Херсонського державного університету (23800 одиниць зберігання), який став однією з найяскравіших сторінок української

науки під час війни. На чолі з професорами університету, д-ром біол. наук Мойсієнком І. І. та д-ром біол. наук, чл.-кор. НАНУ Ходосовцевим О. Є. під час реальних обстрілів було проведено пакування та евакуацію гербарію з м. Херсон у безпечні регіони України.

На жаль, окрім безповоротної втрати гербаріїв Чорноморського біосферного і Українського степового природного заповідників, також був повністю знищений під час атаки російських військ на м. Тростянець гербарій ботаніка і лісознавця М. І. Бережного (Василюк, Пархоменко, 2023), що зберігався на базі зруйнованої Тростянецької лісодослідної станції (Пархоменко, 2023).

Згадані гербарії М. І. Бережного (знищений, був попередньо перезнятий) та Біосферного заповідника «Асканія-Нова» (знаходиться в окупації, був каталогізований) нами були підготовлені та опубліковані на GBIF. Інтерес до цих даних важно приховати, адже, наприклад, за період з 29 серпня 2022 року до 22 червня 2024 року відомості з гербарію М. І. Бережного були процитовані в 112 зарубіжних публікаціях у індексованих виданнях (Parkhomenko, Vasyliuk, 2022). Тож ці відомості, хоч і мають ретроспективний характер і є по суті інформацією про вже неіснуючий гербарій, є при цьому важливими, затребуваними в світі даними.

Цим коротким повідомленням ми прагнемо поширити знання про можливості публікування наборів даних на GBIF за матеріалами гербарних колекцій. Порятунком наукової спадщини у військовий час, а також діджиталізація існуючих, але недоступних світові, наукових відомостей, є важливою в сучасних реаліях.

Підготовка та публікування наборів даних саме за гербарними матеріалами вимагає особливого підходу і значно відрізняється від набрів даних, наприклад, підготовлених за результатами сучасних експедицій. Для прикладу, готуючи до публікації набір даних (Vasyliuk, Parkhomenko, 2023) за матеріалами колишнього гербарію Кафедри ботаніки КНУ ім. Тараса Шевченка (збори 1935–2007; кафедра ліквідована у 2016 році), ми зіштовхнулись з широким спектром викликів. На момент опрацювання гербарію та його часткового каталогу в ньому містились гербарні матеріали загальним обсягом майже 60 тис. аркушів. Як збір, так і опрацювання гербарію протягом десятиліть здійснювались великою кількістю як студентів, так і співробітників кафедри. Проте, коли ми розпочали роботу з оцифровки даних гербарію, на жаль, більшість етикеток гербарію виявились оформлені таким чином, що неможливо встановити місце, де відбувався збір. Лише 11 % картотечних записів дозволили визначити локалітети, більшість з яких становили околиці відомих населених пунктів і топоніми з території заповідників, які традиційно є місцем ботанічних досліджень в Україні. Багато таких топонімів не є офіційними і поширені лише серед викладачів і студентів університету. Тому, з одного боку, такі топоніми вказують на дуже чіткі місцевості, а з іншого встановити їх точне значення є складним завданням для працівників і студентів інших установ. Серед визначених нами місцевостей є місця проходження студентської практики 1950-х років, які вже затоплені водами Канівського водосховища. Це, наприклад, урочища «Тричелів острів» (Василюк, Протопопова, Шиндер, 2023) та «Козацький шпиль». Аналіз картотеки гербарію також виявив велику кількість варіантів запису одних і тих же локалітетів. Крім того, при оформленні гербарних етикеток (очевидно, після повернення з практики) було допущено велику кількість помилок у топонімах та назвах населених пунктів, що не дозволило достовірно визначити місця значної кількості зустрічей. У результаті ми визначили приблизні географічні координати (в різних випадках було обрано різну атрибутивну інформацію для колонки «точність даних» у даному наборі) лише 11 % фондів, які можна подати як надійний набір даних. Додатковою проблемою є відсутність визначення багатьох зразків. Ця проблема поширена в більшості гербаріїв України. Таким чином, публікація гербарних фондів на GBIF передбачає також певну верифікацію та обрання валідного кластера зразків, що може бути ідентифікований як за таксонами, так і за географічними координатами. Протягом першого року після опублікування даного набору даних його було процитовано 111 разів.

Автори готові надавати консультаційну допомогу дослідникам з України, що прагнуть опублікувати власні набори даних на GBIF та зробити їх доступними для цитування науковцями з усього світу.

Список використаних джерел

Василюк О. В., Пархоменко В. В. Оцифрування та публікування каталогів гербаріїв: досвід порятунку гербарію М.І. Бережного. Сучасні фітосозологічні дослідження в Україні // Збірник

наукових праць з нагоди вшанування пам'яті видатного фітосоколога, д.б.н., проф. Т.Л. Андрієнко-Малюк (1938–2016 рр.). – Вип. 6. – К.: Талком, 2022. – С. 19–23.

Василюк О. В., Протопопова В. В., Шиндер О. І. Історичні відомості про флористичне різноманіття урочища «Гримчилів (Тричелів) острів» у східних околицях м. Ржищів Наукові праці Екологічної дослідницької станції «Глибокі Балики». Біорізноманіття Ржищівської міської об'єднаної територіальної громади / за ред. А. Куземко, Ю. Куцоконь, О. Василюка. – Вип. 2. – Чернівці: Друк Арт, 2023. – С. 139–145.

Гербарії України. Index Herbariorum Ucrainicum / Редактор-укладач Н. М. Шиян. – Київ, 2011. – 442 с.

Пархоменко В. В. Михайло Іванович Бережний (1924–2021): ботанік-лісознавець за покликом серця. Серія: «Conservation Biology in Ukraine». – Вип. 28. – Чернівці: Друк Арт, 2023. – 408 с.

Kherson State University. Kherson State University herbarium (KHER), Department of Botany. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/7c7xxz> accessed via GBIF.org on 2024-06-22.

Novikov A. (2023). Rare, relict, range-limited, and problematic plant taxa in the Ukrainian Carpathians and adjacent territories. Version 1.2. State Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/9y2my2> accessed via GBIF.org on 2024-06-22.

Novikov A, Nachychko V, Kuzyarin O, Susulovska S (2024). LWS herbarium. Vascular plants. Version 1.12. State Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/58zxna> accessed via GBIF.org on 2024-06-22.

Novikov A, Sup-Novikova M (2023). Endemic vascular plants of the Ukrainian Carpathians. Version 1.7. State Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/5hrh87> accessed via GBIF.org on 2024-06-22.

Parkhomenko V, Vasyliuk O (2022). Plants of Ukrainian flora from collections of M. I. Berezhnyj. Version 1.3. Ukrainian Nature Conservation Group (NGO). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/r25pq7> accessed via GBIF.org on 2024-06-22.

Savytska A, Ragulina M, Serediuk H (2024). LWS herbarium. Non-vascular plants. Version 1.5. State Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/2vyggv> accessed via GBIF.org on 2024-06-22.

Shapoval V (2023). Materials of the herbarium of the Falz-Fein Biosphere Reserve “Askania Nova” of National Academy of Sciences of Ukraine. Version 1.1. Ukrainian Nature Conservation Group (NGO). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/x4a5df> accessed via GBIF.org on 2024-06-22.

Vasyliuk O, Marushchak O, Zinkovskyi A (2023). Some botanical researches of the Faculty of Biology of Taras Shevchenko national university of Kyiv (1930s-2000s). Version 1.7. Ukrainian Nature Conservation Group (NGO). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/q5y5ax> accessed via GBIF.org on 2024-06-22.

Vasyliuk O. Biology in Bomb Shelters. Ukraine War Environmental Consequences Journal, 2022. – Issue № 8. – Pp. 9–14.

О. О. Дідур, І. А. Іванько

ЕКОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ ЯКОСТІ ТА СТІЙКОСТІ ҐРУНТУ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ – ОБ’ЄКТІВ ЗЕЛеноЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТ

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна, didur@ua.fm

Світова проблема урбанізації полягає в швидкому та некерованому зростанні міського населення та розвитку міст. Так, процес урбанізації прискорився за останні 60 років, у результаті чого понад 50 % населення світу проживає в містах (Cubino et al., 2015; Vasquez, Wood, 2022). Одним із основних аспектів цієї глобальної проблеми є надмірне забудовування території та забруднення довкілля (Mng'ong'o et al., 2021), що в підсумку призводить до втрати наземних екосистем, які становлять природний капітал, зокрема ґрунтів, лучних і лісових екосистем (Macías et al., 2020), а також біологічного різноманіття в цілому (Briassoulis, 2019; Vieira et al., 2023). Як акцентує Morel et al. (2017), з 1950-х років площа земель, яка перетворена людиною, збільшилася на 78 % від всієї площі міст у Європі. Ці дослідники відмічають, що до 2050 року в містах проживатиме майже 70 % людства та близько 2,3 % європейської території зараз запечатано.

Іншим аспектом проблеми урбанізації, як наслідок її пришвидшених темпів, є недостатність на території міст і мегаполісів об’єктів зеленої інфраструктури (Tessema, Abebe, 2024). В оптимізації екологічної обстановки великих населених пунктів та запобіганні явищам опустелювання важливу роль відіграє реалізація проектів збільшення кількості зелених зон у містах – створення парків, скверів, бульварів, алей тощо, компонентом яких є зелені деревні насадження (Liu et al., 2023) як провідний чинник стримання глобальних змін клімату та проявів опустелювання (Krause et al., 2017). Отже, зелена інфраструктура міст все більше набуває соціокультурного, економічного та екологічного значення для гарантування екологічної безпеки міського середовища та комфортних умов життя міського населення.

Крім того, сучасні тренди глобалізації, як наслідок швидких темпів урбанізації, зумовлюють неухильне зростання у дендрофлорі урбоекосистем частки чужорідних видів, які становлять основу видового багатства та дендрологічного різноманіття міст (Marinšek et al., 2022). Чужорідні види на рівні з автохтонними видами повноцінно виконують широкий спектр екосистемних сервісів, а саме послуги з регулювання, культурні та соціальні послуги, послуги підтримання екосистем (Schlaepfer et al., 2020). Для міського середовища та безпосередньо містян актуальними є екосистемні сервіси зі зменшення забруднення довкілля, підтримання біорізноманіття, поглинання та депонування карбону, регулювання мезо- та мікроклімату, водного стоку та збереження ґрунтів (Bidolakh, Kolesnichenko, 2023). Нині деревно-чагарниковим насадженням міст все більше приділяють увагу як дійовим агентам стримування та протидії наслідкам глобальних кліматичних змін (Zölch et al., 2016; Hardin, Jensen, 2007), що зумовлює необхідність всебічної оцінки потенційних можливостей інтродукованих деревних видів у реалізації кліматорегулювальних функцій. Також, однією з найбільш важливих регулювальних екосистемних послуг деревно-чагарникової рослинності в урбоекосистемах є очищення повітря від забруднювачів, у тому числі токсичних елементів-металів, шляхом поглинання надземними органами, що потребує розвитку уявлень щодо ролі деревних інтродуцентів у процесах оптимізації стану атмосферного повітря міст (Zeider et al., 2021).

Між зеленими насадженнями та міськими ґрунтами існують екосистемні зв’язки, які з одного боку зумовлюють стан життєвості дерев, а з іншого проявляються у позитивному впливу деревної рослинності на властивості ґрунтів урботериторій (Straigytė et al., 2019; Kang et al., 2023). Так, наприклад, Camroni et al. (2023) відмічають, що взаємодія ґрунту і рослин лісових екосистем має прямий вплив на доступність поживних речовин для рослин, зумовлює специфіку обміну речовин у ґрунті. Finlay та Thorn (2019) показали, що мікробіологічні процеси в ґрунті відіграють ключову роль у живленні рослин, впливаючи на родючість ґрунту, розкладання рослинних решток, кругообіг мінералів і органічних речовин. Probst et al. (2023) зазначають, що мікробні взаємодії є одним із провідних чинників функціональності ґрунту і можуть змінюватися залежно від умов навколишнього середовища, таких як доступність поживних речовин і рН ґрунту. Дослідженнями Zhao та Li (2013) та Rai et al. (2018) виявлено, що мікробна біомаса та активність різних ферментів чутливі до антропогенних змін у ґрунті. У зв’язку з цим, широкий видовий спектр дендрофлори дозволяє випробувати їх у різних локально-ґрунтових умовах міста з метою виявлення потенціальних перспективних видів у системі деревний інтродуцент – буферні властивості ґрунту – спрямованість мікробіологічних процесів.

Ґрунти вважають одним із найцінніших природних ресурсів для країн, де основи людського життя в основному базуються на їхній придатності для сільського господарства та інших видів антропогенної діяльності (Saleh et al., 2021). Ґрунт – це також біогенна ланка природи, насичена численною і різноманітною біотою (Frazaoa et al., 2019; Yakovenko, Zhukov, 2021). Важливою ознакою ґрунту є його якість. Концепція якості ґрунту отримала широке визнання серед дослідників та використовується для оцінки ґрунту різних екосистем, зокрема природних лісів, пасовищ, сільськогосподарського призначення тощо.

Суттєвою характеристикою якості ґрунту є його біогенний потенціал, який визначається різноманіттям ґрунтової мікробіоти, її біологічною активністю, співвідношенням еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері, спрямованістю мікробіологічних процесів (Andreiuk et al., 2001; Vanerjee et al., 2024), родючістю (Seifu, Elias, 2018; Jalhoum et al., 2024), ґрунтовою буферною здатністю (Трускавецький, 2003; Bartmiński et al., 2012; Didur et al., 2019).

Відомо, що в урбоекосистемах ґрунтовий покрив піддається значним трансформаційним процесам, які призводять до зміни кількісних і якісних морфологічних ознак, фізичних, хімічних та екологічних властивостей: порушення його профілю, ущільнення кореневого шару та обмеження об'єму розвитку кореневої системи рослин, низьку родючість (виснаження живильних речовин, гумусу, мікроелементів), забруднення важкими металами та іншими токсикантами (Probst et al., 2023), зміна кислотності та лужності, скорочення різноманіття ґрунтової мікрофлори та ґрунтових безхребетних (Дідур та ін., 2017), втрати родючості в цілому. Такі наслідки зумовлюють зниження продуктивності та стійкості зелених насаджень паркових територій. У зв'язку з цим для урбанізованої території, особливо для паркових зон, зокрема їх зеленої інфраструктури, виникає гостра потреба оцінки якості ґрунту і створення умов для поліпшення його екологічних властивостей.

У контексті відтворення й оптимізації екологічних властивостей ґрунту урбоекосистем індикаторними їх характеристиками можуть слугувати буферна здатність ґрунту (Bartmiński et al., 2012; Movsesian, Myslyuk, 2017) та спрямованість ґрунтових мікробіологічних процесів (Mónok et al., 2021). Буферні системи ґрунту та їхні механізми забезпечують стабільність його основної інтегральної функції – родючості. Частіше під буферністю розуміють здатність ґрунту протистояти змінам його актуальної реакції під впливом різних факторів. Це так звана кислотно-основна буферність (рН-буферність) (Трускавецький, 2003; Kissel et al., 2012). Mónok et al. (2021) акцентує, що використання мікробіологічного аналізу, наприклад, для оцінки якості ґрунту є надзвичайно важливим, оскільки ґрунтові мікроорганізми відіграють ключову роль у багатьох функціях ґрунту, таких як кругообіг поживних речовин, розкладання органічної речовини та регулювання біорізноманіття. Отже, з'ясування взаємодії елементів зеленої інфраструктури паркових територій – буферної здатності та різних екологічних мікробіологічних груп, що визначають мікробіологічну спрямованість в ґрунті, є актуальним і сприятиме системному плануванню зеленої інфраструктури урбоекосистем.

Нами визначено взаємозв'язок буферної здатності ґрунту як захисного механізму збереження потенціалу родючості едафотопу та екологічних мікробіологічних груп у ґрунтах зеленої інфраструктури паркових зон на ділянках з різними насадженнями інтродукованих деревних порід.

Матеріал для дослідження відібрано на території міста Дніпро (Україна) в межах двох парків – центральному парку культури та відпочинку ім. Т. Г. Шевченка (площа 45 га), що знаходиться на його правому березі та в межах парку, та парку, який знаходиться в мінімальній близькості (236 м на південний захід) до парку ім. Т. Г. Шевченка (площа 14 га). Для з'ясування рН-буферної здатності ґрунтів паркової зони зразки ґрунту були зібрані з його верхнього шару (0–20 см) під кронами інтродукованих листяно-декоративних деревних видів (віком 25–30 років), таких як *Acer negundo*, *Acer saccharum*, *Aesculus hippocastanum*, *Ailanthus altissima*, *Celtis occidentalis*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Gleditsia triacanthos*, *Gymnocladus dioica*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia*, *Styphnolobium japonicum*, *Ulmus pumila*.

Досліджені паркові ділянки з інтродукованими деревними рослинами в умовах мегаполісу за класифікацією WRB представлені такими ґрунтами як Hortic Anthrosols (Loamic, Eutric) (парк культури та відпочинку ім. Т. Г. Шевченка) та Hortic Anthrosols (Siltic, Eutric) (міні-парк, який розташований у безпосередній близькості до парку ім. Т. Г. Шевченка).

У процесі вивчення ґрунтової буферної здатності встановлено, що ґрунти мають більшу буферну ємність (загальну та у кислотному діапазоні) до підкислення, ніж до підлугування (в 3,1 та 1,5 рази відповідно), що свідчить про їх більшу стійкість у разі кислотного навантаження. З'ясовано, що у верхньому шарі ґрунтів, які знаходяться під кронами дерев, чисельність амоніфікувальних, оліготрофних і

педотрофних ґрунтових мікроорганізмів більша, ніж у ґрунтах ділянок без деревної рослинності. Цей факт указує на позитивну роль інтродукованої деревної рослинності у мікробіологічних процесах, які обумовлюють баланс розкладання в ґрунті відмерлої рослинної речовини та дегуміфікації. Для вивчених міських паркових ґрунтів, що зазнають вплив інтродукованих видів дерев, виявлено слабку кореляцію між буферною ємністю у лужному діапазоні та кількістю амоніфікувальної мікробіоти.

Методами багатомірного факторного аналізу встановлено ефект трьох латентних факторів, які пояснюють 83,8 % загальної дисперсії експериментальних даних. Із першим фактором (42,1 % дисперсії набору даних) сильно корелюють показники буферності, з другим і третім (відповідно 29,8 і 11,9 % дисперсії) – мікробіологічні характеристики. Корельовані ознаки утворюють систему, в якій пов'язані фізико-хімічні та мікробіологічні показники, та які можна застосовувати для індикації ґрунтових процесів і визначення якості та стійкості ґрунту паркових територій.

Резюмуючи, ми підтвердили позитивний зв'язок інтродукованої деревної рослинності з мікробіологічними процесами, встановили більшу стійкість досліджених ґрунтів у разі кислотного навантаження, ніж до підлугування, ідентифікували вивчені ґрунти за міжнародною класифікацією WRB.

В. А. Горбань

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ДІЕЛЕКТРИЧНА ПРОНИКНІСТЬ ЕДАФОТОПІВ БАЙРАЧНИХ ЛІСІВ ПІВДЕННОГО ВАРІАНТУ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна, vad01@ua.fm

Байрачні лісові екосистеми поширені в зоні справжніх різнотравно-кострицево-ковилових степів (Божко, 2007). Вплив природної лісової рослинності на чорноземні ґрунти призводить до формування чорноземів лісових, які відрізняються від зональних чорноземів підвищенням структурованості, ємності поглинання, збільшеним вмістом органічних речовин, зниженням лінії скипання карбонатів, своєрідними фізичними властивостями (Белова, Травлев, 1999; Білова та ін., 2016).

Можливість формування чорноземів під природною ліською рослинністю доводиться результатами досліджень також європейських вчених – E. Eckmeier et al. (2007), B. Strouhalová et al. (2019), P. Radu Gabriel (2013), J. Lasota et al. (2019), J. Kobza, B. Pálka (2022) та ін. При проведенні досліджень цих ґрунтів основна увага приділяється вивченню вмісту органічних речовин та поживних речовин, їх фізико-хімічних властивостей. При цьому властивості, зокрема електрофізичні, які мають важливе значення при оцінці фізичних характеристик ґрунтів (Бедернічек та ін., 2009), залишаються практично не встановленими.

До основних електрофізичних властивостей ґрунту належать електропровідність, діелектрична проникність та магнітні властивості (Горбань, 2006). Електропровідність характеризує здатність ґрунту пропускати електричний струм під впливом електричної напруги і визначається переважно наявністю в ґрунті вільних електронів та його зволоженням (Гамкало, 2012). Діелектрична проникність характеризує здатність ґрунту формувати електроємність, його поляризацію і залежить від складу ґрунту та його щільності, мінералогічного складу, вмісту вологи, вмісту солей (Gao et al., 2024; Ouhadi, & Goli, 2024).

Метою нашої роботи є оцінка електрофізичних властивостей та діелектричної проникності едафотопів байраків південного варіанта степової зони України.

Дослідження електрофізичних властивостей виконували з використанням ґрунтових зразків, відібраних з 5 пробних площ, закладених в байраку Військовому (Дніпровський р-н, Дніпропетровська обл.).

Пробна площа 1 розташована у верхній третині схилу 2–3° північної експозиції на ділянці степової цілини. Ґрунтовий профіль: Н1 (0–10 см) + Н2 (10–38 см) + НРк (38–70 см) + Рк (70–150 см). Ґрунт – чорнозем звичайний карбонатний середньогумусовий середньосуглинистий на лесах.

Пробна площа 2 розташована в середній третині схилу 3° північної експозиції. Ґрунтовий профіль: Н1el (0–10 см) + Н2el (10–30 см) + Н3el (30–50 см) + Нil (50–100 см) + Phil (100–150 см) + Р (150–170 см). Ґрунт – лісовий чорнозем сильновилугований середньолесивований середньогумусовий легкосуглинковий на делювіальних відкладах.

Пробна площа 3 розташована розташована на дні тальвегу. Ґрунтовий профіль: Н1el (0–10 см) + Н2el (10–40 см) + Н3el (40–70 см) + Нil (70–100 см). Ґрунт – лучно-лісовий чорноземоподібний сильновилугований середньогумусовий легкосуглинковий на делювіальних відкладах.

Пробна площа 4 розташована в середній третині схилу 16° південної експозиції. Ґрунтовий профіль: Н1el (0–10 см) + Н2el (10–34 см) + Н3el (34–54 см) + Нil (54–92 см) + Phkil (92–120 см) + Рк (120–150 см). Ґрунт – чорнозем лісовий вилугований середньолесивований середньогумусовий середньосуглинковий на лесах.

Пробна площа 5 розташована у верхній третині схилу 14° південної експозиції на безлісовій степовій ділянці. Ґрунтовий профіль: Н1 (0–10 см) + Н2 (10–36 см) + Н3 (36–66 см) + НРк (66–84 см) + Рк (84–150 см). Ґрунт – чорнозем звичайний середньовилугований середньогумусний середньосуглинковий на лесах.

Визначення діелектричної проникності ґрунтів виконували з використанням цифрового вимірювача ємності СМ-9601А та конденсатору циліндричної форми, виготовлений з оргскла (Горбань, 2017). Питомий електричний опір ґрунтів досліджували шляхом вимірювання сили струму та напруги у пастах за допомогою чотирьохелектродного датчика (Pozdnyakov, 2008). Питому електропровідність, мінералізацію та солоність визначали в водній суспензії ґрунту (1:5) за допомогою кондуктометру-солеміру-термометру Ezodo-7021 (Дегтярьов, 2014).

В результаті дослідження діелектричної проникності едафотопів байраку Військового встановлено, що її мінімальні величини пов'язані з верхніми горизонтами, з глибиною спостерігається зростання її величин. Мінімальні величини діелектричної проникності едафотопів виявлено у верхніх горизонтах чорноземів лісових північної та південної експозицій (9,59 та 12,01 відповідно). Максимальні величини діелектричної проникності виявлено в чорноземах звичайних північної та південної експозицій (33,65 та 40,43 відповідно). Отримані результати свідчать про пряму залежність діелектричної проникності едафотопів від особливостей їх структурно-агрегатного складу, при цьому менші величини діелектричної проникності відповідають кращому структурно-агрегатному складу едафотопів (Gorban et al., 2024).

Максимальна величина питомого електричного опору верхніх горизонтів досліджених едафотопів виявлена в чорноземі звичайному північної експозиції (4,49 Ом*м), мінімальна – в лучно-лісовому ґрунті тальвегу (2,59 Ом*м). Збільшеними величинами питомої електропровідності відрізняються верхні горизонти чорнозему звичайного та чорнозему лісового північної експозиції (202 та 208 мкСм/см відповідно) порівняно з чорноземом звичайним та чорноземом лісовим південної експозиції (173 та 162 мкСм/см). Отримані результати свідчать про більш інтенсивне вимивання з верхніх горизонтів едафотопів водорозчинних сполук в умовах північної експозиції порівняно з едафотопами в умовах південної експозиції. Максимальні величини питомої електропровідності виявлено в нижніх горизонтах Н3е1 та Ні1 лучно-лісового ґрунту тальвегу (839 та 955 мкСм/см відповідно). Виявлені величини питомої електропровідності свідчать про прояв в даному едафотопі процесів засолення. Це додатково підтверджується максимальними величинами мінералізації (612 та 741 мг/кг відповідно) та солоності (491 та 589 мг/кг) горизонтів Н3е1 та Ні1 лучно-лісового ґрунту тальвегу порівняно з іншими досліджуваними едафотопами.

Таким чином, чорноземи лісові характеризуються зменшеними величинами діелектричної проникності, питомого електричного опору, питомої електропровідності, мінералізації та солоності порівняно з чорноземами звичайними. Чорноземи, розташовані на схилі північної експозиції байраку, відрізняються меншими величинами діелектричної проникності та більшими величинами питомого електричного опору, питомої електропровідності, мінералізації та солоності порівняно з чорноземами, розташованими на схилі південної експозиції. Встановлено, що діелектрична проникність може бути використана для діагностування процесів ущільнення едафотопів, зумовлених зміною структурно-агрегатного складу в чорноземних ґрунтах лісових байрачних лісів степової зони України.

Список використаних джерел

Бедернічек Т. Ю., Копій С. Л., Партика Т. В., Гамкало З. Г. Електропровідність, як експрес-індикатор йонної активності едафотопу лісових екосистем // Біологічні системи. – 2009. – № 1.1. – С. 85–89.

Білова Н. А., Яковенко В. М., Стрижак О. В. Мікроморфологія лісових ґрунтів степової зони України // Біогеоценологічні дослідження лісів степової зони України. – Дніпро: Свідлер А.Л., 2016. – С. 5–19.

Божко К. М. Еколого-біологічна і ґрунтово-геоботанічна характеристика південного варіанта байрачних лісів південно-східної України // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Вип. 11. – 2007. – С. 75–89.

Гамкало З. Г., Бедернічек Т. Ю., Партика Т. В., Партем Ю. П. Питома електропровідність водних суспензій ґрунту як експрес-критерій ґрунтової діагностики // Біологічні системи. – 2012. – № 4(1). – С. 16–19.

Горбань В. А. Фізичний стан ґрунтів як екологічний фактор // Ґрунтознавство. – 2006. – Т. 7, № 3-4. – С. 102–111.

Горбань В. А., Гуслистий А. О., Мандригеля М. В., Погрібняк В. О. Вплив лісової рослинності на діелектричну проникність та електрофізичні показники чорноземів // Ґрунтознавство. – 2017. – Т. 18, № 1-2. – С. 38–45.

Дегтярьов Ю. В. Електропровідність водних суспензій чорноземів типових під різними фітоценозами // Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство». – 2014. – № 1. – С. 42–48.

Eckmeier, E., Gerlach, R., Gehrt, E., & Schmidt, M. W. I. (2007). Pedogenesis of Chernozems in Central Europe – A review. *Geoderma*, 139(3–4), 288–299.

Gao, L., Song, X., Li, X., Ma, J., Leng, P., Wang, W., & Zhu, X. (2024). An Enhanced Saline Soil Dielectric Constant Model Used for Remote Sensing Soil Moisture and Salinity Retrieval. *Remote Sensing*, 16(3), 452.

Gorban, V. A., Bilova, N. A., Poleva, J. L., Huslysty, A. O., Kotovych, O. V., & Hunko, S. O. (2024). The influence of forest vegetation on the physical properties of chernozems in the steppe zone of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 32(1), 3–11.

Kobza, J., Pálka, B. (2022). Black soils outside of the INBS criteria in Slovakia. *Polish Journal of Soil Science*, 55(2), 67–77.

Lasota, J., Błońska, E., Łyszczarz, S., & Sadowy, A. (2019). Forest habitats and forest types on chernozems in south-eastern Poland. *Soil Science Annual*, 70(3), 234–243.

Ouhadi, V. R., & Goli, M. (2024). Pore Fluid Dielectric Constant Effect on Geotechnical and Geo-Environmental Properties of Smectite and Kaolinite. *Soil and Sediment Contamination*, 1–23.

Pozdnyakov, A. I. (2008). Electrical parameters of soils and pedogenesis. *Eurasian Soil Science*, 41(10), 1050–1058.

Radu Gabriel, P. (2013). Investigation of soil properties and spatial distribution in relation with archaeological sites in Ruginoasa-Strunga Saddle, NE Romania. *SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference EXPO Proceedings*.

Strouhalová, B., Ertlen, D., Šefrna, L., Novák, T. J., Virágh, K., & Schwartz, D. (2019). Assessing the vegetation history of European chernozems through qualitative near infrared spectroscopy. *Quaternaire*, 30/3, 227–241.

В. Б. Небесний¹, Г. А. Гродзинська¹, І. К. Тесленко¹, С. С. Дугін²

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ У МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ

¹Інститут еволюційної екології НАН України, м. Київ, Україна, nebvit@gmail.com

²Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України,
м. Київ, Україна, casre@casre.kiev.ua

Quercus robur L. відіграє виключно важливу роль у формуванні, структурі та функціонуванні лісових та лісостепових екосистем (включаючи паркові зони), підтримуючи їх біорізноманіття, життєздатність та стійкість.

Однак погіршення якості навколишнього середовища внаслідок численних техногенних впливів (зростання промислових відходів і транспортного навантаження, воєнних дій, радіаційних та токсичних викидів) викликає порушення екосистем, внаслідок чого відбувається значне ослаблення масивів *Q. robur* (дубових деревостанів) цілим комплексом фітопатогенів, що спричиняє їх деградацію та призводить до загибелі.

Для оцінки та моніторингу стану лісових та лісопаркових екосистем у багатьох країнах світу широко використовують геоінформаційні технології та методи дистанційного зондування Землі (Huete, 2012; Shahtahmassebi et al., 2021). Серед них базовим є спектрофотометричний метод дослідження відбивних характеристик рослинного покриву, ефективно застосований авторами у попередніх дослідженнях (Nebesnyi et al., 2014, 2015, 2016, 2018, 2020, 2023).

Внаслідок забруднення атмосферного повітря і ґрунту відбуваються зміни пігментного складу рослин, що проявляється в змінах спектральних відбивних характеристик листків. Низкою досліджень доведено існування залежності між зміною оптичних параметрів та фізіологічним станом рослин. Зокрема, встановлено, що спектральні коефіцієнти відбиття зелених листків корелюють із рівнем їхньої фотосинтетичної активності. Оскільки процес фотосинтезу дуже чутливо реагує на вплив факторів зовнішнього середовища, тому за зміною його інтенсивності можна визначати реакцію рослин на стресори, зокрема й на забруднення повітря та ґрунтів. Комплексний аналіз змін цих параметрів може слугувати основою для розроблення дистанційних методів діагностики стану та моніторингу паркових екосистем.

Мета досліджень полягала в оцінюванні особливостей і зміни спектральних відбивних характеристик листків дуба звичайного (*Q. robur* L.) ранньої та пізньої феноформ в умовах техногенного забруднення, рекреаційного навантаження та ураження фітопатогенами.

Об'єктом нашого дослідження було обрано один із найстаріших лісових масивів Європи, розташований у межах сучасного Києва – грабову діброву, що є основою парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія». Тут на площі 107 га зростає понад 4600 дерев *Q. robur*.

З метою оцінки ступеню ураження фітопатогенами листків *Q. robur* L. упродовж 2019–2023 рр. виконані спектрофотометричні дослідження їх відбивних характеристик на дослідних ділянках ППСПМ «Феофанія». Були обрані близько двадцяти модельних дерев різних феноформ вздовж профілю від центрального входу до парку в напрямку до каскаду озер нижньої частини парку.

Наземні вимірювання спектральних відбивних характеристик (спектральних коефіцієнтів відбиття (R)) листків *Q. robur* виконано польовим портативним спекторадіометром ASD FieldSpec® 3FR (США), з робочим спектральним діапазоном від 350 до 2500 нм.

Дистанційні дослідження деревостанів *Q. robur* центральної частини парку виконані мультиспектральною камерою, встановленою на БпЛІА DJI Phantom 4 Multispectral у п'яти спектральних діапазонах: синьому (B) – 450 нм ± 16 нм; зеленому (G) – 560 нм ± 16 нм; червоному (R) – 650 нм ± 16 нм; червоного краю (RE) – 730 нм ± 16 нм; ближньому інфрачервоному (NIR) – 840 нм ± 26 нм та видимому RGB; роздільна здатність на місцевості складала 10 см. Обстежено біля двохсот дерев *Q. robur* різного віку.

У дослідженні використано п'ять вегетаційних індексів: $NDVI$, $GNDVI$, LCI , $NDRE$ та $OSAVI$. Їх вибір зумовлений тим, що мультиспектральна камера, встановлена на БпЛІА DJI Phantom 4 Multispectral, проводить знімання в п'яти смугах відбиття і автоматично обчислює ці індекси.

Нормалізований вегетаційний індекс $NDVI = (R_{840} - R_{650}) / (R_{840} + R_{650})$ – кількісний показник фотосинтетичної активності рослинності, мінімізує вплив умов освітлення, ґрунтового фону, орієнтації листків, метеорологічних факторів. Зелений нормалізований вегетаційний індекс

$GNDVI = (R_{730}-R_{560})/R_{730}+R_{560}$ відрізняється від $NDVI$ тим, що замість червоного спектру використовує зелений в діапазоні від 0,54 до 0,57 мкм. Це показник фотосинтетичної активності рослинного покриву, що найчастіше використовується при оцінці вмісту води і концентрації азоту в листках рослин. У порівнянні з індексом $NDVI$ більш чутливий до концентрації хлорофілу. Застосовується при оцінці пригніченої та старіючої рослинності. Індекс червоного краю $NDRE = (R_{840}-R_{730})/R_{840}+R_{730}$ є індикатором здоров'я та продуктивності рослинності, дає змогу точніше оцінити кількість хлорофілу в рослинному покриві в зоні червоного краю. Хлорофільний індекс $LCI = (R_{840}-R_{740})/R_{840}+R_{665}$ використовується для оцінки вмісту хлорофілу в зонах повного покриття листів. Оптимізований ґрунтовий вегетаційний індекс $OSAVI = (1+Y)*((R_{840}-R_{665})/(R_{840}+R_{665}+Y))$ призначений для обстеження молоді рослинності з урахуванням сильного впливу ґрунту до змикання покриву. $Y = 0,16$ – поправний коефіцієнт для врахування впливу яскравості ґрунту на вимірювання відбивної здатності. Зазначені індекси пов'язані з характерними довжинами хвиль спектрів поглинання основних рослинних пігментів. Вони максимально чутливі до будь-яких змін вмісту пігментів в листках і складають основу дистанційної діагностики екологічного стану рослинності.

Аналіз зміни спектральних відбивних характеристик листків *Q. robur* модельних дерев різних феноформ парку «Феофанія», проведених упродовж першої декади червня, другої декади липня та першої декади жовтня показав чітку тенденцію зміни цих характеристик упродовж вегетаційного періоду як за формою спектру відбиття, так і за значеннями обраних нами вегетаційних індексів. Найвищий рівень кореляційних зв'язків встановлено між вегетаційними індексами та загальною площею ураження листка (від -0,74 до -0,84), і площею ураження мінуючою міллю (від -0,68 до -0,91) у першій декаді червня; для липня ці показники дещо нижчі: від -0,51 до -0,76 і від -0,41 до -0,66 відповідно. У жовтні, в період максимального ураження, значення цих зв'язків зростають і становлять для загальної площі ураження – -0,61– -0,93; для ураження борошнистою россою – -0,41– -0,84; для некрозів – -0,78– -0,85. Слід відзначити, що характер ураження суттєво змінюється впродовж вегетаційного періоду і, вочевидь, залежить від особливостей метеорологічних факторів.

За результатами кластерного аналізу методом k-середніх досліджено структуру та характеристики розподілу *Q. robur* ППСІМ «Феофанія» за значеннями вегетаційних індексів. Приклад такого розподілу за індексом $GNDVI$ наведено на графіку (рис. 1), де вісь X – це ранги значень індексу в межах кожного кластера, вісь Y показує, які конкретні значення $GNDVI$

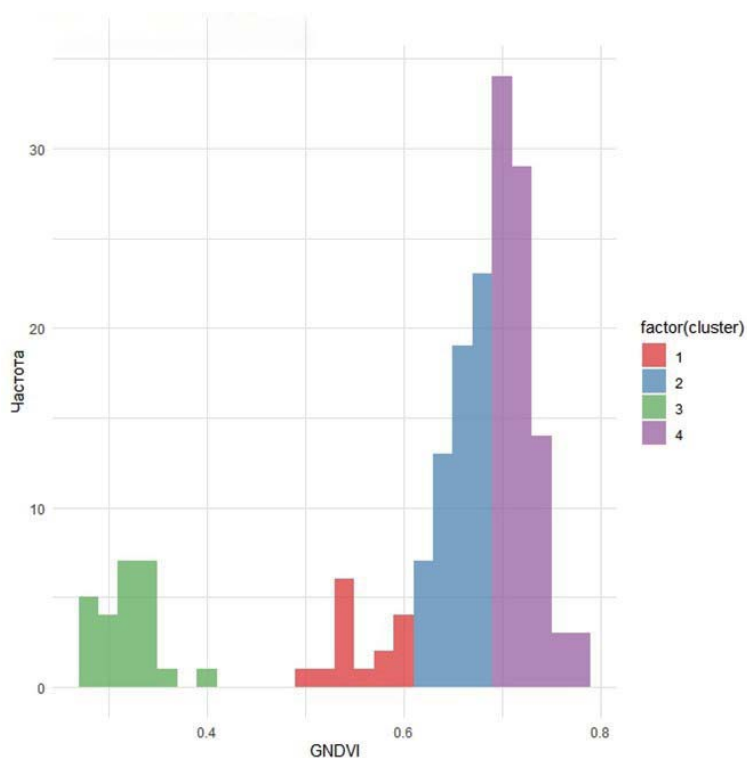


Рис. 1. Кластерний аналіз результатів дистанційного зондування *Q. robur* ППСІМ «Феофанія» за вегетаційним індексом $GNDVI$

відповідають кожному рангу в кожному кластері. Ранжування виконується всередині кожного кластера, починаючи з найменшого значення і закінчуючи найбільшим. Аналіз показав чіткий розподіл значень індексів на чотири кластера, що відповідають екологічному стану *Q. robur*. До першого відносяться сухі, чи майже сухі – 25 дерев; значно пошкоджені – 15; із пошкодженням, що складає до 30 % – 49; у задовільному стані (до 10 % пошкоджень) – 95.

Аналіз та інтерпретація результатів вимірювань, здійснених наземним спектро радіометром ASD FieldSpec 3 FR, і дистанційною аерознімальною мультиспектральною камерою DJI STS-VIS, встановленою на БПЛА, показали суттєвий кореляційний зв'язок між ними. Комбіноване застосування методів дистанційного зондування та наземної спектрофотометричної зйомки показали високу ефективність у визначенні чинників, ступеню та площі фітопатогенного ураження масивів *Quercus robur* L.

Проведене дослідження виявило чітку тенденцію зміни спектрофотометричних показників листків *Q. robur* в залежності від ураження фітопатогенами, техногенного забруднення та рекреаційного навантаження, і являє собою важливу складову оцінки стану паркових екосистем. Визначено, що методи дистанційного зондування для цієї оцінки є дуже перспективними через високу швидкість отримання результату, широту охоплення території і низьку собівартість.

Список використаних джерел

Небесний В. Б., Гродзинська Г. А. Оцінка техногенного забруднення м. Києва за спектральними відбивними характеристиками листків *Tilia cordata* (Tiliaceae) // Український ботанічний журнал. – 2015. – Т. 72, № 2. – С. 116–121.

Huete A. R. Vegetation Indices, Remote Sensing and Forest Monitoring. *Geography Compass*. – 2021. – 6(9), 513–532.

Nebesnyi V. B., Grodzinskaya A. A. Assessment of technogenic pollution of Kyiv (Ukraine) with spectral reflectal characteristics of *Tilia cordata* Mill. (Tiliaceae) leaves. *Environmental and Socio-economic Studies*. – 2014. – 2(4). – 38–42.

Nebesnyi V., Grodzinskaya A., Dugin S. Using Remote Sensing Methods in Bioindication of Urban Ecosystems. Abstract eBook: The 4rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity 2018 (03-06 July 2018, Kiev). – Kiev, 2018. – P. 421.

Nebesnyi V. B., Grodzinskaya A. A., Gonchar A. Yu., Konyakin S. M., Schur K. Yu. The use of *Tilia cordata* Mill. as bioindicator for the evaluation of the ecological state of Kyiv urbanized areas (Ukraine). *Journal of Medicinal Plants Studies*. – 2016. – 4(3). – 277–282.

Nebesnyi V. B., Grodzynska G. A., Dugin S. S. Estimation of oak plantations state of park ecosystems with spectrophotometric studies. *International Journal of Environmental and Ecology Research*. – 2023. – 5(1). – 1–7.

Nebesnyi V. B., Grodzynska G. A., Samchuk A. I., Dugin S. S., Honchar H. Yu. Spectrophotometric express Method in Bioindication of park ecosystems. *Sci. innov.* – 2020. – 16(4). – 74–82.

Shahtahmassebi A. R., Li C., Fan Y., Wu Y., Iin Y., Gan M., Wang K., Malik A., Blackburn G. A. Remote sensing of urban green spaces: a review. *Urban Forestry & Urban Greening*. – 2021. – 57. – 129946.

О. І. Лісовець

ФІТОІНДИКАЦІЯ ТА ОЦІНКА ПРИРОДНОСТІ І ГЕМЕРОБІЇ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ У БАЛКОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна,
lisovetselena@gmail.com*

Дослідження степів є важливим кроком для забезпечення екологічної стабільності та сталого розвитку України (Korotchenko, Peregrum, 2013; Moysiyyenko et al., 2022). Степові фітоценози, острівців яких небагато залишилося у степовому Придніпров'ї, є середовищем існування багатьох рідкісних та ендемічних видів рослин і тварин. Вивчення степових екосистем дозволяє виявляти ці види, оцінювати їх стан та розробляти стратегії для їх збереження. Через антропогенний вплив, зокрема інтенсивне землеробство, урбанізацію та індустріалізацію, площа степових екосистем значно скоротилася. Їх вивчення є необхідним для розуміння наслідків цих процесів та пошуку способів відновлення степових ландшафтів. Степи відіграють важливу роль у регулюванні клімату, вуглецевому циклі та водному балансі. Їх деградація може призвести до погіршення цих екосистемних послуг, що негативно вплине на екологічну стабільність регіону. Степова рослинність має високу здатність захищати ґрунт від ерозії. Деградація степів може спричинити посилення ерозійних процесів, що впливає на аграрні ландшафти та водні ресурси. Вивчення степових екосистем надає можливість глибше зрозуміти процеси, що відбуваються в природних і напівприродних середовищах, і тому має наукову цінність.

Нами проведені геоботанічні дослідження в Майорській балці (Дніпропетровська область, Україна) влітку 2023 року. На 289 пробних майданчиках розміром 4 × 4 м реєстрували всі види судинних рослин і їхнє проективне покриття. Для оцінки гемеробності було використано шкалу Frank & Klotz (1990). Оригінальні шкали були конвертовані шляхом обчислення напівсуми мінімальних і максимальних значень для кожного виду, а потім переведені в 100-бальну шкалу. Середньозважене значення оцінок гемеробності, з урахуванням прогнозованого рослинного покриву, було використано для характеристики гемеробності кожної вибірки (Yorkina et al., 2022). Типи соціальної поведінки рослин базуються на їхній ролі в угрупованнях. Вони відображають спосіб взаємодії рослини з оселищем і вказують на ступінь природності та інформативності цього зв'язку. За характеристиками видів, присутніх в угрупованні, можна оцінити екологічне різноманіття, стабільність, природність угруповання, заповнення екологічних ніш, регенеративний потенціал, а також рівень порушення, трансформації або відхилення угруповання від природного стану (Borhidi, 1995). Для аналізу природності кожної вибірки було застосовано середньозважене значення шкал типів соціальної поведінки з урахуванням проективного покриття рослин (Yorkina et al., 2022). Для створення цифрової моделі рельєфу були використані дані супутника Advanced Land Observation Satellite (ALOS) (www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/index.htm), з просторовою роздільною здатністю 12,5 метра. Ця модель була передискретизована до роздільної здатності 1 метр із застосуванням методу кригінгу (Susetyo, 2016). Завдяки цьому процесу вдалося отримати цифрову модель рельєфу, придатну для розрахунку похідних шарів, таких як індекс топографічної вологості та коефіцієнт ерозії (Zhukov et al., 2021).

В трав'яному покриві Майорської балки всього було зафіксовано 276 видів рослин, в тому числі 14 деревних, що були представлені проростками. В видовому багатстві серед 53 представлених родин переважають Asteraceae – 18,1 %, Poaceae – 11,2 %, Fabaceae – 9,8 %, Lamiaceae – 9,1 % (рис.1).

Аналіз показав, що рослинний покрив цієї території представлений шістьма класами рослинності. Найбільше видове різноманіття спостерігається у класі *Festuco-Brometea*, дещо менше – у класах *Molinio-Arrhenatheretea* та *Agropyretalia intermedio-repentis*. Найменша кількість видів відзначається в асоціаціях класів *Phragmito-Magnocaricetea*, *Galio-Urticetea* та *Onopordetalia acanthi*.

Степові угруповання *Festuco-Brometea* зустрічаються на найбільш віддалених ділянках від джерел антропогенного впливу, якими є схили балки. Асоціації *Festuco valesiacaе-Stipetum capillataе* зазвичай локалізуються у верхній частині схилів, тоді як асоціації *Stipo lessingianaе-Salvietum nutantis* та *Salvio nemorosae-Festucetum valesiacaе* – у середній частині схилів балки.

Залежність різноманіття рослинних угруповань від екологічних факторів та рівня антропогенного впливу виявилася досить виразною. Кореляційний аналіз показав, що кількість видів зменшується із збільшенням висоти рельєфу, топографічного індексу вологості, рівня зволоження,

вмісту азоту в ґрунті, індексу кріоклімату та рівня антропогенного навантаження (гемеробності) (табл. 1). Водночас кількість видів збільшується із підвищенням інсоляції, контрастності зволоження, лужності ґрунту, мінералізації ґрунтового розчину, вмісту кальцію та покращенням аерації ґрунту. Позитивний вплив на видове різноманіття мали також мікрокліматичні чинники, такі як термічний клімат, континентальність та освітленість. Негативний вплив мали омброклімат і кріоклімат.

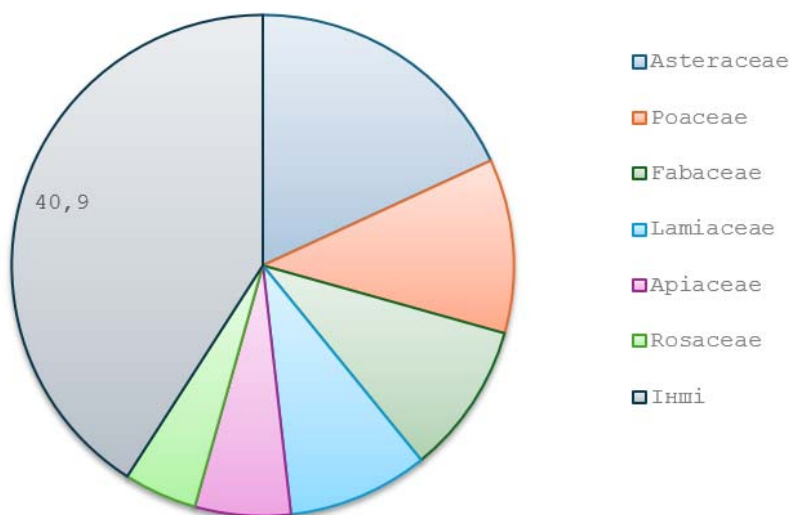


Рис. 1. Флористична структура трав'яного покриву Майорської балки

Кореляційні зв'язки між екологічними факторами та різноманіттям видів відрізнялися в межах різних синтаксонів. У класі *Festuco-Brometea* різноманіття збільшувалося з підвищенням вологості та її контрастності, а також мінералізації ґрунтового розчину, тоді як негативний вплив чинили континентальність і кріоклімат. У класі *Molinio-Arrhenatheretea* видове різноманіття зростало зі збільшенням вологості оселищ, але негативно реагувало на висоту над рівнем моря, інсоляцію, лужність ґрунту, кріоклімат і природність. Для угруповань *Phragmito-Magnocaricetea* видове різноманіття зменшувалося з висотою, але зростало зі збільшенням контрасту вологості та вмісту азоту в ґрунті. Зміст кальцію, навпаки, негативно впливав на різноманіття, тоді як природність угруповань мала позитивну кореляцію.

Угруповання порядку *Artemisietea vulgaris* відрізнялися за реакцією на екологічні фактори, тоді як для угруповань *Onopordetalia acanthii* було виявлено негативний вплив висоти рельєфу, інсоляції, вмісту розчинених солей і кальцію в ґрунті. Видове різноманіття цих угруповань також зменшувалося із збільшенням освітленості, проте зростало із підвищенням природності. Угруповання *Agropyretalia intermedio-gerentis* позитивно реагували на підвищення ерозійних ризиків, але негативно – на збільшення вологості, кріоклімату та гемеробності.

У штучних деревних насадженнях класу *Robinietea* видове різноманіття зменшувалося із зростанням висоти рельєфу та гемеробності, тоді як позитивна кореляція спостерігалася із фітоіндикаційними оцінками термічного клімату. Угруповання *Galio-Urticetea* позитивно реагували на рівень інсоляції, але негативно – на підвищення контрастності умов зволоження.

Практична цінність дослідження полягає в підтвердженні важливості використання показників гемеробності та природності для оцінки стану природних і напівприродних екосистем. Індикатори гемеробності широко застосовуються на урбанізованих територіях для моніторингу впливу антропогенної діяльності на довкілля. Це дослідження показало, що такі показники можуть бути ефективно використані для оцінки різних типів екосистем, навіть в умовах значної антропогенної трансформації ландшафтів степової зони України. Важливим висновком є те, що створення штучних лісових насаджень та полежахисних смуг у яружних системах є недоцільним, оскільки це спричиняє ерозійні процеси та сприяє поширенню інвазійних видів рослин, що негативно впливає на біорізноманіття і функціонування екосистем.

Таблиця 1

Кореляція кількості видів в угрупованні з геоморфологічними змінними, фітоіндикаційними оцінками факторів середовища, а також природністю та гемеробністю (наведено коефіцієнти кореляції, які є значущими для $P < 0,05$)

Змінна	Разом	<i>Festuco-Brometea</i>	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	<i>Phragmito-Magnocaricetea</i>	<i>Onopordetalia acanthii</i>	<i>Agropyretalia Intermedio-repentis</i>	<i>Robinetea</i>	<i>Galio-Urticetea</i>
Висота над рівнем моря, м	-0,28	–	-0,48	-0,85	-0,74	–	-0,69	–
Сонячна інсоляція, МВт-год/м ²	0,19	–	-0,41	–	-0,55	–	–	0,57
Індекс топографічного зволоження	-0,23	–	–	–	–	–	–	–
Індекс еродованості	0,16	–	–	–	–	0,47	–	–
Вміст продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, мм	-0,29	0,23	0,38	–	–	-0,57	–	–
pH у ґрунтовому розчині	0,31	0,36	–	0,43	–	–	–	-0,79
Вміст солей у ґрунтовому розчині (мкг/л)	0,24	–	-0,31	–	–	–	–	–
Вміст карбонатів, %	0,24	0,29	–	–	-0,66	–	–	–
Вміст азоту в ґрунті, г/кг	0,38	–	–	-0,48	-0,53	–	–	–
Аераційний отвір	-0,40	–	–	0,50	–	–	–	–
Радіаційний баланс	0,23	–	–	–	–	–	–	–
Коефіцієнт випарування	0,16	–	–	–	0,52	–	0,51	–
Континентальна шкала Іванова	-0,33	–	–	–	–	–	–	–
Середня температура найхолоднішого місяця року	0,29	-0,21	–	-0,59	–	–	–	–
Режим освітлення	-0,36	-0,33	-0,27	–	–	-0,51	–	–
Природність	0,30	–	–	–	-0,54	–	–	–
Гемеробія	0,28	–	-0,29	0,58	0,53	–	–	–

Список використаних джерел

- Borhidi A. (1995). Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora. *Acta Botanica Hungarica*. – 39. – 97–181.
- Frank D., & Klotz S. (1990). Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. In: *Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg*.
- Korotchenko I., Peregrym M. (2012). Ukrainian Steppes in the Past, at Present and in the Future. In: Werger, M., van Staalduinen, M. (eds) *Eurasian Steppes. Ecological Problems and Livelihoods in a Changing World. Plant and Vegetation*, vol 6. Springer, Dordrecht.
- Moysiyenko I., Sudnik-Wójcikowska B., Dembicz I., Zachwatowicz M., Skobel N. (2022). The first dataset of vascular plant species occurrences on kurgans in Southern Ukraine. *Biodiversity Data Journal* 10: e96879.
- Susetyo C. (2016). Comparison of digital elevation modelling methods for urban environment. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. – 11(5). – 2957–2965.
- Yorkina N., Goncharenko I., Lisovets O., & Zhukov O. (2022). Assessment of naturalness: The response of social behavior types of plants to anthropogenic impact. *Ekológia (Bratislava)*. – 41(2). – 135–146.
- Zhukov O., Yorkina N., Budakova V., & Kunakh O. (2021). Terrain and tree stand effect on the spatial variation of the soil penetration resistance in Urban Park. *International Journal of Environmental Studies*. – 79(3). – 485–501.

О. В. Кузнецова

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ГУМУСУ ТА КОРЕНЕВОЇ МАСИ У ВЕРХНІХ ҐРУНТОВИХ ГОРИЗОНТАХ ГАЗОНІВ МІСТА ДНІПРО

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна,
olgatoubien1410@gmail.com

Вища рослинність – найбільш могутній фактор ґрунотворення, так як саме вона створює на земній кулі основну біомасу, саме вона відіграє найважливішу біологічну роль у ґрунотворенні. Зелені рослини з процесом фотосинтезу є першоджерелом органічної речовини у ґрунті. Вони забезпечують біологічний кругообіг речовин, вибираючи з ґрунту елементи живлення і води, синтезують органічну речовину та повертають її у ґрунт після закінчення життєвого циклу. Тому зрозуміло, що хід природного ґрунотворчого процесу, звичайно, визначається багатьма факторами, але найважливішими серед них є рослинний покрив.

Роль рослинного покриву у формування родючості та стану ґрунтів вивчається багато століть та є актуальним й у теперішній час. Однак більшість робіт присвячено заміщенню природного ґрунтового профілю антропогенним (Stoorvogel, 2017), вивченню окремих їх властивостей (Гулько, 2015). Дослідники визначають зниження показників вмісту органічних речовин (Laurentiis, 2024), високий вміст важких металів (Wang, 2018) та шкідливих неорганічних речовин (Rate, 2022) в ґрунтах міських агломерацій. В останній час зростаючий інтерес як в нашій країні, так і в закордонних, викликають дослідження ґрунтів міських територій залежно від різних типів землекористування, в тому числі газонів. Польські дослідники зазначають, що їх якість зменшується від центральних районів міста, де зосереджена найбільша кількість парків, садових ділянок та газонів, до зовнішніх територій з наявними промисловими зонами (Oktaba, 2018; Bekier, 2023). Але в нашій країні серед публікацій дуже мало досліджень морфологічних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів газонних травостоїв, тому й було заплановане дане дослідження. Його метою стало вивчення вмісту гумусу та кореневої маси верхніх горизонтів ґрунту газонів м. Дніпро як частини ґрунтово-екологічного моніторингу ґрунтів міських територій та визначення ролі даних фітоценозів для їх покращення.

Ми розуміємо, що довготривалість у часі газонного фітоценозу підкріплюється процесами гуміфікації за рахунок безперервного відновлення кореневої системи багаторічними довгокореневищними злаками, що його створюють. Під час вибору асортименту рослин для створення газонів та їх подальшого успішного введення в загальний біоценоз потрібно враховувати особливості формування підземних органів рослин та надземної фітомаси. Гумус – основна органічна речовина ґрунту, що містить поживні речовини, необхідні вищим рослинам і є важливим критерієм в оцінці його родючості.

Було проведено дослідження вмісту гумусу у верхньому кореневонасиченому горизонті (до 20 см) серед двох міських газонних травостоїв – на газоні Ботанічного саду Дніпровського національного університету ім. О. Гончара (ПП 1) та на газоні центральної частини м. Дніпро (ПП 2). Використовувались пробні площі загальним розміром 100 м². За фітоценотичним значенням обирали максимально наближені у видовому складі ділянки, на яких домінуючим видом був *Poa angustifolia* L. За визначеннями багатьох авторів цей вид є найбільш розповсюдженим та перспективним у газоноведенні степової зони Придніпров'я, регіоном якого є місце проведення дослідження (Кузнецова, 2016; Лісовець, 2019).

Для визначення можливих критеріїв формування потужності гумусових горизонтів розглядали наступні фітоценотичні характеристики: вміст гумусу та коренева маса ґрунтових горизонтів 0–10 та 10–20 см, надземна фітомаса, проективне покриття травостою. Дані горизонти були обрані тому, що основна частина кореневої системи злакових рослин (70–80 %) розташована саме у цьому шарі ґрунтового профілю і саме тут утворюється підземний шар дерну, забезпечуючи трав'яні покриви головною масою продуктивної кореневої системи.

Ґрунтові проби для обліку кореневих залишків відбирали рамочним способом. Враховуючи, що досліджувані газонні ділянки є ландшафтною архітектурною окрасою місцевості, крім фітоценотичної, екологічної, та інших виконують естетичну функцію, відбір проб виконували методом рендомізації (конверту). При відборі проб виймалися невеликі за розмірами блоки 10×10 см, які потім заповнювались раніше підготовленим ґрунтом та закривались дерном з опадом та

підстилкою. Визначення вмісту гумусу виконували за методикою І. В. Тюріна у модифікації В. М. Сімакова (ДСТУ 4289:2004). Вміст кореневої маси проводили за загальновідомими методиками (Оліфірович, 2018). Для загальної картини впливу інших ценотичних показників розглянутих угруповань взяті до уваги надземна фітомаса та проективне покриття травостою (Кузнецова, 2016).

При порівнянні показників гумусу та кореневої маси на досліджених екотопах виявлена певна залежність як по окремих шарах ґрунту, так і разом у зазначених кореневонасичених горизонтах. У ґрунтовому профілі 0–10 см більший вміст гумусу був на газоні ботанічного саду (ПП 1; $A = 3,96 \% \pm 0,75$) порівняно з міським газonom (ПП 2; $A = 2,75 \% \pm 0,28$). За відповідною класифікацією (Методичні рекомендації..., 2020) його визначено як «підвищений» на ПП 1 та «середній» на ПП 2. У ґрунтовому горизонті 10–20 см показники гумусу менші на газоні ботанічного саду ($A = 3,45 \% \pm 0,40$) і більші на міському газоні ($A = 3,84 \% \pm 0,37$). Нижче розташований горизонт міського газону (10–20 см) змінив градацію вмісту гумусу з «середній» (0–10 см) на «підвищений».

За кількістю кореневої маси у горизонті 0–10 см на першому місці був газон ботанічного саду ($m = 4,36 \pm 1,07 \text{ г / дм}^3$), але її вміст в наступному горизонті 10–20 см тут різко знизився у 2,4 разу ($m = 1,78 \pm 0,50 \text{ г / дм}^3$). На міському газоні вміст кореневої маси у верхньому горизонті 0–10 см хоч і був меншим ($m = 3,32 \pm 1,76 \text{ г / дм}^3$), але у нижньому горизонті 10–20 см зниження його не мало такого різкого характеру ($m = 2,47 \pm 0,59 \text{ г / дм}^3$, зменшення у 1,3 разу).

За надземною фітомасою газон ботанічного саду (ПП 1) мав більший показник, ніж міський газон (ПП 2) – відповідно $m = 138 \pm 14,26 \text{ г / м}^2$ та $m = 129 \pm 13,52 \text{ г / м}^2$. А проективне покриття рослин складало 88,4 % на газоні ботанічного саду та 94,3 % на міському газоні центру міста.

Про що можуть свідчити отримані результати дослідження? У природних фітоценозах процеси синтезу органічної речовини ґрунту завжди переважають над розкладом, відбувається акумуляція гумусу. Але у штучних травостоях, до яких й належать газони, процеси гуміфікації залежать від дефіциту органічної речовини, пов'язаним з недостатнім внесенням добрив чи постійним вилученням надземної маси внаслідок викошування. Як виявилось, гуміфікація досліджених ґрунтів під газонними травостоями є достатньою для формування якісного рослинного покриву та класифікується за вмістом гумусу як «підвищений» та «середній».

Ми не можемо відмінити викошування як фактору естетичного догляду за газонами, підвищуючи таким чином накопичення надземної фітомаси для збагачення ґрунту органікою та збільшення вмісту гумусу. Але є можливість покращити цю ситуацію збільшенням щільності травостою та кореневої насиченості ґрунту, що й показала ситуація на міських газонах. Достатня потужність гумусового горизонту була і на глибині 0–10 і на глибині 10–20 см. За відмінностями у показниках вмісту гумусу кращою ситуація була на газоні ботанічного саду, оскільки цей травостій тут існує набагато триваліший час, тому гуміфікація підтримується сталими біогеоценотичними процесами. Міський газон центру міста, що досліджувався, був штучно створений із рулонного, який хоч й існує вже довгий період часу (близько 10 років), але ценотична взаємодія ґрунтоутворюючих факторів зменшена.

Краще розвинена підземна коренева маса у горизонті 10–20 см на міському газоні свідчить про пріоритетний її розвиток з метою більш інтенсивного вилучення вологи з сухого ґрунту газону центральної частини міста, де режим поливу не завжди достатній, а відкрита місцевість під сонцем сприяє висушуванню верхніх горизонтів. Тому у верхньому шарі 0–10 см тут і спостерігався найменший вміст гумусу з усіх значень, і менша кількість кореневої маси, і надземної фітомаси.

Виконане дослідження вмісту гумусу та кореневої маси газонних травостоїв м. Дніпро слугує не тільки етапом вивчення складних процесів урбопедогенезу, а й може розглядатися як орієнтир для більш об'єктивної та науково обґрунтованої оцінки стану міських ґрунтів та організації ґрунтово-екологічного моніторингу міських територій. Крім того, отриманий досвід з самої методики проведення досліджень, вилучення зразків ґрунту та дерну на газонах міста може бути корисним, враховуючи необхідність збереження естетичності ландшафту. Використання отриманих матеріалів досліджень в динаміці дозволить відстежувати екологічний стан ґрунтового покриву урбосистеми м. Дніпро. Наведена фактична інформація є також важливою для подальшого вивчення стану ґрунтів під газонними фітоценозами в сенсі їх облаштування та підтримання довготривалості та естетичності. У міських ґрунтах слід докладати зусиль для посилення перетворення органічної речовини в більш зрілі та стабільні форми не за допомогою їх хімічної обробки, а використовуючи природній компонент гуміфікації. Наприклад, враховуючи режими косіння як можливого компосту та додаткового сегменту органічної складової верхніх шарів ґрунту.

Список використаних джерел

Гулько С. А. Морфологічні особливості ґрунтів міста Дніпродзержинськ // Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Суспільні науки в сучасному світі» (19 вересня 2015 р., Київ). – Київ: «Архівариус». – 2015. – С. 5–11.

Кузнецова О. В. Фітоценотичні особливості газонів та травостоїв газонного типу урбанізованих екосистем (на прикладі міста Дніпропетровськ). Дис. канд. біол. наук: 03.00.16. Дніпропетровськ, 2016. – 243 с.

Лісовець О. І., Поліщук А. А. Сезонна динаміка газонних покриттів м. Нікополя (Дніпропетровська область) // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – 2019. – Т. 48. – С. 14–24.

Методичні вказівки до виконання практичних робіт дисципліни «Екологічний моніторинг ґрунтів» для здобувачів третього освітньонаукового рівня вищої освіти (доктор філософії) зі спеціальності 101 Екологія. Укладачі: Котович О. В., Горбань В. А., Яковенко В. М. – Дніпро: ДНУ ім. О. Гончара, 2020. – 21 с.

Оліфірович В. О., Осадчук В. Д., Чинчик О. С., Кравченко В. С. Нагромадження кореневої маси бобово-злакового травостою залежно від складу травосуміші та удобрення // Збірник наук. праць Уманського національного університету садівництва. – 2018. – Вип. 93-(1). – С. 201–208.

Bekier J., Jamroz E., Walenczak-Bekier K., Uściła M. Soil Organic Matter Composition in Urban Soils: A Study of Wrocław Agglomeration, SW Poland. – 2023. – Sustainability. – 15 (3). – P. 2277.

Laurentiis V., Maier S., Horn R., Uusitalo V. Soil organic carbon as an indicator of land use impacts in life cycle assessment. The International Journal of Life Cycle Assessment. – 2024. – 29 (7). – 1–19.

Oktaba L., Odrobińska D., Uzarowicz Ł. The impact of different land uses in urban area on humus quality. Journal of Soils and Sediments. – 2018. – 18 (1/2). – 1–10.

Rate A. Inorganic Contaminants in Urban Soils. UWA School of Agriculture and Environment. – Cham, Switzerland. – PublisherSpringer Nature Switzerland AG. – 2022. – Ch. 6. – 153–199.

Stoorvogel J., Bakkenes M., Ben J. E. ten Brink, A.J.A.M. Temme. To what extent did we change our soils? A global comparison of natural and current conditions.: to what extent did we change our soils? Land Degradation and Development. – 2017. – 28(7).

Wang M., Weiping R. L., Chi Peng C., Markert B. Effects of urbanization on heavy metal accumulation in surface soils. Journal of Environmental Sciences. – Beijing. – Vol. 64. – 2018. – 328–334.

С. І. Шкута, О. О. Красова, Г. Н. Шоль

ПРОЯВИ ЕКСПАНСІЇ ЛІГНОЗНИХ ВИДІВ НА СТЕПОВІ ДІЛЯНКИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я

Криворізький ботанічний сад НАН України, м. Кривий Ріг, Україна,
shcuta270462@gmail.com, kras.kbs@gmail.com, shol.flora@gmail.com

Закономірності розвитку чагарникових ценозів Степу привертали неабияку увагу творця вчення про степове лісознавство О. Л. Бельгарда. Позазаплавні чагарникові угруповання він вважав, до певної міри, зв'язуючою ланкою, яка об'єднує лісову рослинність зі степовою. Окрім того він вказував, що чагарники, незважаючи на відносну посухо- та солестійкість, повторюють у загальних рисах ті ж екологічні особливості, які притаманні лісовій рослинності; різниця між ними полягає лише у значному зміщенні на південь цих ценозів відносно позазаплавних байрачних лісів (Бельгард, 1950).

Наразі у контексті змін клімату актуальним напрямком досліджень є виявлення реакцій на них окремих компонентів рослинного світу. В останні роки відмічене явище інтенсивного заростання трав'яних біомів чагарниками і специфічними деревними видами. Такі угруповання мають вигляд куртин, а не зімкнутих лісових ценозів, і крони дерев доволі розлогі, що візуально нагадують структуру дерев савани. Вони є новим типом структури біотопу, якому в геоботанічній літературі не приділяли особливої уваги (Дідух, 2023).

Особливе місце в трансформації екосистем (зокрема і степових) займають види, поширення яких має характер експансії. Явище біологічної експансії розглядається у сучасній флористиці як два процеси: перший – експансія екологічна, тобто поширення аборигенного виду в інші типи біотопів, переважно антропогенні в природному ареалі; другий – експансія хорологічна або територіальна, що являє собою проникнення виду за межі природного ареалу (Jackowiak, 1999; Протопопова, Шевера, 2012). Явище хорологічної експансії більшість дослідників розглядають у ракурсі інвазійної спроможності видів адвентивних рослин (Протопопова та ін., 2002). Значно менше уваги приділено висвітленню випадків експансії екологічної.

Проблема експансії деяких аборигенних видів набула гостроти насамперед у зв'язку з активним поширенням чагарників на степових ділянках. Суттєвого виразу це явище набуло в степових заповідниках, зокрема Стрільцівському степу, Михайлівській цілині, Єланецькому степу (Боровик, 2008; Ткаченко, Бойченко, 2015; Конайкова, 2021) в кінці ХХ – на початку ХХІ століть. Аборигенні види рослин, які внаслідок сучасних кліматичних змін змінюють свої еколого-фітоценотичні стратегії та розширюють екологічний ареал, на відміну від адвентивних, розглядаються як прогресуючі (прогресивні) (Красова та ін., 2023).

Прояви вказаного явища виявлені нами при обстеженні шести степових балок у межах Кам'янського та Криворізького (колишніх, відповідно, П'ятихатського та Широківського) районів Дніпропетровської області. Зафіксовано суттєве збільшення чисельності кущів, які є представниками місцевої флори (*Crataegus fallacina* Klokov, *Prunus stepposa* Kotov *Rosa corymbifera* Borkh. та інших видів роду *Rosa* L.) на ділянках, де здійснювався моніторинг (Коршиков та ін., 2020).

У 2022 році нами було проведено обстеження рослинності приплакорної території та схилу лівого берега долини Інгульця південніше с. Недайвода Криворізького району (рис. 1). Ця ділянка на момент попередніх досліджень (2012 рік) вирізнялася високою різноманітністю трав'яної рослинності.

При цьому чагарникова рослинність не займала значних площ. Невеликі куртини чистих заростей *P. stepposa* та полідомінантні зарості з переважанням *C. fallacina*, *R. corymbifera* відмічалися по днищах балок Попової та Кам'яної, а також на місці деградованого деревостану в лісосмугах (Сметана та ін., 2013). Вселення окремих особин кущів у трав'яні ценози на той час мало місце, але це явище не носило масового характеру.

Протягом 10 років фізіономічність цієї місцевості суттєво змінилася за рахунок дифузного розповсюдження кущів у приплакорній позиції схилу річкової долини (рис. 2).

Підрахунки щільності особин аборигенних видів кущів та встановлення їх морфометричних характеристик здійснювались на обліковій ділянці площею 6,5 га. На нашу думку, експансія деревних рослин відбулася внаслідок механічних порушень ґрунту. Південно-західна межа облікової ділянки перетинає контур, в межах якого при спробі створення тут гранітного кар'єру був повністю знищений рослинний та ґрунтовий покрив. Судячи з наявності невеликої кількості плодівих дерев (яблуня, груша, абрикос), тут здійснена також досить невдала спроба створення лісонасаджень.

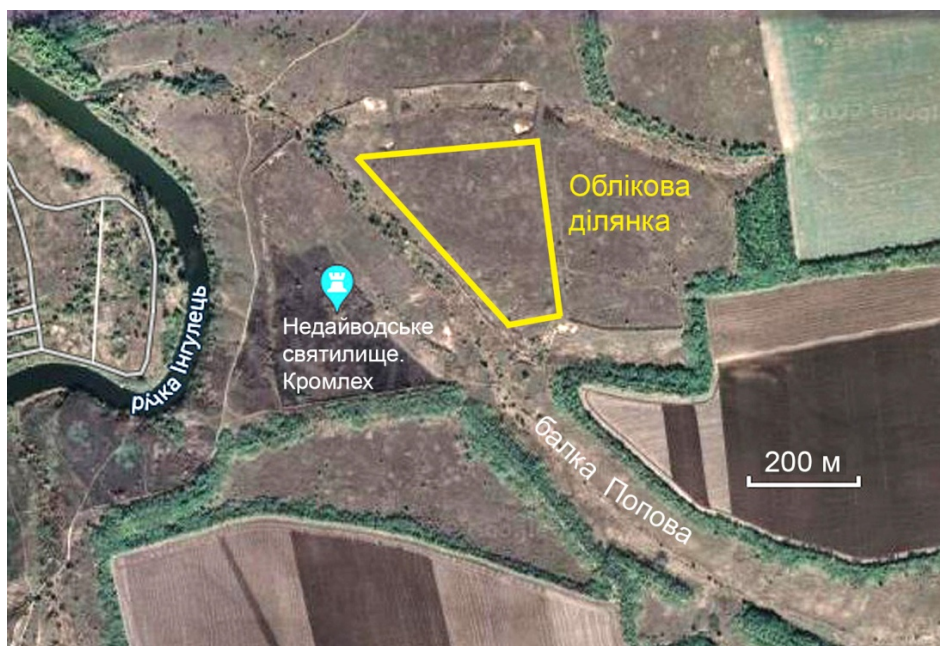


Рис. 1. Картохема обстеженої території

Загальна кількість особин *C. fallacina* складає 88, а *P. stepposa* – 317 (табл. 1), тобто щільність на 1 га становить для першого виду 13,5 екземплярів, для другого – 48,7. Це значно менші показники, ніж ті, що наведені для інших балкових систем, але в даному випадку процес експансії тривав не більше десяти років. Окрім *C. fallacina* та *P. stepposa* на ділянці відмічені представники чагарникової рослинності – *Rhámnus cathartica* L. (2 особини), *R. corymbifera* (8 особин), *Spiraea hypericifolia* L. (10 особин).



Рис. 2. Експансія кущів у степові угруповання на приплакорній ділянці лівого берега долини Інгульця південніше с. Недайвода

Таким чином, ми виділяємо в складі флори дослідженого регіону два прогресивних лігнозних види, які мають біоморфу «кущ»: *Crataegus fallacina* та *Prunus stepposa*.

Таблиця 1

Морфометричні характеристики особин найпоширеніших видів кущів на обліковій ділянці

Вид	Висота рослин у межах класів розмірності, м					
	0,3–1,0		1,0–3,0		>3,0	
	Кількість рослин, шт.	Середня висота рослин, м	Кількість рослин, шт.	Середня висота рослин, м	Кількість рослин, шт.	Середня висота рослин, м
<i>C. fallacina</i>	27	$\frac{0,8 \pm 0,02}{14,3}$	54	$\frac{2,1 \pm 0,13}{35,6}$	7	$\frac{3,7 \pm 0,11}{7,6}$
<i>P. stepposa</i>	237	$\frac{0,8 \pm 0,09}{19,9}$	80	$\frac{1,4 \pm 0,15}{5,56}$	–	–

Отримані дані дозволяють зробити певний вклад у створення наукових основ для менеджменту та розробки заходів контролю місцевих прогресуючих видів рослин.

Список використаних джерел

- Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР. – Киев, 1950. – 263 с.
- Боровик Л. П. Природні та антропогенні фактори демуатації перелогів на території Стрільцівського степу (відділення Луганського природного заповідника) // Чорноморськ. бот. ж. – 2008. – Т. 4, № 1. – С. 98–106.
- Дідух Я. П. Рослинний світ України в аспекті кліматичних змін. – Київ: Наукова думка, 2023. – 202 с.
- Конайкова В. О. Структура та динаміка рослинності природного заповідника «Сланецький степ». дис. ... на здобуття наук. ступеня доктора філософії. 091 Біологія, спец. 03.00.05 «Ботаніка». – Київ, 2021. – 191 с.
- Коршиков І. І., Суслора О. П., Петрушкевич Ю. М. Деревні рослини в умовах промислових міст Степу. – Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2020. – 456 с.
- Красова О. О., Шоль Г. Н., Павленко А. О., Шкута С. І. Експансія *Pterotheca sancta* (L.) K. Koch. у синантропні біотопи Кривбасу // Екологічні науки. – 2023. – 3(48). – С. 86–91.
- Протопопова В. В., Мосякін С. Л., Шевера М. В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє. – Київ: Інститут ботаніки НАН України, 2002. – 32 с.
- Протопопова В. В., Шевера М. В. Фітоінвазії. II. Аналіз основних класифікацій, схем і моделей // Промислова ботаніка. – 2012. – 12. – С. 88–95.
- Сметана О. М., Долина О. О., Ярощук Ю. В., Красова О. О., Рудюк Д. О. Перспективи і проблеми розвитку Інгулецького регіонального екокоридору // Укр. ботан. журн. – 2013. – Т. 70, № 4. – С. 457–466.
- Ткаченко В. С., Бойченко С. Г. Структурні зміни степових фітосистем України в другій половині ХХ та на початку ХХІ століть як відображення глобальних змін довкілля // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2015. – Т.17. – С. 4–17.
- Jackowiak B. Modele ekspansji roślin synantropijnych i transgeniczných. Phytocoenosis. – 1999. – Vol. 11 (N.S.). Seminarium geoboticum 6. – 24 s.

С. О. Гунько¹, А. О. Дубина²

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ КАДМІУ В ҐРУНТАХ СТАРОПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНІВ (НА ПРИКЛАДІ м. КАМ'ЯНСЬКЕ)

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна, goonko@gmail.com

²Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Екологічні дослідження урбанізованих територій та оцінка стану міського середовища є пріоритетними напрямками науки сьогодення. Їх актуальність обумовлена необхідністю виявлення факторів і причин формування екологічної ситуації в містах, виділення пріоритетних проблем і вивчення просторової диференціації урбанізованих територій з метою створення комфортного середовища проживання міського населення (Цветкова та ін., 2016).

У більшості випадків сучасна оцінка якості навколишнього середовища базується лише на статистичних даних (рівень викидів, концентрація мікроелементів в ґрунті та ін.), які є доступними достатньо широкому колу суспільства, але не можуть повністю представити реальну екологічну ситуацію та надати уявлення про особливості просторової структури забруднення міської території (Boutron, 1991).

В Україні, як державі з високорозвиненим промисловим виробництвом, є актуальною проблема забруднення компонентів навколишнього середовища надмірною кількістю важких металів. Місто Кам'янське відноситься до однієї з найпотужніших в Україні промислових агломерацій і є третім по значенню центром Дніпропетровської області. Кам'янське належить до міст України з вкрай небезпечною екологічною ситуацією, що сформувалася в результаті тривалого та інтенсивного розвитку металургійної, хімічної та машинобудівної галузей промисловості без урахування екологічних наслідків та шкоди для довкілля і здоров'я населення.

Найбільшу небезпеку сьогодення становить локальне забруднення ґрунтів, яке, за певних умов, формує техногенні геохімічні аномалії (Стольберг, 2000). Найвагомими критеріями сили антропогенного тиску на природне середовище в межах урбанізованих територій виступають розміри міста, щільність забудови, господарський профіль урбоутворення.

Екологічні характеристики урбанізованого району за високої міри наближеності агломерацій між собою значно гірші, ніж окремої агломерації, через ефект накладання антропогенних навантажень на одну територію. Головною проблемою, що потребує постійної уваги та вирішення, виступає комплексне екологічне дослідження ступеня забруднення важким металами, оскільки джерелами забруднення ґрунтів важкими металами міських територій пріоритетно вважаються викиди промислових підприємств.

На особливу увагу заслуговує кадмій, як один з найнебезпечніших токсикантів середовища, що здатний до утворення значних за площею геохімічних аномалій (Сердюк, 2007). Важливе значення кадмію як пріоритетного токсиканту вимагає постійного контролю. Актуальність досліджень закономірностей розподілу Cd у ґрунтах урбанізованих територій важлива також у плані розширення інформаційної бази спостережень і обумовлена необхідністю сучасного фактичного аналізу екологічного стану промислового м. Кам'янське.

Ґрунт є досить специфічним компонентом біосфери, оскільки він не тільки накопичує різні забруднюючі компоненти, але й виступає як природний буфер, що контролює перерозподіл хімічних елементів і сполук в атмосферу, гідросферу та живу речовину. Важкі метали, що накопичуються в ґрунтах, достатньо повільно видаляються при вилюговуванні, використанні рослинами, ерозії та інше.

Розподіл важких металів та елементів-забруднювачів у ґрунтах дуже складний процес, обумовлений цілою низкою чинників, серед яких найважливіша роль належить типам ґрунтів, їх окисно-відновним і кислотно-основним властивостям, вмісту в них органічних речовин, гранулометричному складу, і навіть водно-тепловому режиму і геохімічному фону регіону (Гунько, 2021).

Об'єкт дослідження – процес розповсюдження та накопичення кадмію в ґрунтах.

Предмет дослідження – вміст, розповсюдження й закономірності розподілу кадмію в ґрунтах міста Кам'янське.

Метою роботи є оцінка вмісту, розповсюдження та з'ясування закономірностей розподілу кадмію в ґрунтах урбанізованих територій м. Кам'янське.

Для оцінки розповсюдження кадмію в ґрунтах у межах м. Кам'янське проведено ретельне ґрунтове обстеження, виділено 29 пробних ділянок урбанізованих територій, закладених з півдня на

північ, згідно рози вітрів і зміни висотних позначок міста, які являють собою 5 екологічних профілів едафотопів на території міста (рис. 1).



Рисунок 1 – Картосхема екологічних профілів м. Кам'янське (цифра – точка відбору проб, (№) – екологічний профіль едафотопів)

Кожен із закладених профілів має значну амплітуду перепаду висот, проте, всі наближаються до стаціонарних джерел антропо-техногенного забруднення, якими виступають передусім промислові підприємства міста та транспортні магістралі. Найбільш показовими з вмісту та розповсюдження Cd є екологічний профіль едафотопів № 2 (т. 1–6), який закладено уздовж центральної транспортної магістралі міста та наближені до металургійного підприємства ПАТ «Дніпровський меткомбінат». Екологічний профіль едафотопів № 5 (т. 25–29) розташований у лівобережній селитебній частині міста зі значною віддаленістю від основних галузей підприємства.

У ґрунтах усіх досліджуваних нами урбанізованих територій правобережної частини міста (екологічний профіль едафотопів № 2: т. 1–6) прослідковується досить відмітний вміст Cd (валова та рухома форми). Так, найменшою концентрацією валової форми кадмію характеризуються плантоземи району житлової забудови залізничного вокзалу: у корененасиченому шарі ґрунту (0–50 см) концентрація кадмію варіює в межах $2,57 \pm 0,25$ – $2,51 \pm 0,23$ мг/кг, ці показники знаходяться у відповідності з існуючими нормативними даними, які не перевищують їх.

Це аргументується тим, що викиди залізничного транспорту не є джерелом надходження Cd до біосфери, а в умовах промислового міста Кам'янське важливу роль відіграє рельєф місцевості – дана пробна ділянка розташована на висоті 161 м над рівнем моря, що є досить високим значенням як для всього міста, так і в межах досліджуваного екологічного профілю едафотопів.

Подальший латеральний аналіз ґрунтів екологічного профілю едафотопів № 2 за вмістом кадмію (валової та рухомої форми) свідчить про збільшення його концентрації зі зменшенням альтitudи місцевості.

Радіальний розподіл кадмію демонструє, що вміст цього слідового елементу в плантоземах проспекту Свободи варіює в діапазоні $7,59 \pm 0,62$ у верхньому шарі ґрунту 0–10 см до $4,39 \pm 0,31$ мг/кг у шарі ґрунту 120–150 см, у природних порушених ґрунтах центрального міського парку – від $6,74 \pm 0,52$ до $5,42 \pm 0,48$ мг/кг ґрунту відповідно, що свідчить про перевищення регіонального фону майже вдвічі, хоча ця територія є центральним міським парком відпочинку городян, але через максимальну наближеність до ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат» (знаходиться у факельній зоні) зазнає значного антропо-техногенного навантаження.

Максимальна акумуляція кадмію спостерігається в ґрунтах, що перебувають в умовах найбільшого антропо-техногенного пресу, розташованих поблизу великих промислових підприємств і транспортних розв'язок, що виступають основними джерелами надходження кадмію у повітря м. Кам'янське та, як наслідок, у його ґрунтовий покрив.

Узагальнюючи особливості розподілу Cd екологічного профілю едафотопів № 2 латерально, можна судити про висхідний (асцендіальний) вид структури ландшафту, оскільки саме він характеризується підвищенням концентрації кадмію з пониженням рельєфу.

Розподіл Cd у ґрунті радіально (шар ґрунту 0–150 см) є досить неоднорідним. В екологічному профілі едафотопів № 2 можна виділити наступні види геохімічної структури ландшафтів: 1) невиразний (т. 1 і 2) – плантоземи району житлової забудови біля залізничного та автовокзалів характеризуються незначною зміною вмісту валової форми кадмію ($2,57 \pm 0,25$ – $2,01 \pm 0,20$ та $2,69 \pm 0,27$ – $2,00 \pm 0,15$ мг/кг ґрунту, відповідно); 2) гумусовий (т. 4, 5, 6) – власне урбаноземи, плантоземи, природні порушені ґрунти відзначаються максимальним рівнем вмісту валової форми Cd у ґрунтовому горизонті.

ґрунти екологічного профілю едафотопів № 2 (т. 5) відмічаються дещо підвищеним рівнем вмісту як рухомої, так і валової форми кадмію. Так, тільки у ґрунтових горизонтах 0–10 та 20–50 см плантоземів (сквер, район впливу ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат») виявлено вміст мікроелементу рухомої форми в кількості $0,98 \pm 0,085$ та $0,73 \pm 0,063$ мг/кг ґрунту відповідно.

Радіальний розподіл рухомої форми кадмію у плантоземах пробних ділянок (т. 1 і 2): на досліджуваній пробній ділянці (т. 1) інтервал варіювання збільшується з глибиною ґрунтового профілю. В шарі ґрунту 0–10 см вміст рухомої форми Cd складає $0,08 \pm 0,007$ мг/кг ґрунту, а в шарі 120–150 см вже дорівнює $0,14 \pm 0,010$ мг/кг, що свідчить про лесивований вид структури ландшафту. Інтервал варіювання рухомої форми Cd в едафотопах урбанізованих територій пробної ділянки (т. 2) залишається незмінним по всій глибині ґрунтового розрізу (0–150 см) і складає $0,08 \pm 0,002$ – $0,08 \pm 0,01$ мг/кг ґрунту, що дає підставу охарактеризувати цей вид ландшафту за геохімічною структурою як невиразний.

ґрунти інших пробних ділянок екологічного профілю едафотопів № 2 (т. 3–4 – власне урбаноземи та т. 5 – плантоземи) характеризуються максимальним вмістом рухомої форми Cd у шарі ґрунту 0–10 см і варіюють в межах від $0,98 \pm 0,085$ – $0,51 \pm 0,025$ мг/кг ґрунту (т.5 і 6) до $0,16 \pm 0,011$ – $0,11 \pm 0,002$ мг/кг ґрунту (т. 3 і 4) відповідно. Радіальний розподіл рухомої форми важкого металу характеризує досліджені ландшафти як гумусові.

Загальний розподіл всіх форм кадмію характеризується істотною варіабельністю, яка обумовлена особливостями розташування промислових підприємств у місті, потужністю і складом їх викидів, напрямком техногенних потоків, геоморфологічними особливостями міста.

Вміст та розподіл кадмію в едафотопах урбанізованих територій лівобережної частини міста істотно відрізняється від правобережної частини м. Кам'янське. Рістоземи лівобережної частини (екологічний профіль едафотопів № 5, пробні ділянки т. 25–29) характеризуються досить однорідним вмістом як валової, так і рухомої форм кадмію та не перевищують даних регіонального фону.

Привертають увагу дані вмісту кадмію валової форми у рістоземах в діапазоні варіювання $1,11 \pm 0,05$ – верхній (0–10 см) до $1,00 \pm 0,04$ мг/кг нижній (120–150 см) шар ґрунту (точка 28 – селитебна зона на бульварі Героїв). Хоча дані свідчать про низький вміст концентрації, майже втричі менше регіонального фону, але не прослідковується майже ніякого руху металу по ґрунтовому профілю, що дає підстави класифікувати даний ландшафт як невиразний.

Інтервал варіювання рухомої форми Cd максимальних значень набуває у рістоземах пробної ділянки (т. 29) – $0,37 \pm 0,019$ – $0,34 \pm 0,029$ мг/кг ґрунту, так само, як і валової форми. Значення знаходиться в межах регіонального фону, але суттєво відрізняється від інших інформативних показників, вид геохімічної структури ландшафту – гумусовий. Пробна ділянка (точка 29) розташована у селитебній зоні, що межує зі штучними насадженнями сухуватого бору, ймовірно, саме хвойні насадження впливають на вміст рухомої форми кадмію в даному ґрунтовому горизонті.

Загалом, едафотопи екологічного профілю № 5 характеризується найменшим вмістом валових та рухомих форм важкого металу, майже не зазнають перерозподілу за ґрунтовими горизонтами.

Вміст як валової, так і рухомої форм важкого металу у всіх досліджених типах ґрунтів урбанізованих територій м. Кам'янське перевищують концентрацію в еталонній ділянці – чорнозем звичайний різнотравно-кострицево-ковилевого степу Присамар'я Дніпровського. Отримані результати демонструють як однаковий зональний тип ґрунтів міських територій та еталонної ділянки – чорнозем звичайний, змінюється в умовах урбанізованого середовища за дії антропогенно-техногенного пресу.

Розподіл валової та рухомої форм в усіх екологічних профілях едафотопів правобережної та лівобережної частин міста показав, що кадмій концентрується, здебільшого, у верхній частині ґрунтового профілю, його вміст рівномірно зменшується зі зниженням глибини генетичних горизонтів ґрунтового профілю міських ландшафтів.

На підставі отриманих даних підтверджено формування зон з підвищеним вмістом кадмію в межах правобережної частини м. Кам'янське. Вивчення розподілу кадмію за глибиною ґрунтового профілю показало його концентрування у верхній частині та відносно рівномірний розподіл за профілем чорноземів звичайних. Виявлена загальна тенденція підвищення рівня вмісту кадмію з наближенням до основного джерела забруднення – Дніпровського металургійного комбінату.

Список використаних джерел

Гулько С. О. (2021). Закономірності розподілу кадмію в едафотопах урбанізованих територій м. Кам'янське: Дис. канд. біол. наук: 03.00.16. Дніпро.

Сердюк С. Н. (2007). Діагностика забруднення важкими металами почвенного покрива індустріально-урбанізованих територій. Екологія та ноосферологія, 18(3–4), 133–138. Цветкова Н. М., Пахомов О. Є., Сердюк С. М., Якуба М. С. (2016). Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ґрунти. Метали у Ґрунтах. Дніпропетровськ: Ліра.

Стольберг Ф. В. (2000). Екологія города. – Киев: Либра.

Boutron C. F., & Gorlasch U., (1991). Decrease in anthropogenic lead, cadmium and zinc in Greenland snows since late 1960s. // Nature. – 353. – 153–156.

В. С. Феденко

СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КВІТОК РОБІНІЇ ЗВИЧАЙНОЇ

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна,
opticlub.fedenko@gmail.com

Інтенсивне поширення робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia* L.) у фітоценозах обумовлено високою інвазійною активністю цього адвентивного виду. З огляду на негативний вплив на фіторізноманіття розглядають доцільність використання цього виду деревних рослин для заліснення земель. Як відомо, інвазивність чужорідних рослин обумовлена комплексом функціональних ознак, що визначають інтенсивність поширення адвентів та їх загрозу для біорізноманіття (Gioria et al., 2023). Серед таких функціональних ознак розглядають збільшення атрактивності квіток інвазивних рослин для запилювачів із підвищенням їх кількості та частоти візитів, що забезпечує значну насінневу продуктивність, приріст популяції, експансію цих чужорідних видів та зміну флористичного складу біотопів (Parra-Tabla, Arceo-Gómez, 2021). Для *R. pseudoacacia* відзначають високу атрактивність квіток при взаємодії із такими поширеними запилювачами як медоносні бджоли (*Apis mellifera* L.) (Giovanetti, 2019). Цей факт може бути пов'язано із фізіологічними особливостями кольорового зору бджіл із максимальною чутливістю УФ-рецептора, якому відповідають білі квітки з УФ-поглинаючими флавоноїдами, що створюють найвищий ахроматичний контраст на зеленому фоні листків (Narbona et al., 2021). Окрім атрактивної функції, флавоноїди проявляють також фотопротекторні властивості, забезпечуючи поглинання фотонів УФ-радіації (Taniguchi et al., 2023). За даними (Sooraj et al., 2019), підвищення УФ-поглинальної здатності квіток підвищує ефективність спектральної стратегії інвазивних рослин. Разом з тим, спектральні характеристики квіток як критерій інвазивності робінії звичайної недосліджені.

Інший взаємопов'язаний аспект проблеми полягає у тому, що квітки *R. pseudoacacia* представляють інтерес для створення лікарських засобів завдяки наявності комплексу біологічно активних речовин, які обумовлюють фармакологічні властивості різної направленості дії (Демешко та ін., 2006). У зв'язку з цим привертають увагу дослідження спектральних характеристик із використанням неруйнівних оптичних методів для удосконалення процедури стандартизації сировини квіток робінії звичайної.

Мета роботи – дослідити спектральні характеристики квіток робінії звичайної методом твердофазної спектрофотометрії.

За об'єкт дослідження використовували квітки *R. pseudoacacia*, відбір яких здійснювали на стадії цвітіння рослин у рекреаційній зоні Ботанічного саду Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Визначення спектральних характеристик квіток здійснювали одразу після відбору рослинного матеріалу. Спектри відбиття у діапазоні 350–800 нм вимірювали на спектрофотометрі Спекорд М40, обладнаному інтегрованою фотометричною сферою та касетою для математичної обробки «Data Handling I», яка дозволяє проводити диференціювання і згладжування спектральних кривих із виключенням випадкових шумових піків (Феденко, 2007). Інтенсивність спектрів відбиття представляли в одиницях оптичної густини. Оцінку фотопротекторного ефекту проводили із використанням цифрової бази даних спектрів поглинання флавоноїдів (Taniguchi et al., 2023). Для колориметричних вимірів використовували іншу касету для математичної обробки Color Measurement для розрахунку колориметричних параметрів на основі даних спектрального розподілу інтенсивності відбиття квіток залежно від довжини хвилі у діапазоні 380–780 нм. Координати кольору X , Y , Z та координати кольоровості x , y визначали в системі CIE XYZ. Домінуючу довжину хвилі λ_d та умовну чистоту кольорового тону P_e встановлювали графічним способом за координатами квіток у кольоровому просторі (Феденко, 2007). У колориметричній системі CIE $L^*a^*b^*$ визначали інтегральний коефіцієнт яскравості L^* та колориметричні коефіцієнти a^* і b^* .

У спектрі відбиття квіток спостерігалися високоінтенсивний максимум при 365 нм (λ_1) та широка низькоінтенсивна смуга при 480 нм (λ_2). Наявність максимуму λ_1 у спектрі відбиття пов'язана із накопиченням флавоноїдів, серед яких переважають глікозиди лютеоліну (Uzelac et al., 2023). Співвідношення інтенсивностей максимумів λ_1 і λ_2 склало 4,5. При цьому інтенсивність максимуму λ_1 становила 1,31, що відповідало діапазону значень діагностичного показника, який характерний для квіток інвазивних рослин (Патент, 2024). Сукупність таких маркерних ознак як наявність максимумів

у діапазоні 350–400 нм спектру відбиття квіток із підвищеною величиною оптичної густини може бути використана для оцінки інвазивності видів рослин (Патент, 2024). Така особливість може пояснювати більш високу атрактивність квіток *R. pseudoacacia* порівняно із аборигенними видами рослин при взаємодії із запилювачами у фітоценозах.

Аналізуючи фотопротекторний ефект слід зазначити, що ступінь захисту від сонячної УФ-радіації залежить від положення смуг у спектрі поглинання флавоноїду та величини коефіцієнту молярного світлопоглинання (Taniguchi et al., 2023). Оскільки у квітках *R. pseudoacacia* за даними Uzelac et al. (2023) переважають глікозиди лютеоліну, можна проаналізувати фотопротекторний ефект цього флавону, оскільки глікозидування незначно впливає на прояв спектральних характеристик хромофору (Taniguchi et al., 2023). Для лютеоліну характерна наявність двох смуг із високою поглинальною здатністю: смуга I при 349 нм і смуга II при 267 нм у розчині метанолу (Taniguchi et al., 2023). Така сукупність спектральних параметрів підтверджує значну протекторну здатність відносно УФ-А (315–400 нм) та УФ-В (280–315 нм) радіації флавоноїдів у квітках *R. pseudoacacia* (Taniguchi et al., 2023).

Підвищена локалізація флавоноїдів, що поглинають ультрафіолет, у поверхневих тканинах квіток цього виду інвазивних рослин може означати одночасне підсилення атрактивної та фотопротекторної здатності. Таку тенденцію слід розглядати як адаптивне підсилення репродуктивної системи інвазивного виду (Barrett et al., 2008). Отримані результати підтверджують роль фенольних сполук у підвищенні конкурентноспроможності інвазивних рослин згідно гіпотези зміни захисту (shifting defence hypothesis) (Shi et al., 2023).

Для підвищення інформативності проведено диференціювання спектральної кривої відбиття квіток. Складений характер максимуму λ_1 підтверджено першою похідною спектру яка представлена двома смугами: I смуга – $\lambda_{\text{макс}}$ 358 нм і $\lambda_{\text{мін}}$ 372 нм, II смуга $\lambda_{\text{макс}}$ – 375 нм і $\lambda_{\text{мін}}$ 401 нм. Співвідношення інтенсивностей I та II смуг у першій похідній спектру відбиття квіток становило 0,35. Сукупність діагностичних ознак (наявність у спектрі відбиття максимального світлопоглинання при 365 нм, двох смуг у першій похідній спектру із певним співвідношенням інтенсивностей) може бути використана для неруйнівного аналізу при стандартизації лікарської сировини квіток робінії звичайної (*Flores Robiniae pseudoacaciae*) (Патент, 2021).

У результаті перетворення даних спектрального розподілу інтенсивності відбиття квіток залежно від довжини хвилі отримано колориметричні параметри у двох колориметричних системах. У системі CIE XYZ координати квіток у кольоровому просторі ($x = 0,354$, $y = 0,348$) визначили стимул, який охарактеризовано величиною домінуючої довжини хвилі у діапазоні жовтого кольору (λ_d 581,5 нм) та низьким значенням умовної чистоти кольорового тону (P_e 10,32 %). У системі CIE $L^*a^*b^*$ інтегральний коефіцієнт яскравості L^* становив 83,4, а для колориметричних коефіцієнтів a^* і b^* зафіксовано від'ємні значення (-11,27 і -58,83 відповідно).

Згідно запропонованої нами типізації забарвлення квіток покритонасінних рослин (Феденко, 2002), сукупність встановлених спектральних параметрів (наявність у спектрі відбиття високоінтенсивного максимуму при 365 нм, низькоінтенсивної смуги при 480 нм, низьке значення P_e , високе значення L^*) дозволила віднести квітки робінії звичайної до типу із переважним накопиченням УФ-поглинаючих флавоноїдів та мінорною кількістю інших пігментів.

Отримані результати мають перспективу застосування у двох сучасних напрямів дослідження інвазивних рослин. Перший напрям – з'ясування комплексу функціональних ознак інвазивності рослин, які пояснюють причини їх інтенсивного поширення і загрози біорізноманіттю. У контексті розвитку цього напрямку слід відзначити, що виявлені нами спектральні критерії удосконалюють методичні підходи для діагностики інвазивності видів рослин.

Інший напрям дослідження – використання біосировини інвазивних рослин для переробки у продукти із різним функціональним призначенням (Lorenzo, Morais, 2023). Оскільки квітки робінії звичайної відрізняються високим вмістом біологічно активних фенольних сполук, використані нами спектроскопія відбиття у видимому діапазоні та колориметрія можуть бути застосовані для інструментального контролю тотожності цієї лікарської рослинної сировини.

Список використаних джерел

Демешко О. В., Ковальов С.В., Комісаренко А.М. Дослідження фенольних сполук акації білої // Фармаком. – 2006. – № 1/2. – С. 104–109.

Патент 149352 Україна, МПК G01J 3/28, G01J 3/30, G01N 21/25. Спосіб ідентифікації квіток робінії / В. С. Феденко. — № u202102955, Заявл. 02.06.2021; Опубл. 10.11.2021, Бюл. № 45.

Патент 155944 Україна, МПК G01J 3/28, G01J 3/30, G01N 21/25. Спосіб діагностики інвазивності видів рослин / В. С. Феденко. — №u202305557. — Заявл. 20.11.2023; Опубл. 17.04.2024, Бюл. № 16.

Феденко В. С. Взаимосвязь каротиноидных и фенольных пигментов в формировании полихроизма цветков покрытосеменных растений // Физиология и биохимия культурных растений. — 2002. — Т. 34, № 3. — С. 199–212.

Феденко В. С. Дозовий ефект взаємодії ціанідину з іонами свинцю в коренях проростків кукурудзи // Український біохімічний журнал. — 2007. — Т. 79, № 2. — С. 24–29.

Barrett S. C., Colautti R. I., Eckert C. G. Plant reproductive systems and evolution during biological invasion // *Molecular Ecology*. — 2008. — V. 17, N 1. — P. 373–383.

Gioria M., Hulme P. E., Richardson D. M., Pyšek P. Why are invasive plants successful? // *Annual Review of Plant Biology*. — 2023. — V.74. — P. 635–670.

Giovanetti M. Foraging choices balanced between resource abundance and handling concerns: how the honeybee, *Apis mellifera*, select the flowers of *Robinia pseudoacacia* // *Bulletin of Entomological Research*. — 2019. — V. 109, N 3. — P. 316–324.

Lorenzo P., Morais M. C. Strategies for the management of aggressive invasive plant species // *Plants*. — 2023. — V. 12, N 13. — Article 2482.

Narbona E., del Valle J. C., Arista M., Buide M. L., Ortiz P. L. Major flower pigments originate different colour signals to pollinators // *Frontiers in Ecology and Evolution*. — 2021. — V. 9. — Article 743850.

Parra-Tabla V., Arceo-Gómez G. Impacts of plant invasions in native plant–pollinator networks // *New Phytologist*. — 2021. — V. 230, N 6. — P. 2117–2128.

Shi J., Stahl M., de Vos R. C., Tielbörger K., Verhoeven K. J., Macel M. Metabolomic profiling reveals shifts in defenses of an invasive plant // *Biological Invasions*. — 2023. — V. 25. — P. 3293–3306.

Sooraj N. P., Jaishanker R., Athira K., Sajeew C. R., Lijimol D., Saroj K. V., Ammini J., Pillai M. S., Dadhwal V. K. Comparative study on the floral spectral reflectance of invasive and non-invasive plants // *Ecological Informatics*. — 2019. — V. 53. — Article 100990.

Taniguchi M., LaRocca C. A., Bernat J. D., Lindsey J. S. Digital database of absorption spectra of diverse flavonoids enables structural comparisons and quantitative evaluations // *Journal of Natural Products*. — 2023. — V. 86, N 4. — P. 1087–1119.

Uzelac M., Sladonja B., Šola I., Dudaš S., Bilić J., Famuyide I. M., McGaw L. J., Eloff J. N., Mikulic-Petkovsek M., Poljuha D. Invasive alien species as a potential source of phytopharmaceuticals: Phenolic composition and antimicrobial and cytotoxic activity of *Robinia pseudoacacia* L. leaf and flower extracts // *Plants*. — 2023. — V. 12, N 14. — Article 2715.

O. O. Didur, N. O. Khromykh, O. V. Liashenko

PLANTS OF THE GENUS *SORBUS* L. AS A SOURCE FOR INTRODUCTION AND PHYTOMELIORATION OF URBO ECOSYSTEMS IN THE STEPPE ZONE

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, didur@ua.fm

The current processes of climate change and desertification have a global scale, as they affect all regions of the world. The result of desertification is land degradation, associated with the loss of humus, increased erosion, and a decrease in biological diversity in general. In this sense, forest vegetation is given the role of a leading factor in mitigating the effects of global climate change and desertification. Among the main strategies for mitigating global climate change is the prevention of forest destruction in combination with reforestation and increasing the total forest area (Krause et al., 2017).

The territory of modern Ukraine is characterized by insignificant and uneven forest cover, which is only 16%, while three or four centuries ago, Ukraine's forest cover reached 40%. The problem of forest deficit is especially acute for the steppe zone, where the forest is in difficult conditions of ecological incompatibility with growth conditions, and the total forest cover does not exceed 5% (Tkach, 2012). Therefore, achieving optimal forest coverage of the territory of Ukraine through the creation of forest plantations of various functional purposes will contribute to the prevention of unwanted processes occurring in ecosystems, as well as the implementation of the idea of sustainable development of forestry in conditions of climate change and anthropogenic pressure.

The creation and functioning of green infrastructure, in particular green spaces as their integral part, is one of the effective mechanisms within large urban areas that optimizes the ecological situation and prevents desertification phenomena (Liu et al., 2023). The development of a network of green spaces is the most promising direction in the improvement of cities and in guaranteeing the ecological safety of the urban environment and comfortable living conditions of the urban population. Thanks to woody plants, urban green spaces can perform phyto remedial and other functions, as well as promote a harmonious relationship between man and nature. The ecological value of the urban green space, in particular tree plantations, in the conditions of the steppe increases especially in the summer hot and dry period. The thermoregulatory function of green spaces is an underestimated ecosystem service for urban areas (Gabriel et al., 2024; Muratet et al., 2024). Botanical gardens also play an important role in preventing desertification within urban areas. The Botanical Garden of Oles Honchar Dnipro National University is an important green area of the city of Dnipro, a center for the preservation of biodiversity of representatives of world flora, ecological, decorative horticulture and phyto landscape design, the main base for the introduction and acclimatization of plants, screening of potential plant species with a high content of biologically active compounds and antioxidant capacity.

The valuable phyto-remedial woody plants are various species of the genus *Sorbus* L., which have the characteristics of shade-tolerant, drought-resistant and frost-resistant plants (Tkachuk, 2021). The genus *Sorbus* L. (subfamily Maloidea Focke, family Rosaceae Juss.) was established by Carl Linnaeus (Linnaeus, 1753) and initially contained only two pinnate species: mountain ash (*S. aucuparia* L.) and mountain ash (*S. domestica* L.). The extent of the genus *Sorbus* L. is not clearly established today due to the great polymorphism of the species and the discontinuity of their ranges. A number of researchers (Sołtys et al., 2020) include more than 250 plant species in the genus *Sorbus* L. Plants of this genus are widely distributed in the temperate zone, less so in the subtropical regions of the Northern Hemisphere in various environmental conditions, including outside their natural habitats. In particular, the species *S. aucuparia*, in addition to natural growth in the territory of Europe (up to the extreme north), the Caucasus and Front Asia, has been introduced throughout the world in the temperate climate zone. The range of *S. domestica* and *S. torminalis* species covers North Africa, Western Asia and the territory of Western, Southern and South-Eastern Europe with relatively mild winters. The species *S. aria* occurs naturally from northern Africa and Central Asia to northern, western, and northwestern Europe. The territory of Europe is the natural range of the species *S. intermedia* (southern Sweden, Finland, Estonia, Latvia, Poland), *S. hybrida* (Norway, eastern Sweden, Finland) and *S. latifolia*, the least common species, whose homeland is Portugal, France and Germany (Fitzgerald, Helpdesk, 2020). In the Central and Eastern Asia, the species *S. cashmiriana* (western Himalayas, Kashmir), *S. commixta* (Korea, Japan and China), *S. amurensis* (Korea), as well as *S. tianschanica* and *S. pohnuashanensis* (both species in China) are common. On the territory of North America, the species *S. decora* and the species *S. americana*, common in Canada, occur naturally.

In the ethnomedicine of many peoples, including European countries, the medicinal and preventive properties of *Sorbus* plants were highly valued. The fruits of *S. aucuparia* and *S. aria* are known as vitamin and antioxidant agents. The fruits of *S. aucuparia*, *S. edulis*, *S. aria*, *S. torminalis* and *S. domestica* are added to jams, confectionery, syrups and carbonated drinks. The fruits of *S. domestica* and *S. torminalis* have traditionally been used as a diuretic, anti-diarrheal, anti-inflammatory, and as a vasodilator. The fruits of various rowan species are included in the pharmacopoeias of some countries as multivitamin substances, but due to their astringent and specific taste, they are not widely used in food (Arvinte et al., 2023). The inflorescences of *S. aucuparia* are recommended by folk medicine as a diuretic and anti-inflammatory agent (Olszewska, Roj, 2011), and various parts of these plants have been used to treat hemorrhoids, hypertension, gastrointestinal disorders, diarrhea, respiratory tract infections, rheumatism and gout. A decoction of the bark of *S. aucuparia* plants was used in Lithuania as a means for washing wounds, and in Estonia folk medicine prescribed it for the treatment of cancer (Sak et al., 2014). In Turkey, preparations from the leaves of *S. aucuparia* were used for gastrointestinal problems or prostatitis (Kültür 2007), and leaves of *S. domestica* were used to treat burns, cough, and urolithiasis. The leaves and bark of the plants *S. decora* and *S. americana* were used in the traditional medicine of the aboriginal peoples of Canada for the treatment of diabetes and its complications. Preparations from different parts of *Sorbus* plants serve as means for the treatment of bacterial, viral, inflammatory diseases, including tumors (Sarv et al., 2020).

The therapeutic and preventive value of plants of the genus *Sorbus* is determined by the biologically active substances present in them (in particular, polyphenols, carotenoids and organic acids), which are used in traditional medicinal systems. In the fruits of *Sorbus* plants, phenolic compounds are represented by caffeoylquinic acids, which are dominated by the content of chlorogenic, neochlorogenic, caffeic and ferulic acids, a wide variety of flavonols, such as quercetin, quercetin-3-malonyl-glucoside, rutin, dihydroquercetin, kaempferol, hyperoside, flavones luteolin and its glycosides, flavan-3-ols epicatechin, catechin, and procyanidins. The leaves of various species of the genus *Sorbus* also have a high content of chlorogenic acid, quercetin-3-O-sophoroside, hyperoside and rutin. More than 60 phytochemicals have been identified in the inflorescences of *S. aucuparia*, including isomers of chlorogenic acid, flavanols, and flavonols.

In Ukraine, according to the data of Melnychenko (2000), species of the genus *Sorbus* L. have been described since 1809, when the mountain ash (*S. aria*) was introduced in the Kharkiv region, in 1811 it was introduced into the collection plantings of the Kremenets Garden, and now it is known in almost all botanical gardens; the same year in the acclimatization garden named after I. N. Karazina began to grow mountain ash (*S. domestica*). In 1911, a hybrid mountain ash (*S. hybrida*) appeared in the Kremenets Botanical Garden in Volyn. Since 1936, the species *S. americana* March., *S. amurensis* Koehne, *S. latifolia* (Lam.) Pess., *S. thianshanica* Rupr. were introduced to Ukraine. and *S. umbellata* Zingerl. The largest collection of *Sorbus* species was gathered in the Trostyanets Arboretum in Chernihiv Oblast: according to the 1986 inventory, 17 of its species and forms grew here. The collection of the botanical garden named after O. V. Fomin of Kyiv State University named after T. G. Shevchenko has 13 species of the *Sorbus* genus that have been introduced into culture, including *S. intermedia* (Ehrh.) Pess, *S. discolor* (Maxim), and *S. commixta* (Hedl).

In the collection of the Botanical Garden of Oles Honchar Dnipro National University, the species of the genus *Sorbus* are divided into two groups according to drought resistance. Relatively drought-resistant group include the species *S. aucuparia* L. (common rowan), *Sorbus torminalis* (L.) Crantz (hawthorn rowan, or birch), *Sorbus latifolia* (Lam.) Pers. (broad-leaved mountain ash), and *Sorbus aria* (L.) Crantz. (round-leaved mountain ash). The group of winter-hardy, but not drought-resistant species includes *Sorbus domestica* L. (home or garden rowan), *Sorbus hybrida* L. (hybrid or Finnish rowan), *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. (intermediate or Scandinavian rowan).

In world practice, the facts of the successful use of plants of the genus *Sorbus* in the creation of forest strips and forest reclamation of technogenic transformed territories are known, which is an effective way to increase forest cover. For example, mountain ash (*S. aucuparia*) turned out to be one of the most common phyto-remedial tree species for reforestation of coal industry dumps in England (Phytomelioration role..., 2019). In Ukraine, the research of Genyk (2013) established that the species *S. aucuparia* belongs to several plant species with better biometric indicators and significant distribution, which ensured natural afforestation and renewal of tree vegetation in the mine dumps of the Kolomyia coal deposit. Plants of the *S. aucuparia* species also proved to be an effective tree culture during the biological stage of reclamation of the coal dumps of the Lviv-Volyn coal basin (Pinder, 2021). The results of recent experiments on the territory of the Yavoriv sulfur quarry indicate the prospects of using mycorrhizal fungi to improve the growth conditions of

woody plants, in particular *S. aucuparia*, on man-made soils with a high sulfur content (Shybanova et al., 2023). In the steppe zone of Ukraine, research by Savosko (2011) on the territory of the Kryvyi Rih basin established that the *S. aucuparia* plants belong to the associated tree species, which are promising for phytoremediation of industrial sites in Kryvyi Rih.

So, plants of the genus *Sorbus* L. (rowan) are able to successfully adapt to the conditions of the forest-steppe and steppe climate, bear fruit, synthesize a large number of various secondary metabolites, which indicates the expediency of their use in reclamation and phytoremediation measures as components created in the steppe zone phytocenoses, as well as a resource plant base of natural biologically active compounds to improve human health.

А. І. Головатюк

ТВЕРДОКРИЛІ (INSECTA, COLEOPTERA) РІЗНОВІКОВИХ НАСАДЖЕНЬ ДУБА ТА ГЛЕДИЧІЇ В ПІДЗОНІ ТИПЧАКОВО-КОВИЛОВИХ СТЕПІВ У МЕЖАХ КРИВОРІЖЖЯ

Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, Україна,
golovatyuk24.07@gmail.com

Степова зона України належить до найменш заліснених територій, а природні ліси зосереджені переважно в заплавах річок, балках та на піщаних терасах. Фактично з середини XIX століття розпочалася історія степового лісорозведення, на меті якого були не лише завдання збереження ґрунтів, регулювання клімату і поліпшення екологічних умов степу, а й дослідження взаємовідносин лісу та степу. Згодом було доведено, що лісові насадження в степовій зоні існують в умовах екологічної та географічної невідповідності (Бельгард, 1950), тому й на сьогодні постають питання поліпшення ефективності вирощування біологічно стійких та довговічних лісонасаджень. Відповідно, лісомеліорація степу призвела до зміни екологічних умов існування його біоти, а це в свою чергу відгукнулося на її видовому складі та екологічних характеристиках. Комахи відіграють значну роль у функціонуванні лісових екосистем, а твердокрилі є найбільшим за чисельністю та кількістю видів рядом комах, що безпосередньо приймає в цьому участь (Мателешко, 2005; Kanarsky, 2017). Таким чином, метою нашого дослідження було встановлення особливостей комплексів твердокрилих штучних лісів степу в межах Криворізького залізорудного басейну та порівняння їх з колеоптерокомплексами байрачного лісу.

Дослідження проводились на 8 ключових ділянках лісонасаджень в Широківському (Дніпропетровська обл.) та Володимирівському (Миколаївська обл.) лісництвах, що розташовані на півдні Криворіжжя. У Володимирівському лісництві знаходилося шість ділянок різновікових насаджень дуба звичайного та гледичії колючої, відповідно обидві культури по три: віком від 25 до 30 років, від 35 до 45 років та понад 50 років. Інші дві ділянки були розміщені в Широківському лісництві: одна – це дубові насадження з включеннями акації жовтої, друга ділянка – це додавання до дубово-акацієвої асоціації включень бруслини європейської. Вік насаджень – 35–40 років. Для порівняння комплексів твердокрилих нами було обрано ділянку байрачного лісу в Гурівському лісництві Кіровоградської області.

Протягом досліджень на вказаних ділянках за допомогою банок-пасток було зібрано 45791 екземплярів твердокрилих, які ідентифіковано та віднесено до 412 видів з 240 родів та 40 родин. Найбільше родів та видів відмічено в байрачному лісі, а найменше – в насадженнях дуба звичайного віком 25–30 та понад 50 років. Серед лісових насаджень досить високі показники у дубово-акацієво-бруслиновій асоціації, насадженнях дуба віком 35–40 років та в насадженнях гледичії колючої віком понад 50 років. На інших ділянках кількість видів коливається від 140 до 128 (табл. 1). За кількістю видів та родів скрізь домінували *Carabidae* та *Staphylinidae*. Для досліджуваних лісових насаджень характерне переважання видів серед родів *Harpalus* та *Amara*, на деяких ділянках їх відмічено до 8–10 видів, натомість у байрачному лісі переважають види з родів *Pterostichus* та *Carabus*. Серед стафілінів у насадженнях гледичії колючої переважають види з роду *Philonthus*, а в дубових насадженнях та байрачному лісі – з роду *Lordithon*.

За чисельністю в усіх лісонасадженнях переважали туруни, їх частки варіювали від 85 до 50 % від загальної кількості зібраних твердокрилих на досліджуваних ділянках (табл. 2). У різновікових насадженнях гледичії колючої та дуба звичайного віком 35–40 років у Володимирівському лісництві масовим виявився *Brachinus crepitans* (Linnaeus, 1758), частка якого подекуди становила більше 50 % від загальної кількості зареєстрованих твердокрилих в біотопах. На інших ділянках представники цього виду відмічені як рідкісні або випадкові (0,1–0,04 %), а то й взагалі були відсутніми, натомість фоновим або домінуючим тут був *Harpalus rufipes* (De Gree, 1774). Поруч з ним, але з дещо нижчими кількісними показниками, домінували в насадженнях гледичії *Anchonemus dorsalis* (Pontoppidan, 1763), *Amara similata* (Gyllenhal, 1810), *A. communis* (Panzer, 1797), *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824); в дубових насадженнях віком 25–30 років та понад 50 років домінували *Pterostichus niger* (Schaller, 1783), *Calathus fuscipes* (Goeze, 1777) та *C. melanocephalus* (Linnaeus, 1758). Останні два еудомінували в дубово-акацієвій та дубово-акацієво-бруслиновій асоціаціях, де їх частки становили до 20 % від загальної кількості твердокрилих. Їх чисельність зростала протягом вересня, кількість твердокрилих в цей період на вказаних ділянках значна саме за рахунок видів роду *Calathus*. Серед турунів

субдомінували (2,9–1,2 %) *Calosoma inquisitor* Linnaeus, 1758, *Ophonus rufibarbis* (Fabricius, 1792), *Notiophilus laticollis* Chaudoir, 1850, *Pt. niger*, *Pt. strenuus* (Panzer, 1797), *Panagaes cruxmajor* (Linnaeus, 1758), *Licinus depressus* (Paykul, 1790) та деякі інші.

Таблиця 1

Співвідношення родів та видів твердокрилих на досліджуваних ділянках
 (в чисельнику позначено кількість видів / в знаменнику – кількість родів)

№ п/п	Родина	Ділянки								Байрачний ліс
		Насадження гледичії колючої			Насадження дуба звичайного			Асоціації дуба, акації та бруслини бородавчатої		
		Вік насаджень, роки								
		25–30	35–40	>50	25–30	35–40	>50	35–40		
1	<i>Carabidae</i>	45/23	54/27	58/26	44/24	55/25	38/21	49/25	51/24	64/32
2	<i>Silphidae</i>	3/2	6/4	7/4	5/4	6/4	3/2	4/3	5/3	7/4
3	<i>Leiodidae</i>	5/4	3/3	4/3	5/4	7/6	6/5	5/4	6/5	6/5
4	<i>Staphilinidae</i>	20/15	23/18	31/24	20/15	28/20	18/13	27/19	26/19	45/33
5	<i>Lucanidae</i>	1/1	1/1	1/1	1/1	2/2	1/1	2/2	1/1	2/2
6	<i>Scarabaeidae</i>	6/5	8/5	12/7	4/4	7/5	3/3	7/6	13/8	7/5
7	<i>Elateridae</i>	4/2	5/5	8/7	2/1	4/4	1/1	2/2	8/7	4/4
8	<i>Cryptophagidae</i>	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	2/2
9	<i>Coccinellidae</i>	6/6	2/2	5/5	4/4	3/3	4/4	4/4	4/4	7/7
10	<i>Tenebrionidae</i>	6/5	7/6	6/5	2/2	4/4	3/3	5/5	5/5	8/8
11	<i>Cerambycidae</i>	1/1	2/2	1/1	3/3	2/2	2/2	3/2	6/4	2/2
12	<i>Chrysomelidae</i>	6/6	6/5	5/5	3/3	5/4	6/5	5/5	9/6	15/9
13	<i>Curculyonidae</i>	9/9	2/2	9/7	9/7	13/9	8/6	19/13	20/10	21/16
Інші родини		15/14	8/8	12/11	4/4	13/11	2/2	11/11	21/16	20/20
Разом		129/94	128/89	160/110	107/77	150/100	96/69	144/102	176/113	210/149

Staphylinidae та *Silphidae* в лісових насадженнях займали друге положення після турунів, переважно за рахунок таких видів стафілінів як *Drusilla canaliculata* (Fabricius 1787), *Gabrius osseticus* (Kolenati, 1846), *Sepedophilus sp.* та мертвоїдів з роду *Silpha* і їх личинок. Насадження дуба також характеризуються домінуванням *Curculionidae*: в дубово-акацієвій та дубово-акацієво-бруслиновій асоціаціях домінували або субдомінували *Otiorhynchus ligustici* (Linnaeus, 1758) (7–2 %) та *Urometopus nemorum* L. Arnoldi, 1965 (4,2–2,6 %), а в насадженнях дуба віком 35–40 років – *Brachysomus echinatus* (Bonsdorff, 1785) (5,1 %). У насадженнях гледичії 25–30 років субдомінували *Cantharidae* (*Cantharis rustica* Fallén, 1807), а в насадженнях гледичії віком понад 50 років – *Scarabaeidae* (представники роду *Onthophagus*).

У байрачному лісі комплекс твердокрилих має відмінності від комплексів лісонасаджень внаслідок переважання *Staphylinidae* над *Carabidae*, їх частка тут становить 47,4 % від загальної кількості зібраних твердокрилих на ділянці (табл. 2). Всього тут відмічено 45 видів з 33 родів *Staphylinidae*, але основу їх складають представники роду *Lordithon* та таких видів як *Tachyporus hypnorum* (Fabricius, 1775) та *Staphylinus erythropterus* (Linnaeus, 1758), серед яких еудомінував *L. trimaculatus* (Paykull, 1800), з часткою 30,8 %, домінував *L. thoracicus* (Fabricius, 1776), інші наведені представники субдомінували. Кількість видів турунів у байрачному лісі найбільша серед усіх досліджуваних ділянок (64 види), але домінували представники типового лісового виду *Carabus convexus* (Fabricius, 1775) та еврибонтного *H. rufipes* (Пучков, 2018) з частками 7,2 та 4,4 % відповідно. Субдомінували *N. laticollis*, *Pt. melanarius* (Illiger, 1798), *Pt. niger* та *C. fuscipes*, інші види турунів тут знаходяться в ролі рецентів та субрецентів.

До банок-пасток у байрачному лісі постійно потрапляли гризуни, що спонукало домінування у біотопі і представників *Silphidae*, серед яких переважав *Nicrophorus interruptus* (Stephens, 1830) з часткою 13,2 %. У порівнянні з лісовими насадженнями значення представників видів з роду *Silpha*

тут невелике і вони займають роль рецедентів (частки менше 0,2 %). Характерним для лісових біогеоценозів є наявність мешканців грибів та листової підстилки, таких як представників *Leiodidae*, та *Cryptophagidae* (Мателешко, 2005), а для дубових насаджень та байрачного лісу – *Lucanidae*. Остання родина найчисельніша за рахунок *Lucanus cervus* (Linnaeus, 1758) саме в байрачному лісі та з часткою 2,1 % займає тут субдомінуюче положення. Чисельність *Tenebrionidae* на усіх ділянках оцінюється як рецедентна, але видовий склад різниться: більшість чорнотілок лісових насаджень представлені типовими степовими, або еврибіонтними видами, натомість до складу цієї родини байрачного лісу входять також такі дендробіонтні ксило- та мікофаги як *Nalassus brevicollis* (Krynicky, 1832), *Scaphidema metallicum* (Fabricius, 1792), *Bolitophagus reticulatus* (Linnaeus, 1767) та *Diaperis boleti* (Linnaeus, 1758), які також зустрічаються і в насадженнях гледичії віком 35–40 років.

Таблиця 2

Чисельність твердокрилих на досліджуваних ділянках, %

№ п/п	Родина	Ділянки								Байрачний ліс
		Насадження гледичії колючої			Насадження дуба звичайного			Асоціації дуба, акації та бруслини бородавчастої		
		Вік насаджень, роки								
		25–30	35–40	>50	25–30	35–40	>50	35–40		
1	<i>Carabidae</i>	77,87	78,35	79,97	49,67	65,61	65,99	54,45	55,11	22,28
2	<i>Silphidae</i>	2,81	5,99	9,11	11,51	15,74	2,39	4,05	12,67	13,91
3	<i>Leiodidae</i>	0,81	0,45	0,25	2,91	0,71	1,24	0,93	0,69	3,39
4	<i>Staphilinidae</i>	11,93	11	4,89	23,53	9,25	24,66	17,12	13,1	47,35
5	<i>Lucanidae</i>	0,03	0,74	0,11	0,44	0,14	0,7	0,14	0,02	2,08
6	<i>Scarabaeidae</i>	0,7	0,84	2,13	0,8	0,29	0,3	0,52	4,39	0,20
7	<i>Elateridae</i>	0,41	0,53	0,76	0,29	0,16	0,1	1,76	1,49	0,16
8	<i>Cryptophagidae</i>	0,64	0,79	0,53	4,01	0,96	1,29	1,64	0,9	2,83
9	<i>Coccinellidae</i>	0,29	0,15	0,52	0,66	0,18	0,4	3,07	1,26	2,68
10	<i>Tenebrionidae</i>	0,26	0,28	0,31	0,15	0,19	0,3	0,39	0,73	0,22
11	<i>Cerambycidae</i>	0,09	0,03	0,01	0,29	0,1	0,2	0,07	0,15	0,05
12	<i>Chrysomelidae</i>	0,67	0,46	0,12	1,82	0,23	0,75	0,91	0,78	1,24
13	<i>Curculyonidae</i>	0,43	0,05	0,27	1,17	5,67	1,09	13,48	6,36	2,85
Інші родини		3,06	0,34	1,02	2,74	0,77	0,59	1,47	2,35	0,76
Разом		100	100	100	100	100	100	100	100	100

У формуванні колеоптерокомплексів лісових насаджень та байрачного лісу невід’ємну роль відіграють твердокрилі на стадії личинок, особливо таких родин як туруни, стафіліни, мертвоїди та сонечка. Личинки турунів домінували в насадженнях гледичії колючої та дуба звичайного віком 35–40 років та насадженнях з акацієво-бруслиновими включеннями, де їх частки становили від 6 до 4 %. Практично на усіх ділянках спостерігається субдомінування личинок *Staphylinidae*, а в дубово-акацієвій асоціації з ними розділили значення й личинки *Coccinellidae* (відповідно 1,1 та 2,4 % від загальної кількості відмічених твердокрилих на ділянці). Личинки *Silphidae* домінують, або субдомінують майже на усіх ділянках штучних лісонасаджень, особливо там, де відмічені представники роду *Silpha*.

Для встановлення екологічної характеристики видів твердокрилих досліджуваних лісових біогеоценозів нами було розподілено їх за ценоморфічною, біоморфічною, трофічною та гігротермічною структурами. Серед ценоморф в усіх лісових насадженнях Володимирівського та Широківського лісництв переважають пратанти-сільванти з частками 80–90 % у насадженнях гледичії та 75–50 % в насадженнях дуба. Інші ценоморфічні групи, такі як пратанти, сільванти та пратанти-степанти розподілилися в межах від 27 до 2,5 %. Байрачний ліс характеризується переважанням сільвантів та сільвантів-пратантів, частки яких тут складають 54 та 40,5 % відповідно. Пратанти-степанти та пратанти тут займають усього по 2,5 та 2 %.

Спектр життєвих форм зареєстрованих твердокрилих достатньо широкий, але ми їх об'єднали в дев'ять основних топоморфічних груп, серед яких переважали герпетобіоти та геобіоти в усіх штучних лісових насадженнях. Основну частку герпетобіотів (від 90 до 65 %) в цих біотопах складають туруни, стафіліни, лейодіди, довгоносики роду *Otiorhynchus* та *Urometopus*, а геобіоти (5–24 %) чисельні переважно за рахунок копро- та некрофільних груп, до яких відносяться мертвоїди, карапузики, шкіроїди, пластинчастовусі з родів *Aphodius* та *Onthophagus*, та деякі види стафілінів. У байрачному лісі розподіл топоморф сформовано за схемою: мікобіоти – герпетобіоти – геобіоти – епігеобіоти – інші групи. Мікобіоти з часткою 42,7 % переважають за рахунок представників роду *Lordithon*, які живуть у грибах та полюють на їх мешканців, а також за рахунок *Cryptophagidae*. До герпетобіотів відносяться 25 % твердокрилих: це інші види стафілінів, деякі довгоносики та переважна більшість турунів, окрім представників *C. convexus*, які утворюють окрему групу епігеобіотів (7,3 %). Геобіоти в байрачному лісі відповідно утворені представниками *N. interruptus*.

Трофічна структура представлена сімома основними групами трофоморф і характеризується переважанням зоофагів з частками від 40 до 72 %, що зумовлено еудомінуванням та домінуванням на більшості ділянок турунів та стафілінів. Для насаджень дуба та гледичії є характерним присутність великої кількості міксофітофагів (17–31 %) за рахунок представників роду *Amara* та гарпалоїдної групи турунів: *Harpalus* та *Ophonus*. В байрачному лісі чисельність міксофітофагів порівняно невисока та становить 6,7 % від усієї чисельності твердокрилих на ділянці, натомість за рахунок *N. interruptus* сформувалася група некрофагів з часткою 13,8 %, яка є найбільшою серед усіх досліджуваних біотопів. Гігропреферендум представлений переважанням мезофільних видів, що, в принципі, є характерним для фауни лісових біогеоценозів.

Отже, в досліджених лісонасадженнях сформувалися колеоптерокомплекси, до складу яких входять досить типові для лісових біогеоценозів види. Але порівняльний аналіз з твердокрилими байрачного лісу вказує на специфіку ценоморфічної, екобіоморфічної та трофічної їх структур в насадженнях дуба звичайного та гледичії колючої, що, у свою чергу, є відображенням особливостей екологічних умов, які сформувались за 20–50 років існування лісонасаджень у степовій зоні України.

Список використаних джерел

Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР. – Киев: Изд-во Киевского государственного университета им. Т. Г. Шевченко, 1950. – 263 с.

Мателешко О. Ю. Твердокрилі (Insecta, Coleoptera) як індикатори пралісів і природних лісів Українських Карпат // Наук. вісн. Ужгор. ун-ту (серія Біологія). – Ужгород, 2005. – Вип. 16. – С. 147–152.

Пучков О. В. Жуки-жужелицы (Coleoptera, Carabidae) трансформированных ценозов Украины. – Киев, 2018. – 448 с.

Kanarsky Yu.V. 2017. The indicator value of Insect species (Coleoptera, Lepidoptera) as the markers of natural ecosystems conditions within the Ukrainian Carpathians region // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – 8 (15), № 1. – 147–184.

В. В. Тротнер

ВИЗНАЧНІ ВІКОВІ ДЕРЕВА МІСТА ЗАЛІЩИКИ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Криворізький професійний гірничо-металургійний ліцей, м. Кривий Ріг, Україна, trotnerv@gmail.com

До нашого часу в Україні збереглися вікові дерева, пов'язані з відомими історичними подіями чи визначними постатями. Вони безперечно мають значне історико-культурне, патріотичне, пізнавальне та виховне значення. У більшості випадків вони взяті під охорону і їм наданий статус пам'яток природи місцевого значення, меморіальних садиб тощо (Черняк, 2004).

Заліщики – старовинне місто на півдні Тернопільської області, відоме з 1370 року. Площа 7 км², населення – 9 тисяч осіб. З липня 2020 року входить до Чортківського району. Розташоване на лівому березі Дністра у чаші глибокого каньйону, місто-півострів. Парки міста Заліщики, закладені у XIX–XX ст., наближаються до свого 200-річчя, а деякі найстаріші дерева, що ростуть на їхній території, мають вік 500 років. Такі об'єкти є національним надбанням і повинні бути взяті під державну охорону.

Метою роботи є виявлення найстаріших дерев міста Заліщики Тернопільської області, їх опис і розроблення шляхів індивідуального моніторингу.

У серпні 2024 р. методом маршрутних екскурсій нами було проведено обстеження більшості найстаріших дерев міста Заліщики Тернопільської області, запропоновані природоохоронні заходи з їх збереження. Критеріями оцінки характеристики дерева були: висота, діаметр стовбура та оцінка життєвості. Висоту рослини визначали за літературними джерелами; довжину окружності стовбура вимірювали на висоті 1,3 м – за допомогою рулетки. Місце зростання визначали за GPS-координатами. Оцінювання життєвості рослин здійснювали за методикою Г. В. Кулікова (Кушнір та ін., 2009).

Детально обстежено 58 найстаріших дерев міста Заліщики Тернопільської області. Переважна більшість з них ростуть на територіях природно-заповідних об'єктів місцевого значення і охороняються законодавчо. Деякі потребують заповідання і надання охоронного статусу. Найбільшим багатством вікових дерев представлений так званий Нижній парк – тут росте 44 дерева, посаджені ще за часів барона Бруницького, отже їхній орієнтовний вік близько 200 років. У дендропарку Фахового коледжу НУБіП також є 9 вікових дерев віком близько 100 років. Поза межами цих парків зростають декілька вікових дерев, які мають статус ботанічних пам'яток, але є й інші вікові дерева, які не мають такого статусу, тому потребують заповідання.

Наведемо перелік та опис вікових дерев за їхнім місцем зростання.

Заліщицький парк (Нижній парк). м. Заліщики, вул. Степана Бандери 5, біля р. Дністра, садиба колишньої лікарні. Парк пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення в Україні. Рішення ВК ТОР від 20.12.1968 р. № 870 та від 24.04.1972 р. № 228. Площа 5 га (Природно-заповідний фонд.). Місцеві назви «Нижній парк», «Старий парк» та «Панський парк».

Історія створення. Наприкінці XVIII століття князь Ю. Понятовський заклав на березі Дністра в Заліщиках маєток з невеликим палацом. У 1808 році його придбав купець Ігнацій Бруницький, єврей-вихрест. У 1831 році він перебудовав палац і заклав парк в регулярному стилі. На початку XX ст. цей маєток перейшов у власність полковника Турнау. Його дружина Стелла Турнау доклала багато зусиль з реорганізації парку та упорядкувала його за тодішніми європейськими стандартами. Для догляду за парком вона запросила спеціаліста з Німеччини – городника Душинського. В середині XIX ст. над парком недовго працював відомий ландшафтний дизайнер Северин Лусаковський (Сопилук, Бачинський, 2015). У 1902 р. у Заліщиках відкрили дворічну городньо-садівничу школу. Стараннями городників парк гарно обладнали і утримували у порядку. Клопотаннями баронеси було закладено стаціонарні теплиці, в яких вирощували тропічні й субтропічні рослини, зокрема лавр, банан, драцени, а також здійснювали схрещування і займались виведенням нових сортів троянд. За часів баронеси Турнау були спроби інтродукції дерев-екзотів з інших країн світу, проте лише частина завезених сюди цінних дерев акліматизувалася і збереглася до наших днів. Багато дерев і кущів було знищено під час війни 1914 р., а також 1941 р. З 1939 р. маєток Турнау разом із парком передали будинку для відпочинку громадян. В повоєнні роки у палаці розмістився будинок відпочинку ВЦСПС, потім дитячий ревматологічний санаторій, а потім районна лікарня. В 1960-х роках в парку було ще повно екзотів і могутніх старих дерев – відпочивальники залюбки фотографувалися на їхньому фоні. У 2015 р. лікарня виїхала з палацу Бруницьких, а будівлю палацу викупив в приватну власність олігарх Фірташ. Парк виглядає доглянутим: дитячі гірки, тренажери, туалети, доріжки, освітлення, альтанки,

годовнички для птахів, багато інформаційних стендів. З 2019 р. у будинку колишнього літнього театру Понятовських знаходиться офіс НПП «Дністровський каньйон» (Заліщики..).

В парку є кілька дубів віком 300–500 років. Тут зростає 64 види, форми, гібридів дерев, кущів, ліан, з них 34 – екзоти. Особливої уваги заслуговують вікові дерева. В 2019 році було проведено інвентаризацію вікових дерев парку за програмою «Знамениті та історичні дерева». Дослідження провели, без зазначення координат зростання дерев, київські фахівці Кушнір А. І. (НУБіП) та Кушнір І. Л. (Ботсад Гришка). За їхніми даними параметри вікових дерев парку такі: ясен пенсільванський (обхват стовбура 210 см, висота 24 м, орієнтовний вік – більше 100 років), ясен пенсільванський (320/26/150), ясен звичайний (234/25/120), сосна чорна австрійська (217/22/>120), ясен звичайний (282/24/>120), каркас західний (213/22/100), робінія псевдоакація (271/24/100), бундук канадський (327/23/200), софора японська (320/23/200), дуб звичайний (548/24,5/500), гінкго дволопатево (375/27/180), софора японська форма плакуча (174/7/120), гінкго дволопатево (362/21/180), дуб звичайний (467/28,5/400), ясен звичайний (360/26/>150 років), ясен пенсільванський (265/24/120), ясен пенсільванський (210/24/100), ясен звичайний (234/25/120), ясен звичайний (282/24/120) (Кушнір, Кушнір, 2019).

За літературними даними параметри деяких вікових дерев парку такі: гінкго дволопатево (112/26), три дерева бундука канадського (79/19–20), дуб звичайний (164/26), дуб північний (105/22), гірकोкаштан звичайний (101/15–16), тополя дельтовидна (110/25), софора японська форма плакуча (64/8). Заліщицький парк – один із старовинних парків Тернопільської області, де зростає багато дерев-старожилів (Черняк, 2004; Черняк та ін., 2014).

У парку виконуються роботи з покращання його естетичного вигляду, санітарного стану і видового складу. Підсаджено декоративні кущі: таволга середня, вейгела рожева, жимолость татарська, форзиція європейська, гібіскус сирійський та ін. На території парку побудований літній кінотеатр, спортивні майданчики. Створені різноманітні експозиції Еколого-освітнього простору НПП «Дністровський каньйон». Парк потребує дбайливого догляду з метою збереження вікових дерев (табл. 1) (Черняк та ін., 2014). Наведемо дані власних польових досліджень вікових дерев міста Заліщики (табл. 1–3).

Таблиця 1

Вікові дерева Нижнього парку м.Заліщики

№ п/п	Назва дерева	Дата обстеження	Обхват стовбура	Координати	Життєвий стан	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	Ясен	19.08.24	352 см	48.636402,25.734157	5 балів	
2	Ясен	19.08.24	246 см	48.636483,25.734113	4 бали	
3	Ясен	19.08.24	264 см	48.636849,25.733732	4 бали	
4	Ясен	19.08.24	270 см	48.636907,25.733917	4 бали	
5	Каркас західний	19.08.24	280 см	48.636988,25.734104	5 балів	
6	Ясен	19.08.24	238 см	48.636937,25.733980	5 балів	
7	Софора японська	19.08.24	580 см	48.636800,25.733744	4 бали	багатостовбурова
8	Софора японська	19.08.24	стовбур покрученої чудернацької форми	48.636583, 25.733250	3 бали	ботанічна пам'ятка природи, Рішення ВК Тернопільської обласної ради від 23.10.1972 року, № 537
9	Гінкго дволопатево	19.08.24	393 см	48.636708,25.733162	5 балів	ботанічна пам'ятка природи «Гінкго Ігнатія Браницького»; у межах ППСМ «Заліщицький парк». Рішення ТОР від 23.10.2012 № 1448

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
10	Ясен	19.08.24	235 см	48.636914,25.732645	5 балів	
11	Ясен		199 см	48.636914,25.732645	5 балів	
12	Софора японська	19.08.24	355 см	48.636714,25.732330	5 балів	
13	Дуб	19.08.24	324 см	48.634820,25.733478	4 бали	
14	Дуб	19.08.24	612 см	48.634534,25.734370	4 бали	ботанічна пам'ятка природи у межах ППСПМ «Заліщицький парк». Рішення ТОР від 23.10.2012 № 1448
15	Ясен	21.08.24	227 см	48.636507,25.733529	4 бали	
16	Ясен	21.08.24	162 см	48.636572,25.733352	4 бали	
17	Черешня	21.08.24	226 см	48.636581,25.733243	4 бали	
18	Софора	21.08.24	287 см	48.636566,25.732821	5 балів	
19	Ясен	21.08.24	243 см	48.636589,25.732780	4 бали	
20	Ясен	21.08.24	252 см	48.636506,25.732367	4 бали	
21	Сосна чорна австрійська	21.08.24	255 см	48.636499,25.732379	4 бали	
22	Ясен	21.08.24	350 см	48.636584,25.732373	4 бали	
23	Бундук канадський	21.08.24	319 см	48.636177,25.732120	5 балів	
24	Ясен	21.08.24	410 см	48.636338,25.731919	4 бали	
25	Ясен	21.08.24	286 см	48.636062,25.731955	4 бали	
26	Ясен	21.08.24	266 см	48.636059,25.731827	4 бали	
27	Ясен	21.08.24	328 см	48.635981,25.732001	4 бали	
28	Ясен	21.08.24	258 см	48.635974,25.732239	4 бали	
29	Ясен	21.08.24	317 см	48.635949,25.732484	4 бали	
30	Ясен	21.08.24	380 см	48.635694,25.732427	4 бали	
31	Тополя чорна	21.08.24	341 см	48.635349,25.732325	4 бали	
32	Липа	21.08.24	308 см	48.635189,25.732753	4 бали	
33	Ясен	21.08.24	287 см	48.635316,25.732740	4 бали	
34	Ясен	21.08.24	285 см	48.635335,25.732705	5 балів	
35	Ясен	21.08.24	316 см	48.635352,25.733043	4 бали	
36	Ясен	21.08.24	260 см	48.635351,25.732777	5 балів	
37	Ясен	21.08.24	396 см	48.635427,25.733443	4 бали	
38	Ясен	21.08.24	293 см	48.635715,25.733629	4 бали	
39	Дуб	21.08.24	480 см	48.635945,25.733557	5 балів	
40	Ясен	21.08.24	352 см	48.635682,25.734200	4 бали	
41	Дуб	21.08.24	408 см	48.635557,25.734440	5 балів	
42	Ясен	21.08.24	290 см	48.635535,25.734371	4 бали	
43	Ясен	21.08.24	305 см	48.635446,25.734268	4 бали	
44	Клен явір	21.08.24	274 см	48.635247,25.734418	3 бали	

Заліщицький дендропарк. Підпорядкований Заліщицькому фаховому коледжу НУБіП (Заліщицький державний аграрний коледж ім. Євгена Храпливого Національного аграрного університету, вул. С. Крушельницької, 52а). Рішенням виконкому Тернопільської обласної ради від 25 квітня 1996 року № 90 йому надано статус об'єкта природно-заповідного фонду місцевого значення. Площа 2 га (Природно-заповідний фонд..).

Історія створення. Заснований у 1973–1980 рр. на базі невеличкого дендрарію площею 0,3 га городньо-садівничої школи, яка була відкрита 1902 р. Вирощували саджанці сортів яблунь, груш, слив, абрикосів, агрусу, чорної смородини, декоративні дерева і кущі, а також деякі лісові культури. Від того часу збереглися дерева: липа американська, липа серцелиста форма розсіченолиста, липа кримська, гліцинія китайська, дуб звичайний форма пірамідальна, бузок східнокарпатський, ясен

звичайний форма плакуча, тополя берлінська (всього 15 видів і форм). На базі цієї школи в 1939 р. було відкрито Заліщицький сільськогосподарський технікум, який у 60-х роках був перейменований на радгосп-технікум. Садивний матеріал завозили із ботанічних садів м. Києва, Львова, Чернівців, а також Уманського і Гермаківського (Тернопільська область) дендропарків, а також з Обіжєвського та Жежавського ботанічних заказників. У дендропарку особливу увагу привертають тис ягідний, каштан їстівний, ліщина деревовидна, софора японська, бундук канадський, ліщина звичайна форма розсіченолиста, гібіскус сірійський, магнолії Кобус і Суланжа, сосна чорна, ліріодендрон тюльпанний, гінґо дволопатева, буддлея Давида форма білокіткова та ін. Нині зростає 165 видів і форм дерев, кущів, ліан. Дендропарк щорічно поповнюється новими перспективними і декоративними видами. Він є навчальною базою Заліщицького фахового коледжу НУБіП та Заліщицької державної гімназії (Сопилук та ін., 2015; Черняк та ін., 2014).

Таблиця 2

Вікові дерева Дендропарку Заліщицького фахового коледжу НУБіП

№ п/п	Назва дерева	Дата обстеження	Обхват стовбура	Координати	Життєвий стан	Примітка
1	Платан західний	17.08.24	221 см	48.645135,25.734333	4 бали	
2	Дуб каштанолістий	17.08.24	256 см	48.645138,25.734418	4 бали	
3	Каштан їстівний	17.08.24	393 см		5 балів	3-стовбуровий
4	Дуб скельний	17.08.24	274 см	48.645544,25.735091	5 балів	
5	Гінґо	17.08.24	115 см	48.645430,25.734963	5 балів	
6	Липа	17.08.24	295 см	48.645312,25.735601	5 балів	
7	Ясен	17.08.24	326 см	48.645671,25.735652	4 бали	
8	Ясен	17.08.24	239 см	48.645773,25.735519	3 бали	
9	Дуб скельний	17.08.24		48.645469,25.735103	4 бали	

Таблиця 3

Інші вікові дерева м. Залішки

№ п/п	Назва дерева	Дата обстеження	Обхват стовбура	Координати	Життєвий стан	Примітка
1	Гінґо дволопатева	19.08.24	386 см	48.639479,25.736577 садиба школи № 2	4 бали	ботанічна пам'ятка природи місцевого значення, Рішення ВК ТОР від 20.12.1968 р. № 870
2	Дуб біля дитячого санаторія	12.08.24, 23.04.24	360 см	48.640498,25.744827	4 бали	необхідно встановити інформаційний аншлаг
3	Бундук канадський	За даними Інтернет-джерел (Природно-заповідний фонд..)		м. Залішки, на кладовищі, за 20 метрів від центрального входу	---	ботанічна пам'ятка природи; Рішення ВК ТОР від 23.10.1972 р. № 537
4	Софора японська	-/-		м. Залішки, на кладовищі, за 20 метрів від центрального входу	---	-/-
5	Горіх ведмежий № 1	-/-		м. Залішки, біля універмагу	---	-/-

Вік обстежених нами дерев становить від 100 до 500 років, висота (8)11–26 м, а окружність стовбура на висоті 130 см сягає 115–612 см. Загальний стан більшості дерев задовільний, хоча деякі з них мають пошкодження крони, сухі гілки або дупла. У них добре розвинуті крони, спостерігається

періодичне цвітіння і плодоношення. Стан окремих дерев є незадовільним і потребує їх консервації методами сучасної арбористики.

Найстаріші дерева м. Заліщики потребують проведення лікувальних та оздоровчих заходів, а також організації території. Вони полягають у встановленні огорожі навколо дерев, проведенні збалансування крон зростаючих поряд рослин. З метою зменшення рекреаційного навантаження на кореневу систему необхідно перекрити пішохідні доріжки чи облаштувати дерев'яний настил. Доцільно висадити певну кількість екземплярів саджанців – нащадків вікових дерев, які в майбутньому зможуть замінити старі дерева, що поступово гинуть. Всі ці вікові дерева потребують постійного моніторингу за їхнім станом та використання новітніх технологій лікування. Деяким деревам необхідно надати статус ботанічної пам'ятки природи.

На сьогодні існує потреба в інвентаризації та складанні кадастру старих дерев-довгожителів міста Заліщики, а також постійного моніторингу їхнього стану. З метою збереження дерев необхідне встановлення інформаційних аншлагів. Робота з багатовіковими деревами м. Заліщики потребує подальшого вдосконалення технологій їх лікування, оздоровлення та збереження. Для цього дендрологам, арбористам, представникам природо-охоронних структур необхідно докласти чимало зусиль; а органи влади та землекористувачі зобов'язані надавати необхідну підтримку. Потрібно вести широку просвітницьку роботу в засобах масової інформації про наукове та історичне значення вікових дерев, особливо для молоді, а також для туристів і гостей міста. Адже, такі визначні вікові дерева можуть стати прекрасною візитівкою старовинного курортного міста Заліщики.

Список використаних джерел

Заліщики: палац – <https://castles.com.ua/palac-zalischyky.html>

Кушнір А. І., Кушнір І. Л. Анкетування вікових дерев Заліщицького парку за програмою «Знамениті та історичні дерева». 29.05.19 р. – архів Національного природного парку «Дністровський каньйон».

Кушнір А. І., Суханова О. А., Кушнір І. Л. Технологічні особливості лікування і оздоровлення вікових та історичних дерев. – К.: НУБіП України, 2009. – 48 с.

Сопилюк М. В., Бачинський М. М. Заліщики. Роки, події, люди. – Тернопіль: «Тернограф», 2015. – Т. 1. – 1068 с.

Черняк В. М. Культивована дендрофлора Волино-Поділля, перспективи її використання та збагачення. – Тернопіль: ТНПУ, 2004. – С. 81–82.

Черняк В. М., Синиця Г. Б., П'ятківський І. О. Унікальні перлини природи Тернопільщини. – Тернопіль, 2014. – 512 с.

Природно-заповідний фонд Заліщицького району – https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE-%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%B4_%D0%97%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%89%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD%D1%83

В. В. Мігура, О. М. Масюк

ФЕНОЛОГІЧНІ ФАЗИ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ЧОРНИЦІ ВИСОКОРОСЛОЇ В АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна,
v.migura1992@gmail.com*

Чорниця високоросла (*Vaccinium corymbosum*) є однією з найбільш цінних і поширених ягідних культур, яку вирощують на багатьох континентах завдяки її високій продуктивності, стійкості до різних кліматичних умов і винятковим корисним властивостям. Ягоди цієї рослини багаті на вітаміни, мінерали та антиоксиданти, що робить їх незамінними в раціоні сучасної людини, яка прагне до здорового харчування. Висока концентрація антиоксидантів допомагає боротися з вільними радикалами, а багатий вміст вітаміну С сприяє зміцненню імунітету. Завдяки цьому чорниця високоросла є важливою культурою як для фермерів, так і для споживачів, які цінують її поживні властивості та привабливий смак.

Вирощування чорниці високорослої потребує чіткого розуміння її життєвого циклу та особливостей розвитку, оскільки кожен етап зростання рослини тісно пов'язаний із зовнішніми факторами, такими як погода, умови освітлення, рівень вологості і догляд. Як багаторічна культура, чорниця високоросла проходить кілька важливих фенологічних фаз протягом вегетаційного циклу, кожна з яких має свої унікальні особливості та потребує окремого підходу до агротехнічних заходів.

Розуміння фенологічних фаз розвитку цієї рослини є ключовим для ефективного догляду за плантаціями та отримання високого врожаю. Кожна з фаз характеризується певними фізіологічними процесами, на які можуть впливати зовнішні фактори, такі як погода, освітлення та догляд. Крім того, чітке розуміння впливу зовнішніх факторів на розвиток чорниці дає змогу попередити можливі негативні наслідки та забезпечити високу врожайність.

Інтродукція чорниці високорослої відіграє важливу роль у забезпеченні населення якісними та корисними продуктами харчування, а також в розвитку агропромислового сектору. Однак, введення чорниці в нове середовище вимагає детального вивчення її біоекологічних особливостей для успішного вирощування (Андрусів, 2006).

Метою даного дослідження є вивчення фенологічних фаз росту чорниці високорослої на прикладі сортів: Дюк, Торо, Бонус, Чандлер, Нельсон, Блюкроп, Блюголд та Спартан в кліматичних умовах Дніпропетровської області. Дослідження спрямоване на визначення впливу агрокліматичних умов на етапи вегетації, строки дозрівання та врожайність різних сортів чорниці, з метою оптимізації агротехнічних заходів для підвищення ефективності вирощування культури в даному регіоні.

До Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2024 рік, занесені 52 сорти чорниці високорослої, що найбільш повно відповідають умовам України (Державний реєстр.). В умовах України можуть рости і плодоносити інтродуковані сорти чорниці високорослої американської і канадської селекції, наприклад: Нортблю, Норткантрі, Нортланд, Нортскай, Патріот, Блюгольд, Дюк, Река, Стенлі, Берклі, Блюджей, Дарроу, Джерсі, Нельсон, Нуї, Пембертон, Пуру, Торо, Хардіблю, Ранкокас, Спартан, Елізабет, Елліот, Блюкроп, Санрайс, Ерліблю та ін.

Сорти чорниці високорослої, такі як Блюгольд, Блюкроп, Дарроу, Дюк, Елліот, Патріот, Ранкокас, Торо, Нельсон, Бонус, Чендлер, Спартан, ДенісБлю та ін., відзначаються вираженим гомеостазом і пластичністю, тобто здатністю адаптуватися до змінних умов навколишнього середовища в різних кліматичних зонах. Ці сорти можуть адекватно реагувати на різноманітні зміни, що робить їх придатними для вирощування в різних регіонах. Проте, незареєстровані сорти можуть використовуватися лише для навчальних і наукових цілей або для особистого користування без комерційної мети.

Перед закладанням плантації чорниці високорослої у різних агроекологічних зонах України необхідно ретельно підбирати сорти, враховуючи мету використання врожаю – чи буде він призначений для особистого споживання, продажу на ринку або для промислової переробки. Важливо забезпечити безперервний процес збору плодів, при цьому врожай має бути рівномірним без суттєвих коливань у якості ягід. Для цього слід висаджувати сорти з різними строками дозрівання – ранні, середні та пізні.

Чорниця високоросла є культурою, яка потребує специфічних ґрунтових умов, що може обмежувати її поширення. Для цієї рослини необхідні добре аеровані, легкі за складом та кислі

ґрунти, з оптимальною кислотністю рН 3,8–4,8 і високим вмістом органічної речовини – щонайменше 3,5 % (ідеально 7 %). У природних умовах чорниця високоросла зазвичай зростає на кислих ґрунтах, торфовищах, пісках і супіщаних субстратах. Подібні умови можна відтворити на оброблюваних полях шляхом внесення торфу, соснової кори, тирси та річкового піску, доводячи кислотність ґрунту до необхідного рівня рН 3,5–4,5 (Балабак та ін., 2017).

Оптимальне місце для вирощування чорниці високорослої – це ділянки, де раніше не культивувалися садові рослини. Важливо уникати заболочених ґрунтів, оскільки вони не підходять для вирощування цієї культури.

Нами була закладена плантація чорниці високорослої на 650 кущів з 8 сортів, а саме ранній сорт Дюк – 400 шт., середні сорти досягання: Торо – 25 шт., Спартан – 25 шт., Бонус – 25 шт., Чендлер – 50 шт., БлюГолд – 50 шт., БлюКроп – 50 шт., та пізній Нельсон – 25 шт.

Ці сорти були вибрані для експерименту через їхні різні періоди дозрівання, що дозволяє вивчити врожайність і якість плодів у різний період дозрівання.

Динаміка настання фенологічних фаз, терміни початку і тривалості фенологічних циклів у рослин перебувають під постійним впливом сезонних змін агрокліматичних умов (закономірне чергування сезонів з різною тривалістю дня і ночі, сезонів теплих і холодних, дощових і сухих), пристосовуючись до яких рослини істотно змінюють ритміку процесів росту і розвитку, свій фенологічний стан. Під впливом сезонних змін у деревних і кущових рослин різко змінюється динаміка їх ростових процесів, тому їхній фенологічний розвиток розуміють як розвиток сезонний. Для кожної території притаманні власні сезонні явища і свої календарні терміни їх настання. За роками ці терміни непостійні. Нині створено низку сортів чорниці високорослої, які за виробничо-біологічними особливостями переважають відомі форми і є цінними для виробництва. Проте, більшість з них в умовах України, які відрізняються між собою за кліматичними і ґрунтовими показниками, особливо в степовій зоні, не вивчено. Відомо також, що, залежно від природних умов, поведінка одних і тих же сортів змінюється, а це, в свою чергу, вимагає всебічного їх вивчення. Обмежувальними чинниками розповсюдження сортів чорниці високорослої є тривалість вегетаційного періоду, сума ефективних температур під час вегетаційного періоду, а також низькі температурні умови у весняний, осінній і зимовий періоди, які впливають на підмерзання кореневої системи і надземної частини. Тому дослідження фенологічних фаз росту і розвитку є однією з головних умов вивчення ступеня пристосування інтродуцентів, а вивчення строків їх проходження у вегетаційний період дає змогу встановити вимоги сортів до основних чинників зовнішнього природного середовища на різних етапах цього розвитку. Важливим показником інтродукції сортів чорниці високорослої є їх здатність до адаптації в нових умовах зростання, яка проявляється в проходженні сезонного циклу розвитку і визначається ступенем відповідності ритму розвитку рослин кліматичним умовам району інтродукції. Фенологічні спостереження за досліджуваними сортами чорниці високорослої показали наявність залежності строків проходження окремих фенофаз розвитку рослин від суми ефективних температур (температур, вищих за +5 °С). Початок вегетації у більшості досліджуваних сортів відзначено у третій декаді березня за середньодобової температури 4–6 °С. У першій декаді квітня спостерігався початок розтріскування бруньок у всіх сортів (табл. 1) (Андрусів, 2006). Характерною особливістю досліджуваних сортів є розтріскування лише частини бруньок пагону, решта залишається в стані спокою. Це одне з захисних пристосувань рослин чорниці високорослої до несприятливих погодних умов.

Дослідження показали, що тривалість вегетаційного періоду, який починається з весняного сокоруху і триває до повного опадання листя, у досліджуваних сортів чорниці в агрокліматичних умовах Дніпропетровської області становить 190–192 дні. Порівняльний аналіз показав, що в умовах інтродукції досліджувані сорти характеризуються більш ранніми строками проходження фенологічних фаз розвитку. Головним фактором у цьому є температурний режим.

Ритми цвітіння сортів чорниці високорослої є важливим показником їх адаптації до нових кліматичних умов. Досліджувані сорти належать до групи весняно-літнього цвітіння, яке розпочинається з 6 травня і триває до 26 травня. Тривалість цвітіння залежить від погодних умов і зазвичай становить 10–13 днів.

Чорниця високоросла має безліч переваг завдяки високій врожайності, стійкості до несприятливих умов і широким можливостям використання. Проте успішна адаптація та розвиток цієї культури в нових умовах вимагає ретельного вивчення фенологічних фаз і відповідності

кліматичним особливостям району вирощування. Сортування та селекція нових видів чорниці високорослої сприятимуть її подальшому поширенню та підвищенню ефективності промислового вирощування.

Таблиця 1

Дата настання фенологічних фаз росту і розвитку рослин та тривалість вегетаційного періоду сортів чорниці високорослої 2023 рік в агрокліматичних умовах Дніпропетровської області

Фенофаза	Дюк	Торо	Бонус	Спартан	Чендлер	Блюгольд	Блюкроп	Нельсон
Початок розбрунь-кування	11.04	8.04	10.04	9.04	12.04	7.04	9.04	12.04
Початок цвітіння	12.05	10.05	9.05	8.05	13.05	8.05	6.05	13.05
Кінець цвітіння	19.05	22.05	20.05	23.05	26.05	17.05	16.05	25.05
Початок росту пагонів	17.05	19.08	15.05	16.05	20.05	14.05	13.05	19.05
Кінець росту пагонів	11.08	18.08	15.08	11.08	19.08	17.08	12.08	19.08
Достигання плодів	17.07	21.07	21.07	28.07	05.08	20.07	19.07	05.08
Початок формування плодівих бруньок	10.08	14.08	14.08	17.08	28.08	20.08	17.08	26.08
Обпадання листя	28.09	30.09	01.10	9.10	12.10	28.09	29.09	19.10
Закінчення вегетаційного періоду	18.10	17.10	18.10	19.10	21.10	16.10	17.10	20.10
Тривалість вегетаційного період, діб	190	192	191	191	192	192	191	191

Результати досліджень фенологічних фаз розвитку чорниці високорослої показують, що при створенні оптимальних ґрунтово-екологічних умов, які б відповідали біологічним особливостям та екологічним потребам рослин (Масюк, 2007) на території Дніпропетровської області можна вирощувати досліджувану культуру. Встановлено, що за рахунок біологічних особливостей сортів можна регулювати сезонний цикл чорниці для стабілізації її продуктивності та сталого розвитку. Підтвердженням цьому є повний цикл від розпускання бруньок до дозрівання плодів, який знаходиться у діапазоні 97–115 діб. Використання сортів з різними строками проходження фенологічних фаз розвитку таких, як Дюк, Бонус, Торо, Блюгольд, Блюкроп, Спартан, Нельсон, Чендлер, дає можливість вирощування їх в степових регіонах України.

Список використаних джерел

Андрусів Б. М. Вирощуймо чорницю: наукове видання. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2006. – С. 110.

Балабак А. Ф., Пиж'янова А. А., Дмитрієв В. І. Чорниця високоросла (*Vaccinium corymbosum* L.): біологічні особливості, інтродукція, сорти, технологія розмноження і виробництва. – К.: КТ «Забеліна-Фільковстка Т.С. і компанія Київстка нотна фабрика», 2017. – С. 30, 45–47 с.

Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Режим доступу: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reestr-sortiv-roslin>

Масюк А. Н. Влияние мощности отсыпки рекультивированного эдафотопа на структуру и продуктивность древостоя облепихи крушиновидной в условиях степи Украины // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель, 2007. – С. 464–477.

Л. І. Броннікова^{1,2}

СИСТЕМА ПОГЛИНАННЯ ТА ВПЛИВ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА РОСЛИННИЙ ОРГАНІЗМ

¹Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна

²Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ, Україна, Zlenko_lora@ukr.net

Глобальні зміни клімату та посилення антропогенного навантаження на довкілля вимагає пошуку та введення в культуру регіону стійких до цих викидів деревних порід. Важливим джерелом різноманіття флори певної території є інтродукція (Коцун, 2023). Зазвичай такі території мають назву антропогенні/техногенні ландшафти, промислові майданчики та ін., що негативно впливає на стан здоров'я населення нашої держави (Лихолат, 2003). Швидко, місцями незворотно, погіршення довкілля стравить перед науковим загалом вимоги адекватного реагування на поточні події. Абіотичні стреси, які постійно були загрозою для розвитку рослинних організмів і, як результат, суттєво знижували реалізацію генетичного потенціалу, стали комплексними. Вони поєднуються між собою, а також набувають нових рис, підсилюючись внаслідок загального зростання населення і його антропогенної діяльності (Лихолат, Григорюк, 2005).

В зв'язку з цим наукова теоретична проблема стресу, чутливості/стійкості перетворюється у глобальну проблему виживання.

Серед найагресивніших забруднювачів довкілля, які згубно впливають на біосферу, є іони важких металів (ІВМ). Системна шкідлива дія іонів важких металів з року в рік посилюється, знижується природна стійкість біологічних об'єктів до біотичних та абіотичних чинників середовища внаслідок розширення сфери господарської діяльності й збільшення антропогенного тиску.

У природному стані можуть існувати 90 елементів, з них 21 – це не метали, 16 – легкі метали, а решта 53 – важкі метали (Гриньова, Криштоп, 2021). Важкі метали – це елементи, густина яких перевищує 5 г/см³. Вони є перехідними від V (але не Sc або Ti) до напівметалу As, від Zn (але не Y) до Sb, від La до Po. Лактаноїди та актиноїди можна також віднести до важких металів. Більшість атомів важких металів має незавершені *d*-орбіталі, внаслідок чого ІВМ здатні формувати комплексні сполуки. Останні можуть характеризуватись редокс-активністю. Деякі ІВМ (в слідових кількостях) відіграють активну роль у біохімічних реакціях. Однак у великих кількостях вони токсичні. Зокрема, до таких ІВМ належать Zn²⁺, Cu²⁺, Mn²⁺, Co²⁺, Ni²⁺, Fe²⁺, Mo⁶⁺. Значне поширення та токсичність ІВМ становлять інтерес для широкого загалу дослідників.

Водночас існують важкі метали, концентрація яких у природі варіює у межах 10–1 нМ, наприклад V, Cd, Cr, W, Ga, Zr, Th, Pb, Hg (Whast R.S., 1984). Деякі з них, зокрема Cd²⁺, Hg²⁺, Pb²⁺, активно вивчаються. Окремі ІВМ є об'єктами дослідження винятково через особливі дослідження (Sergeeva, Bronnikova, 2020).

Точкою відліку зміни концентрації ІВМ в ґрунтах вважають природний вміст їх кларків. Склад забруднювачів залежить від галузевих промислових та енергетичних підприємств. Значна їх кількість відкладається в ґрунті. Перехід рухливих ІВМ в малорухливий стан можливий внаслідок ізоморфного заміщення та іонного вмісту в мінеральних часточках і реакції обміну й хелатування. Під час потрапляння в ґрунт елементів забруднювачів в аніонній формі поглинальна роль ґрунту менш ефективна. Це зумовлено незначною адсорбційною здатністю аніонів, бо вони містять мало часток, які несуть позитивний заряд (Денчиля-Сакаль та ін., 2012).

Реакція рослин на вид та концентрацію ІВМ надзвичайно різноманітна. Так, під час вивчення впливу десяти видів ІВМ, що входили до складу катіонів і аніонів у концентраціях 10⁻¹–10⁻⁵М, на проростання насіння 20 видів рослин різних таксономічних груп була встановлена видоспецефічність реакції залежно від природи забруднювача та його концентрації. Шляхом поглинання ІВМ рослинами також може варіювати.

Іони кадмію поглинаються коренями рослин і відкладаються в них, а також у надземній частині. Так, у проростках *Nicotiana tabacum* L. ІВМ відкладались в однакових кількостях у сухій речовині листків і коренів, а у *N. rustica* концентрація Cd²⁺ в листках була вдвічі меншою, ніж у тканинах коренів, причому в молодих тканинах проростків кадмій був у розчинній формі (80 % представлено Cd-пептидами), тоді як у дорослих рослинах розчинні та нерозчинні сполуки кадмію були представлені однаковими кількостями. Дослідження розподілу Cd²⁺ між клітинними компартментами у рослин *Athyrium yokoscence* показали, що 80 % кадмію відкладалась на клітинних оболонках і ця

кількість зростала з підвищенням його концентрації у середовищі. Решта кадмію розподілялась у клітинах майже порівну між фракціями ядер, мітохондрій та пластид. Значне нагромадження кадмію в тканинах кореня відзначено для низки рослин (Yi et al., 2023). Кадмій може зв'язуватись з білками. Наприклад, у білкових фракціях із зернівок пшениці та рису Cd-зв'язна частина білків становила 50 кД (Niu et al., 2023).

Інші ІВМ, зокрема Pb^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , також акумулюються рослинами. Pb-акумульований екотип очитку (*Sedum alfredii* Hance) нагромаджує елемент у кореневій системі та транспортує його до тканини стебла й листків. При цьому у фракції клітинних стінок стебла виявилось 50 %, а в таких самих фракціях коренів і листків – 80 % нагромадженого клітиною свинцю. Мутант арабидопсису, який вирощували на ґрунті з надлишком мангану, акумулює його в 7,5, а при вирощуванні на гідропонії – в 5,4 рази більше, ніж рослини дикого типу (Harja et al., 2023).

Усі рослини, які ростуть в умовах дії іонів важких металів, акумулюють токсичні катіони. У цьому разі гіперакумулянти здатні нагромаджувати ІВМ у кількостях, які значно перевищують їх вміст у ґрунті. Акумуляції аніонів важких металів, подібної до акумуляції катіонів, звичайно не спостерігається, бо в такому випадку токсичність металу вища. Так, шестивалентний хром активніший і токсичніший за тривалентний. Ванадій може засвоюватися живими організмами в двох формах: ванадату та ванадилу. Спектр токсичного впливу ванадату набагато ширший. Однак зауважимо, що ванадил може самоокислюватися з утворенням ванадату (Morrell et al., 1983). Водночас ванадат відновлюється такими відновниками, як глутатіон, аскорбат, НАДН. Під час дослідження у проростків кукурудзи, вирощених на штучних розчинах, які містили різні форми ванадію в концентраціях 2–200 мкМ, визначали активність поглинання та розподіл цього елемента. Не залежно від виду рослини поглинали ванадил активніше за ванадат. Відносна кількість ванадію, транспортованого у наземній частині, становила 0,9–2,6 % спожитого і не залежала від форми та концентрації цього елемента в середовищі.

У випадку поглинання ІВМ кореневою системою істотну роль відіграє доступність елемента (частка загального вмісту) та здатність рослини транспортувати іони з екзогенної системи субстрат – корені. ІВМ можуть також поглинатись листками із повітря. Елементи, асоційовані з дрібними (<2 мкм частками золи та диму), легко розчиняються у підкисленій дощовій воді та надходять у тканини листків (Betow, Bourridge, 1991). Потрапивши в клітину ІВМ взаємодіють з їх структурами та метаболічними компартментами. Здебільшого рослини поглинають ІВМ двома способами за рахунок двох типів поглинальних систем. Перший спосіб швидкий, неспецифічний, з використанням переносників різних видів. Другий спосіб повільний, потребує високої субстратної специфічності переносника та енергетичного джерела (АТФ). Хромати та арсенати також транспортуються швидким способом: перший – за рахунок системи переносу фосфатів, другий – за допомогою системи транспорту сульфатів. Ванадат, структурно подібний до фосфатів, може потрапляти у рослини за допомогою фосфатпоглинальних систем (Rehder, 1992). У мікроорганізмів іони Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} поглинаються першим способом із використанням металонеорганічних транспортерів (МНТ). Хромати та арсенати також транспортуються швидким способом: перший – за допомогою системи транспорту сульфатів (Mies, Silver, 1995).

Якщо транспорт ІВМ у мікроорганізмів вивчався швидко та плавномірно (для низки іонів вивчені високоспецифічні хеміосмотичні транспортери або АТФ-зв'язані касетні транспортери), то у рослин цій проблемі присвячені лише поодинокі публікації, не зважаючи на те, що отримано чимало гіперакумулювальних мутантів. До гіперакумулянтів цинку та кадмію належать *Thlaspi caerulescens* й *Arabidopsis halleri*. Встановлено, що рослини першого виду для поглинання іонів цинку використовують високоафінну до Zn^{2+} транспортну систему ZNT1. Наявність аналогічного механізму не виключається і у другого виду. Іони кадмію також можуть переміщуватися за участі ZANT1–транспортера, який у цьому випадку є опосередкованим низькоафінним транспортером (Yuan, Wu, 2024). Мутант – гіперакумулянт мангану *Arabidopsis thaliana* – нагромаджує й інші елементи. Кількість іонів Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} в листках цієї рослини більша, ніж у листках рослин дикого типу відповідно в 4,6, 2,8, 1,8 разів. Вважають, що таке сукупне переважання над перенесенням іонів опосередковане ферихелатредуктазою. Ферихелатредуктазна активність досить поширена серед рослин і вважається визначальною в поглинанні іонів заліза. Деякі автори зазначають, що інші іони також можуть транспортуватися крізь мембрани клітин кореня за участю ферменту (Bienfait, Luttgé, 1988).

ІВМ впливають не тільки на електрохімічний статус мембран, а й на електричний потенціал. Після додавання 0,1 або 1 мМ Cd^{2+} до експериментального розчину, в якому знаходились мембрани клітин кореня рису, спостерігали різку деполяризацію мембран упродовж декількох хвилин. Вихідний мембранний потенціал відновлювався лише через 6 годин. Про істотні зміни властивостей мембран рослинних клітин під дією іонів Cd^{2+} свідчить також той факт, що ці катіони поглинаються навіть при 0 °С, коли метаболізм дуже уповільнений. Потрапивши в клітину ІВМ спричиняють різну шкідливу дію. Фітотоксичність окремого виду іона зумовлена, з одного боку, хімічними властивостями елемента, а з іншого – чутливістю чи стійкістю рослинного організму залежно від генотипу.

Поглинаючи ІВМ, рослини зазнають патологічних змін на всіх рівнях – від субклітинного до організменого, що врешті-решт призводить до зменшення продуктивності або загибелі. Взаємодія ІВМ з цитоплазматичною мембраною активує пероксидне відновлення ліпідів. Чисельні публікації вказують на появу активних форм кисню, активацію низки ферментів (Gulcin, Alwasel, 2022). Кисневі радикали передують пероксидуванню поліненасичених жирних кислот на мембрані, що призводить до uszkodження мембрани та клітинної декомпартментатії. Токсичний вплив може посилюватись за рахунок поліфенолів – продуктів пероксидного окиснення ліпідів. У відповідь на окислювальний стрес підвищується активність каталази, пероксидази, СОД (Widiastuti et al., 2019). Так, обробка проростків цукрової тростини 2 мМ $CdCl_2$ спричиняють появу 7 ізоферментних форм Cu/Zn – СОД. Вважають, що активація пероксидного окиснення ліпідів (результат окислювального катаболізму) є загальною метаболічною ланкою реакції рослин на стрес. Взаємодія ІВМ – мембрана є первинним сайтом впливу.

Іони важких металів істотно впливають на фотосинтез, структуру хлоропластів, пігменти. Іони Cd^{2+} та Pb^{2+} викликають зміни ліпідного складу мембран тилакоїдів. Типовим явищем є зменшення вмісту хлорофілу, причому вміст хлорофілу *b* знижується більше, ніж хлорофілу *a* (Mulyaningsih et al., 2023). Аналогічний ефект спричиняють іони Cu^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} , Hg^{2+} . Зазвичай одночасно з фотосинтезом вивчають процеси дихання та синтез АТФ. Встановлено, що внаслідок токсичного впливу ІВМ мітохондрії втрачають нативну структуру, порушується транспорт протонів та електронів. Зниження H^+ -секреції під дією ванадату в сегментах черешків *Regnellidium diphyllum* і *Nymphoides peltata* спостерігали вже через 3 години. Крім V^{5+} токсичний вплив на електротранспортний ланцюг, порушуючи його цілісність, здійснюють іони Cd^{2+} та Pb^{2+} (Keramari et al., 2023).

Дослідження впливу іонів важких металів (ІВМ) на ріст і розвиток рослин показали, що всі патологічні зміни починаються з клітинного рівня. Культура клітин є найзручнішою та найперспективнішою системою вивчення стресової дії ІВМ та механізмів стійкості. В цьому разі захисні реакції цілісного організму, спрямовані на зменшення токсичного впливу, відокремлюються від клітинної реакції детоксикації. Різноманітний спектр реакцій адаптації, що змінюють у клітині одна одну, дає підстави стверджувати, що клітина має захисні механізми, щоб витримувати переважну більшість стресів. Дослідження дії іонів важких металів – це новий та перспективний напрям в фізіолого-біохімічному дослідженні рослин.

Список використаних джерел

Гриньова Я. Г, Криштоп Є. А. Проблеми забруднення навколишнього середовища важкими металами та шляхи їх подолання. Інженерія природокористування. – 2021. – 1(19). – С. 111–119.

Денчиля-Сакаль Г. М., Ніколайчук В. І., Колесник А. В., Вакерич М. М., Ткач О. П. Особливості акумуляції важких металів в рослинах *Trifolium pretense* L. // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. – 2012. – 33. – С. 189–191.

Коцун Л., Коцун Б., Савчук Л. Північноамериканські деревні рослини в культур фітоценозах Волинської області // Нотатки сучасної біології. – 2023. – 2(6). – С. 11–15.

Лихолат Ю. В. Еколого-фізіологічні основи формування дернових покривів в умовах степової зони України (стійкість, динаміка, техногенез): Автореф. дис... д-ра біол. наук: 03.00.16 / Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці, 2003. – 40 с.

Лихолат Ю. В., Григорюк І. П. Використання дерноутворюючих трав для діагностики рівня забруднення навколишнього середовища важкими металами // Доповіді Національної академії наук України. – К., 2005. – № 8. – С. 196–200.

- Berrow M. L., Bourridge J. C. Uptake, distribution and effect of metal compounds on plants. Metal and their compounds environ: occurrence, analysis and soil. Relevance etc. ETU. 1991. P. 399–410.
- Bienfait F., Lutge U. On the function of two systems that can transfer electrons across plasma membrane. *Plant Physiology*. 1988. 26 (2). P. 665–671.
- Gulcin I., Alwaseel S. H. Metal ions, metal chelators and metal chelating assay as antioxidant method. *Processes*. 2022. 10. 132.
- Harja M., Ciocinta R.C., Ondrasek G., Bucur D., Dirja M. Accumulation of heavy metal ions from urban soil in spontaneous flora. *Water*. 2023. 15/768.
- Keramari V., Karastogianni S., Girosi S. New prospects in the electroanalysis of heavy metal ions (Cd, Pb, Zn, Cu): development and application of novel electrode surfaces. *Methods Protoc*. 2023. 6(4), 60.
- Mies D. H., Silver S. Ion efflux systems involved in bacterial metal resistance. *J.Indian Microbiol*. 1995. 14. P. 186–199.
- Morrel B. Y., Lepp N. W., Phipps D. A. Vanadium uptake and translocation in higher plants / Heavy metals environ.int.conf., Heidelberg, Sept., 1983, vol.1. Edinburgh. 1983. P. 638–641.
- Mulyaningsih R. D., Pratiwi R., Hasanah A. N. An update on the use of natural pigments and pigment nanoparticle adducts for metal detection based on colour response. *Biosensors*. 2023. 13(5). 554.
- Niu L., Li C., Wang W., Zhang J., Scali M., Li W., Liu H., Tai F., Hu X., Wu X. Cadmium tolerance and hyperaccumulation in plants – a proteomic perspective of phytoremediation. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2023. 256. 114882.
- Rehder D. Structure and function of vanadium compounds on living organisms. *Biometals*. 1992. 5. P. 3–12.
- Sergeeva L., Bronnikova L. Cell selection with barium ions for obtaining genetically modified tobacco // *Вісник Черкаського університету*. 2020. 1. С. 71–78.
- Whitt R. S. *CRS handbook of chemistry and physics*. Boca Raton (Ed.), Fla. USA: CRS. 1984. 164 p.
- Widiastuti I. M., Maizar A., Hertica A. M. S., Musa M. Effect of heavy metals on superoxide dismutase (SOD), malondialdehyde (MDA), and epidermal histology of tubifex ps.worm. *Poll Res*. 2019. 38. P. 49–53.
- Yi Y., Liu H., Chen G., Wu G., Zeng F. Cadmium accumulation in plants: insights from phylogenetic variation into the evolution and functions of membrane transporters. *Sustainability*. 2023. 15. 12158.
- Yuan D., Wu X., Jiang X., Gong B., Gao H. Types of membrane transporters and the mechanisms of interaction between them and reactive oxygen species in plants. *Antioxidants*. 2024. 13(2). 221.

В. В. Тротнер

ПЕРША ЗНАХІДКА *STAPHYLEA PINNATA* В КІРОВОГРАДСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Криворізький професійний гірничо-металургійний ліцей, м. Кривий Ріг, Україна, trotnerv@gmail.com

Клокичка периста (пірчаста) – *Staphylea pinnata* L. Родина Клокичкові (*Staphyleaceae*). Це малодосліджений реліктовий вид палеоген-неогену, єдиний представник родини у природній флорі України. Занесений до Червоної книги України як рідкісний вид (Червона книга України, 2009). Декоративна, харчова, жирно-олійна, ценозоформуюча і протиерозійна рослина.

Кущ або невелике дерево до 5–7 м заввишки. Листки складні непарно-перисті, з 5–7 окремими листочками. Суцвіття – поникла волоть. Родова назва перекладається з грецької як «виноградне гроно» за формою квіткової волоті. Оцвітина подвійна. Чашолистки зовні рожевуваті, пелюстки білі. Плоди повислі здуті коробочки, 2–3-гніздні. Насінини по 1–2 у гнізді, блискучі, бурі або сіруватого-бурі, діаметром 10–12 мм. Квітне в травні–липні; цвітіння тривале, до 1 місяця. Плодоносить в липні–серпні. Розмножується насінням і вегетативно.

Росте у зріджених широколистяних лісах, переважно в дубово-грабових (сонячні галявини, узлісся), чагарникових заростях, сухих сонячних, переважно кам'янистих схилах, в нижньому і середньому гірських поясах (Ботанічні раритети..., 2011). Чисельність та структура популяцій. Формує стабільні повночленні популяції з переважанням вегетативних особин. У місцях, де ведеться інтенсивне лісове господарство, стан популяцій стає критичним. Причини зміни чисельності: суцільні вирубування лісів, екологічно необґрунтовані рубки догляду.

Реліктовий вид з диз'юнктивним ареалом, поширений у Центральній Європі, Середземномор'ї, Малій Азії, Молдові, на Кавказі (Клокичка периста..., 2010–2020; Червона книга України, 2009). Закарпаття, Волинська та Подільська височини – розсіяно; Придніпровська та Донецька височини – дуже рідко. В межах Правобережного степового Придніпров'я вид не зафіксований (Кучеревський, 2004). У Кіровоградській області клокичка периста зустрічається в культурі у дендрологічному парку «Веселі Боковеньки», де зростає у значній кількості як у штучних насадженнях, так і на ділянках, зайнятих самосівом (Ботанічні раритети..., 2011). Основна частина місцезростань виду в Україні зосереджена на Поділлі, де виділяються три основні райони локалізації: система підвищень, що відмежовують північ Подільської височини – Розточчя, Вороняки, Гологори, Кременецький кряж; долини Дністра і його притоків; басейн Південного Бугу. По території рівнинної частини України проходить північно-східна межа поширення *S. pinnata* в Європі. Найсхідніші місцезнаходження досліджуваного виду в Україні відомі в Черкаській області – в околицях с. Іванівка в Синицьких лісах Уманського району і околицях м. Сміли, найпівденніші – в околицях с. Лісничівка Балтського району, с. Байтали Ананьївського району, с. Довжанка – с. Красні Окни Красноокнянського району Одеської області. На території України відомо 102 природні локалітети *S. pinnata* (Клокичка периста..., 2010–2020; Шиндер, 2018).

В Україні занесена до Червоної книги, в деяких країнах Європи клокичка також має статус рослини, що зникає та перебуває під охороною. Охороняють в ПЗ «Медобори», НПП «Подільські Товтри», РЛП «Дністровський каньйон», у заказниках «Білявський» (Вінницька обл.), «Юлівська гора» (Закарпаття), «Ліса гора та гора Сипуха», пам'ятках природи «Жулицька гора», «Свята гора» (Львівська обл.). Необхідна організація заказників поблизу східної межі ареалу. Заборонено проведення суцільних рубок лісів в місцях зростання виду. Необхідно здійснювати періодичний контроль за станом і популяцій у відомих місцезнаходженнях. Вирощують у ботанічних садах, подекуди – у лісосмугах і парках (Ботанічні раритети..., 2011; Червона книга України, 2009; Шиндер, 2018).

Об'єктом нашого дослідження протягом літа 2024 р. стала популяція *Staphylea pinnata* L., яка зростає на території Гурівського лісу в Кіровоградській області. Дослідження здійснювали маршрутним методом, із збором гербарних зразків та камеральною обробкою матеріалів. Географічні координати місцезнаходжень виду визначали за допомогою GPS-навігатора. Назви рослин наведені згідно загальноприйнятому в Україні зведенню (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999) з сучасними доповненнями.

Для лісових угруповань Кіровоградської області *Staphylea pinnata* L. раніше ще не зазначалася, тому наша знахідка є першою і документально підтвердженою (Ботанік..., 2024). Гербарні зразки рослин передані до гербаріїв Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України (КВ) та

Дніпровського національного університету ім. О. Гончара (DSU). Фотографії виявлених рослин завантажені на персональну сторінку автора на УкрБІН (Ukrainian Biodiversity Information Network...).

Клокичку перисту ми вперше виявили в Кіровоградській області в липні 2024 року під час маршрутних обстежень Гурівського лісу. На сьогодні Гурівське лісництво припинило своє функціонування як самостійний структурний підрозділ лісгоспу, зараз воно входить до складу Долинського лісництва філії «Оникіївського лісового господарства» Державного спеціалізованого господарського підприємства «Ліси України». Долинське лісництво знаходиться в стадії реформування в зв'язку з запланованим створенням на його базі Регіонального ландшафтного парку «Боковеньківський ім. Л. М. Давидова», до складу якого має увійти і Гурівський ліс.

Гурівська лісова дача розташована поблизу села Гурівки Долинського району Кіровоградської області. Площа 619 га. Дача простягається по вододілу між р. Бокова та струмком Гнилушка, 6-кілометровою смугою із сходу на захід. Заснована дача в 1886–1890 рр. Грунти – суглинисті. Переважним є сухуватий тип лісорослинних умов. Заплавні ділянки дачі зайняті насадженнями береста (в'яза), верби, тополі, ясена, дуба II–III бонітету, а також лучною та лучно-болотною рослинністю. Найбільш поширені порослеві насадження 2–3 генерацій (ясеневі, дубово-ясеневі), повноти 0,6–0,7, III–IV бонітету. Значне місце займають дубові, ясеневі-дубові насадження насінневого походження III бонітету (Добровольський, 1958). Орієнтовний вік – 150–160 років.

Staphylea pinnata L. виявлена нами в липні і серпні 2024 року в 28 кварталі Гурівського лісу, на виділах 4, 5, 7. На цих ділянках лісу основними лісоутворюючими породами верхнього I ярусу є дуб звичайний (*Quercus robur* L.), дуб червоний (*Quercus rubra* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.). 2 ярус утворюють клен польовий (*Acer campestre* L.), клен татарський (*Acer tataricum* L.). В підліску: свидина кроваво-червона (*Swida sanguinea* (L.) Opiz), бруслина бородавчаста (*Euonymus verrucosa* Scop), алича (*Prunus cerasifera* Ehrh.), глід одноматочковий (*Crataegus monogyna* Jacq.), зрідка – жимолость татарська (*Lonicera tatarica* L.), калина гордовина (*Viburnum lantana* L.), карагана дерев'яниста (*Caragana arborescens* Lam.) і барбарис звичайний (*Berberis vulgaris* L.). Проекція трав'яного покриву складає 10–30 %, переважають фіалка (*Viola* sp.), гравілат міський (*Geum urbanum* L.), зірочник ланцетовидний (*Stellaria holostea* L.), купина багатоквітова (*Polygonatum multiflorum* (L.) All.) та ін. Весняні ефемероїди тут представлені такими видами – пшінка весняна (*Ficaria verna* Huds.), проліска дволиста (*Scilla bifolia* L.), ряст ущільненій (*Corydalis solida* (L.) Clairv), анемона жовтецева (*Anemoides ranunculoides* (L.) Holub). Особливу наукову цінність являють представлені в Гурівському лісі значні площі червонокнижних видів рослин – тюльпану дібровного (*Tulipa quercetorum* Klokov et Zoz) і рястки Буше (*Ornithogalum boucheanum* (Kunth) Asch).

В 40 кварталі лісу наявна популяція сон-трави (*Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.), яка тут раніше ще не була відома і тому потребує детального дослідження і фіксації.

Польові дослідження проводили в кварталах 10, 12, 13, 14, 15, 27, 28 Гурівського лісу. В процесі виконання роботи проводили напівстаціонарні, маршрутні дослідження. Клокичку перисту ми виявили і описали тільки в 28 кварталі, на виділах 4, 5, 7. Оскільки площа всього лісу складає 619 га, тому нами заплановані подальші польові дослідження для виявлення ймовірних нових локалітетів в інших кварталах лісу

Клокичка периста на території Гурівського лісу росте в світлих широколистяних лісах з переважанням дубу звичайного і дубу червоного. Виявлені нами рослини були різних вікових станів – проростки, ювенільні, імагурні, молоді вегетативні, дорослі вегетативні, молоді генеративні, середньовікові генеративні, субсенильні і сенильні особини. Середня висота дорослих рослин складала 2–3 м. Найвища зафіксована нами особина клокички сягала 7 м з обхватом стовбура 7 см. Переважна більшість дорослих кущів мали нечисельні плоди порівняно з аналогічною популяцією клокички, яку ми дослідили в серпні 2024 року в урочищі Печеніги НПП «Дністровський каньйон» в Тернопільській області. Рослини на Тернопільщині вирізнялися кращими зовнішніми показниками – потужний габітус, соковите зелене листя з гарним тургором, велика кількість плодів у волотях. Клокичка в Гурівському лісі, хоча і зростає у подібних дубово-ясеневих популяціях, вирізняється нижчими життєвими показниками, адже а цьому районі за останні 4 місяці не було жодного дощу і рослини звісно постраждали. Раніше взимку були сніги до 2 м висотою, що утруднювало роботу лісівників, а зараз зими теплі і безсніжні, волога в ґрунті не накопичується в достатній кількості.

В лісових масивах Гурівського лісу клокичка утворює значні куртини шляхом вегетативного розмноження. Примітно, що коренева система цих рослин поверхнева, легко поширюється на

глибині 2 см під листовим опадом. За даними таксономічних досліджень вік цих дубово-ясеневих насаджень 70 років, а вік найстаріших рослин клокички сягає орієнтовно 50–60 років.

Головне питання для науковців – звідки взялася клокичка в Гурівському лісі? Адже за весь час існування цього лісового масиву ніхто з дослідників не відзначав цю рослину в Гурівському лісі або в інших лісах Кіровоградської області (Добровольський, 1958; Кучеревський, 2004). Наші опитування працівників Долинського лісгоспу і старожилів Гурівського лісництва (Мітленко А. А., Шевчук Т. Я.) свідчать про те, що клокичку ніколи не висаджували ані в Гурівському лісі, ані в лісових масивах, ані в полезахисних лісосмугах Долинського району. Це підтверджує Тетяна Яківна Шевчук – лісничка Гурівського лісництва, заслужений лісівник України, яка працює в лісовій галузі Кіровоградщини майже 40 років.

Найближче місцезростання клокички – в дендропарку «Веселі Боковеньки». За словами директора дендропарку Г. В. Підтиканої клокичка росте в «Веселих Боковеньках» в культурі (в колекції) і за межі парку не поширилася. Дендропарк знаходиться в 20 км від крайньої західної точки Гурівського лісу, а ці квартали лісу ми ще не дослідили. Якщо клокичка виявиться на крайній західній межі лісу, то тоді можна буде припустити, що вона могла поширитися птахами з Веселих Боковеньок в Гурівській ліс. На сьогодні ми вважаємо, що зростання клокички в Гурівському лісі є природним. А не виявляли її раніше тому, що детальних флористичних досліджень цього лісового масиву не проводилося.

Отже, наведемо дані наших польових досліджень про знахідки клокички в Гурівському лісі (табл. 1).



Рис. 1. Клокичка периста в Гурівському лісі, 28 квартал, 4 виділ, 17.07.24 р.

За віковим спектром ценопопуляції клокички в Гурівському лісі можна віднести до повночлених, які містять особини всіх вікових станів (рис. 1). Вони відповідають трьом найголовнішим етапам розвитку популяції: виникненню, повному розвитку та вимиранню. Всі популяції нормальні і не залежать від занесення діаспор ззовні, тобто здатні до самопідтримання насінним чи вегетативним шляхом або двома шляхами одночасно. Нормальні популяції клокички перистої в районі дослідження належать до зрілих ценопопуляцій.

Під час польових досліджень Гурівського лісу в липні–серпні 2024 року ми виявили популяцію клокички перистої (*Staphylea pinnata* L.) – реліктового виду, занесеного до Червоної книги України, який для Кіровоградської області раніше ніколи не зазначався.

Ми дослідили і описали 23 локалітети клокички в 28 кварталі Гурівського лісу. В досліджуваних дубово-ясеневих угрупованнях клокичка периста знаходиться в середніх умовах, має високі адаптивні якості. Молоді ценопопуляції містять значно менше генеративних особин, переважає вегетативне розмноження. Максимальна щільність в куртинах 36 особин/м². Середня висота дорослих особин 2–5 м, найвища рослина сягає 7 м. Всі рослини плодоносять, але кількість

плодів у волотях незначна. Рослини страждають від посухи. Враховуючи охоронний статус виду і з метою подальшого його збереження необхідно проводити постійний моніторинг стану популяції клокички в Гурівському лісі.

Таблиця 1

Знахідки клокички перистої в Гурівському лісі в 2024 р.

№ п/п	Номер локалітета	Дата обстеження	Номер квартала/виділа	Координати знахідки	Кількість особин, висота рослин	Площа локалітета
1	1	17.07.24	28 / 5	48.131027, 33.093276	5 кущів і багато кореневої порослі	в підліску червоних дубів
2	2	01.08.24	28 / 7	48.130863, 33.093382		
3	3	01.08.24	28 / 5	48.130866, 33.093543	1,9 м, 1,3 м, 2 рослини по 70 см, 1 особина 50 см висотою і 50 ювенільних	загальна площа 5 м ²
4	4	01.08.24	28 / 5	48.130963, 33.093416	висота рослин – 1 м, 3,5 м, ювенільних 8 особин	0,5 м ²
5	5	01.08.24	28 / 5	48.131074, 33.093399		колода 1
6	6	01.08.24	28 / 5	48.130956, 33.093307	висота 2 м, ювенільних 11	колода 2
7	7	01.08.24	28 / 5	48.130950, 33.093406	ювенільних 35, 1 рослина висотою 0,7 м, 1 рослина висотою 1,3 м	колода
8	8	01.08.24	28 / 5	48.131033, 33.093307	сіянці 30 особин на 1 м ²	
9	9	01.08.24	28 / 5	48.130780, 33.092905	рослина висотою 4,8 м	
10	10	01.08.24	28 / 5	48.131063, 33.092901	сіянці 36 особин на 1 м ²	дуби червоні
11	11	01.08.24	28 / 5	48.131262, 33.092939		
12	12	01.08.24	28 / 5	48.131268, 33.093172		
13	13	01.08.24	28 / 4	48.131377, 33.093272		
14	14	01.08.24	28 / 5	48.131202, 33.093405		
15	15	01.08.24	28 / 5	48.130995, 33.093957	рослина висотою 7 м	найвища клокичка
16	16	01.08.24	28 / 5	48.131107, 33.094001		
17	17	01.08.24	28 / 5	48.131145, 33.094035		
18	18	01.08.24	28 / 5	48.131057, 33.094239		рослини всихають
19	19	01.08.24	28 / 4	48.131264, 33.094296		
20	20	01.08.24	28 / 4	48.131185, 33.094408		
21	21	01.08.24	28 / 5	48.131053, 33.094148		неподалік від сосен
22	22	01.08.24	28 / 5	48.130899, 33.094023		
23	23	01.08.24	28 / 5	48.130894, 33.093432		

Оскільки виявлена нами популяція клокички є першою в Кіровоградській області, а на Дніпропетровщині цей вид не росте в природній флорі, ми плануємо подальші дослідження *Staphylea pinnata* L. в Гурівському лісі, а також в інших лісових масивах прилеглих територій Кіровоградської і Дніпропетровської областей.

Вважаємо, що викладена нами інформація оновить відомості про поширення *Staphylea pinnata* L. на території України і буде корисною в новій редакції «Червоної книги України».

Список використаних джерел

- Ботанік із Дніпропетровщини знайшла рідкісну рослину. Разумний Олександр. 12.08.2024 – <https://nashemisto.dp.ua/2024/08/12/botanic-iz-dnipropetrovshchynu-znaishla-ridkisnu-roslynu/>
- Ботанічні раритети Кіровоградщини / Держ. упр. охорони навколиш. природ. середовища в Кіровогр. обл., Держ. екол. інспек. в Кіровогр. обл.; упоряд. Гончаров О. С. – Кіровоград: ПОЛІМЕД-Сервіс, 2011. – С. 42–43.
- Добровольський І. А. Деревні насадження криворізького лісництва // Наукові записки Криворізького педагогічного інституту. – 1958. – ВИП. 3. – С. 129–143.
- Клокичка периста (*Staphylea pinnata* L.) / В. І. Мельник, М. М. Перегрим, О. О. Кагало; фот., мал.: В. І. Мельник, В. В. Буджак // Природа України: інтернет-портал. – Київ, 2010–2020. – (Червона книга України). – Режим доступу: <https://redbook-flora.land.kiev.ua/606.html>, вільний.
- Кучеревський В. В. Конспект флори Правобережного степового Придніпров'я. – Дніпропетровськ, 2004. – 292 с.
- Червона книга України. Рослинний світ / Під ред. члена-кореспонд. НАН України Я. П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
- Шиндер О. І. Поширення і стан популяцій *Staphylea pinnata* L. у Правобережному Лісостепу // Інтродукція рослин. – 2018. – № 1. – С. 12–23.
- Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M. Vascular plants of Ukraine: a nomenclatural Checklist. – Kiev: NAS of Ukraine, 1999. – VVIV. – 345 p.
- Ukrainian Biodiversity Information Network Національна мережа інформації з біорізноманіття https://ukrbin.com/show_user.php?uid=991

М. О. Квітко^{1,2}

ЖИТТЄВИЙ СТАН ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ ГУРІВСЬКОГО ЛІСОВОГО МАСИВУ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

¹*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна*

²*Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, Україна, kvitko.max@gmail.com*

Багато видів рослин у природних екосистемах Придніпровського степу знаходяться під загрозою зникнення, що, у свою чергу, може призвести до зменшення біорізноманіття. Важливу роль у вирішенні проблеми збереження дендрофлори відіграють ботанічні сади Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, Криворізького державного педагогічного університету та Криворізького ботанічного саду НАН України, які є унікальним біологічним ресурсом генофонду рослин, а також штучні лісові екосистеми Дніпровської області (Опанасенко та ін., 1998; Лихолат, Мицик, 2000; Tarasov, 2012; Савосько та ін., 2018; Savosko et al., 2019^b, 2021^a, 2021^b, 2021^c). У спеціальних штучних умовах підтримується існування певної частини представників рідкісної флори. Збереження таксонів дозволяє при необхідності здійснити їх реінтродукцію там, де вони існували раніше, але були втрачені. Ефективною формою збереження біорізноманіття Дніпровського регіону можна вважати створення так званих локальних генобанків, у яких зберігаються як насіння рослин, так і заморожені культури тканин чи статевих клітин. Сучасні тенденції напрямів розвитку наукових дискусій з проблем раціонального природокористування сходяться до реалізації парадигми відновлення природного потенціалу регіону. Цей процес пов'язаний із покращенням оптимальних умов фізіології дерев для планування землекористування та природоохоронної діяльності. Слід також зазначити, що досвід європейських країн на національному, регіональному та місцевому рівнях вирішує питання, пов'язані з дослідженням відновлення лісових екосистем та штучних деревних насаджень з інтродукціями, а також можливим стихійним заростанням адвентивних видів. При цьому слід враховувати специфіку екологічних умов регіону, зокрема, рівень забруднення довкілля ксенобіотиками, які можуть надходити в живий організм через корінь або через поверхню листової пластини. Стан живого рослинного організму найперше реагує на динамічні зміни як повітряного, так і водного середовища з подальшими змінами у харчових ланцюгах консументів різного порядку (Savosko et al., 2019^a, 2021^a, 2021^b; Kvitko et al., 2022; Lykholat et al., 2022).

У лісовому та садово-парковому господарстві Дніпропетровської області протягом багатьох років успішно проводилося вивчення механізмів адаптації штучно інтродукованих видів деревних рослин, використовуючи наукові основи відомих геоботанічних шкіл розробляються агротехнічні та селекційні методи з урахуванням абіотичних та біотичних особливостей мезо- та мікрорельєфу певної території для покращення виконання рекомендацій.

Метою даної роботи було розглянути стан деревних насаджень різного походження с. Гурівки як одного з ключових чинників аналізу стійкого розвитку деревної рослинності в межах степової зони України. Використовуючи показники кількості видів, а також дендрометричні характеристики провести аналіз життєвості деревних видів.

Проведені нами упродовж 2014–2024 рр. дослідження природних та штучних деревних насаджень с. Гурівка репрезентують основні різновиди деревно-чагарникових насаджень, зокрема природно-заповідні лісові угруповання, штучні лісові насадження промислово-виробничого призначення та спонтанні природні ділянки самозаростання. Деревні екосистеми Гурівського лісу знаходиться на відстані близько 50 кілометрів від джерел техногенного забруднення і розташовані на межі Криворізького залізорудного басейну у заплаві р. Бокова і відзначаються відмінностями у рельєфі. Під час дослідження було використано картографічні матеріали Інтернет-ресурсів GoogleMaps та lk.ukrforest.com для оцінки вірогідного впливу факторів середовища на деревні угруповання (Kvitko et al., 2022). Було закладено 3 стаціонарні моніторингові ділянки та закладені маршрути обстеження різних частин лісового масиву, на яких встановлювали вертикальну структуру, вимірювали висоту і діаметр стовбура на відстані 1,3 м від землі дерев I–III ярусів. У камеральних умовах розраховували запас стовбурної деревини та суму площ поперечних перерізів. Результати вимірів і розрахунків статистично опрацьовували з використанням методик, описаних нами раніше (Savosko et al., 2021^c; Kvitko et al., 2022). Для дослідження життєвого стану та адаптаційних властивостей штучних деревних насаджень проводилося визначення характеристик ділянок

(кількості екземплярів дерев, запаси стовбурної деревини та площі поперечних перерізів) з урахуванням залежності від геоморфологічного положення в рельєфі. На обраних пробних ділянках було складено геоморфологічні описи ґрунтових профілів. Для лабораторних аналітичних досліджень було проведено відбір ґрунтових зразків, листового опаду та підстилки, які відбирались, транспортувались та зберігались відповідно вимог до проведення лабораторних аналітичних досліджень (Kvitko et al., 2022). В межах визначених ділянок були встановлені показники біомаси штучних деревних насаджень залежно від видового складу, кількості деревини за ярусами, висоти деревини та загальної висоти деревостану, діаметру деревостану, запасу деревини, життєвого стану деревної рослинності (Kvitko et al., 2022).

Розглядаючи розподіл лісорослинних умов в підзоні степової зони можна констатувати, що стан частини деревної рослинності залежить від місцезростаювання. Ключові ділянки деревних насаджень с. Гурівки мають час закладання 1850–1851 рр. Координати ділянки: 48°07'43''N 33°05'25''E. Лісовий масив характеризується приволодільно-балочним типом ландшафту; за геоморфологічною характеристикою – заплавний ліс. За геохімічною оцінкою насаджень мають трансупераквальні позиції. Тип ґрунту: лучно-чорноземний. Гранулометричний склад – суглинисті ґрунти, не засолені, характеризуються грудкуватою структурою. За рівнем зволоженості можна віднести до вологих. Абсолютний вік насаджень: 175 р., відносний вік – стиглі, за походженням: природно-насинневі.

Видовий склад встановлювався маршрутним методом та методом трансект. Ділянки розташовані в природних умовах, в заплаві р. Бокова, Долинського р-ну, Кіровоградської обл. До видового різноманіття входять наступні види: *Pinus sylvestris* (L.), *Larix decidua* Mill., *Picea abies* (L.) H.Karst, *Abies alba* Mill., *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Fagus sylvatica* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Carpinus betulus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Populus tremula* L., *Alnus incana* L., *Populus nigra* L., *Salix* sp., *Alnus glutinosa* L. Gaerth., *Tilia cordata* L., *Juglans regia* L.

Природні лісові екосистеми Гурівського лісу знаходяться в природних умовах і відносно екологічно чистій зоні без атмосферного запилення. Ці деревні фітоценози мають частково природне походження, їх вік складає 110–160 років. Домінуючими видами є *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L. Природне походження екосистеми Гурівського лісу зумовило наявність повної цілісної вертикальної конструкції. В цьому складі були виявлені Emergent, Сапору, яруси чагарників і трав підліску. Було встановлено, що в природних лісових екосистемах Гурівського лісу значення повноти деревостану варіювали від 1100 до 1300 дерев/га, висота стовбура становила 17–19 м, діаметр – від 19 до 21 см, базальна площа насаджень становила від 44 до 48 м²/га, об'єм стовбурної деревини становив від 500 до 550 м³/га. Необхідно зазначити, що живучість деревостану була дуже високою, що відображається через показники стану листової пластинки та інших органів дерев цієї екосистеми. Загалом характеристика насаджень Гурівського лісу відображає типовий склад та життєвий стан для заплавних лісів в межах підзони степової зони України.

Отже, вивчення місцевих особливостей пристосувань деревно-чагарникової рослинності до навколишнього середовища дозволить досягти значного економічного ефекту за рахунок створення нових шляхів інтродукції видів і форм деревних порід різного призначення, що створить можливість отримати за короткий час великорозмірну деревину, смолу, деревину на целюлозу, деревину певних текстурних якостей, енергетичні плантації, плантації танідоносних рослин, ягідників, медоносних лікарських культур в оновленій лісостеповій зоні України. Перспективним і актуальним є створення лісонасинневої бази деревних порід на генетико-селекційній основі, що забезпечить значне підвищення не тільки продуктивності, а й біологічної стійкості штучних деревних насаджень.

Перелік використаних джерел

Лихолат Ю. В., Мицик Л. П. Рівень акумуляції важких металів у рослинах *Poa angustifolia* L. у штучних біогеоценозах // Питання степового лісознавства та лісової рекультивативної земель. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2000. – Вип. 4. – С. 25–28.

Опанасенко В. Ф., Лихолат Ю. В., Рудницька Є. М., Говорун І. О. Багаторічні квітково-декоративні рослини для озеленення промислового міста // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку. Матеріали III міжнар. наук. конф. (Донецьк, 3–5 вересня 1998 р.). – Донецьк: Агентство «Мультипрес», 1998. – С. 277–281.

Савосько В., Лихолат Ю., Дьомшина К., Лихолат Т. Екологічна та геологічна зумовленість поширення дерев і чагарників на девастрованих землях Криворіжжя // *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. – 2018. – Вип. 27, № 1. – С. 116–130.

Kvitko M.O., Savosko V.M., Lykholat Y.V., Holubiev M.I., Hrygoruk I.P., Lykholat O.A., Kofan I.M., Chuvasova N.O., Yevtushenko E.O., Lykholat T.Y., Marenkov O.M., Ovchinnikova Y.Y. (2022). Assessment of the ecological hybrid threat to industrial area in connection with the vital state of artificial woody plantations in Kryvyi Rih District (Ukraine). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Volume 1049 Published online: 05 July 2022.

Lykholat T. Y., Lykholat O. A., Marenkov O. M., Kvitko M. O., Panfilova H. L., Savosko V. N., Belic Y. V., Vyshnikina O. V. and Lykholat Y. V. (2022). Proteolytic processes in organism of different age rats exposed to xenoestrogens. Materials of XIV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd 2022) Kryvyi Rih, Ukraine, May 18-20, *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 2288, 22 June 2022.

Savosko V., Bielyk Y., Lykholat Y., Heilmeier H., Grygoryuk I., Khromykh N., Lykholat T. (2021a). The total content of macronutrients and heavy metals in the soil on devastated lands at Kryvyi Rih Iron Mining & Metallurgical District (Ukraine). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 30, 1, 153–164.

Savosko V., Komarova I., Lykholat Y., Yevtushenko E., Lykholat T. (2021b). Predictive model of heavy metals inputs to soil at Kryvyi Rih District and its use in the training for specialists in the field of Biology. *Journal of Physics: Conference Series*. 1840 (1), 012011.

Savosko V.M. et al. (2021 c). Effects of pollution and climate change on the ecosystem components: monograf. Edited by Yu. V. Lykholat. Praha: Oktan Print, 196 p.

Savosko, V.M., Lykholat, Y.V., Bielyk, Yu.V., Lykholat, T.Y. (2019 a). Ecological and geological determination of the initial pedogenesis on devastated lands in the Kryvyi Rih Iron Mining & Metallurgical District (Ukraine). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 28 (4), 738–746.

Savosko, V.M., Lykholat, Yu.V., Bielyk, Yu.V., Grygoryuk, I.P. (2019 b). Apophyte and adventives woody species in granite quarry devastated land at Kryvyi Rih District. *Biological Resources and Nature Management*, 11 (1-2), 14–25.

Tarasov V. V. *Flora of Dnepropetrovsk and Zaporizhia regions*. Dnipropetrovsk: Lira, 2012. 296 p.

О. М. Дрогваленко

ЛІСОВІ МАСИВИ СТЕПОВОЇ ЗОНИ ЯК РЕФУГІУМ ЗБЕРЕЖЕННЯ КСИЛОБІОНТНИХ ТА МІЦЕТОФІЛЬНИХ ТВЕРДОКРИЛИХ

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна,
archaeocrypticidae55@gmail.com*

Твердокрилі, або жуки, домінують за кількістю видів серед комах (>400 000) і є невід'ємним компонентом ентомофауни усіх біоценозів. Суттєву частину фауни жуків складають види, що постійно або на певній стадії розвитку пов'язані з грибами – міцетофіли (традиційно до них зараховують також види, пов'язані з міксоміцетами). Під терміном міцетофіли ми розглядаємо види, що постійно чи тимчасово перебувають на плодкових тілах грибів або міксоміцетів. Жуків-міцетофілів поділяють на міцетобіонтів (облігатних чи факультативних мешканців плодкових тіл) та міцетоксенів (випадкових відвідувачів плодкових тіл) (Benick, 1952). За типом живлення міцетобіонтів поділяють на міцетофагів (живляться плодовими тілами, спорами, міцеліальними плівками, стромами, склероціями, різоморфами або гіфами грибів та спорифорами, спорами та плазмодіями міксоміцетів) і хижаків (полюють на інших тварин-міцетобіонтів).

Значна частина міцетофільних видів є ксилобіонтами, тобто населяють, як правило, мертву деревину, де імаго та личинки таких видів живляться за рахунок грибів-редуцентів, що нерідко мають мікроскопічний розмір. Також для незарегульованих деревних масивів характерною рисою є наявність в фауні комах-ксилотрофів. Ці комахи живляться мертвою деревиною, що піддалася впливу різних ксилотрофних грибів та пронизана грибним міцелієм. Така деревина легше перетравлюється комахами та їх кишковими симбіонтами. Вони заселяють пні, мертві дерева, як ті, що стоять, так і ті, що впали, окремі гілки та рослинні рештки.

Міцетофільні твердокрилі відіграють важливу роль у житті рослин. Активно літаючі види жуків є переносниками спор різних видів грибів, в т. ч. патогенних для рослин (амброзійних грибів і шкідників господарських рослин) (Harrington, 2005). Твердокрилі-міцетофаги руйнують як плодове тіло грибів, так і рослинні тканини, прискорюючи процес розкладання рослин і виступаючи елементом ланцюга редуцентів рослинних компонентів екосистем (Кривошеїна, 1991). Загальна кількість міцетофільних твердокрилих величезна: лише у Палеарктиці відомо більше 1100 видів з понад 100 родин міцетофільних жуків (Benick, 1952). Серед комах, що населяють плодове тіло ксилотрофних грибів, твердокрилі домінують за числом видів і представлені тут великою кількістю родин, але в ефемерних шапкових грибах не такі численні і поступаються за кількістю двокрилим (Халидов, 1984).

Оскільки твердокрилі-міцетофіли пов'язані, переважно, з ксилотрофними грибами, то найважливішу роль у вивченні та збереженні таких видів відіграють природні та штучно створені деревні масиви – ліси, лісосмуги, парки, сади тощо. Чим менше буде зарегульованість таких насаджень та загальний антропогенний пресинг, тим кращі умови будуть для існування усіх компонентів таких екосистем.

Протягом 30 років нами проводиться вивчення та інвентаризація міцетофільних та ксилофільних твердокрилих у природних та штучних лісових масивах України. В тому числі з 1995 по 2016 рр. такі дослідження проводилися і навколо м. Ізюму. Це місто знаходиться в степовій зоні України і природні лісові масиви тут розташовані переважно в річкових долинах, або ж це штучні лісові насадження у вигляді лісосмуг, соснових борів тощо. Найбільше різноманіття видів грибів, як ксилотрофних, так і мікоризних, представлено в листяних деревних масивах та насадженнях. Майже моновидові соснові бори досить небагаті на ксилотрофні види грибів, хоча в них існує свій специфічний склад таких грибів. Збори комах проводилися в наступних деревних угрупованнях: листяний байрачний ліс в околицях с. Топольське та с. Шпаківка (49.132901, 37.201845); лісосмуги поблизу с. Топольське (49.136109; 37.217917); світлий розріджений ліс біля с. Топольське (49.135443, 37.222894) та в дендрарії Ізюмського лісництва (49.161458; 37.284219). Байрачний лісовий масив розташований на схилах досить глибоких ярів на відстані близько 1,2 км від річки Сіверський Донець. Основні деревні породи в лісі: клен гостролистий (*Acer platanoides* L., 1753), ясен (*Fraxinus excelsior* L., 1753), липа (*Tilia cordata* Mill., 1768), в нижній частині ярів – осика (*Populus tremula* L., 1753) та береза (*Betula pendula* Roth, 1788). Через велике антропогенне навантаження дуб (*Quercus robur* L., 1753) переважно вирізаний і його великих дерев мало. Підлісок складається з клена

татарського (*Acer tataricum* L., 1753) та ліщини (*Corylus avellana* L., 1753), на узліссі представлені клен польовий (*Acer campestre* L., 1753) та глід (*Crataegus* sp.). Основні незаконні рубки дубу були наприкінці 1980 – початку 1990 років. Потім навантаження знизилася, прорубані дороги заростали, досить звичайні в цьому лісі стали козулі (*Capreolus capreolus* (L., 1758)) та навіть червонокнижні горностаї (*Mustela erminea* L., 1758). Але під час російського вторгнення в 2022 році в цьому районі відбувалися запеклі бої і після звільнення цих територій вона може бути всіяна нерозірваними боеприпасами, а місцеве населення, хоча й нечисленне зараз, в скрутні може знов розпочати вирубування дерев на дрова.

Лісосмуги, що розташовані неподалік від названого лісу, складаються із дубу, ясеню, клену гостролистого, подекуди присутні глід та груша (*Pyrus communis* L., 1753). Древа не дуже старі, оскільки ніяких чисток лісосмуг не проводилося, місцями вони дуже густі. Всі побоювання, що сказані про байрачний ліс, актуальні і для лісосмуг.

Світлий розріджений ліс становить собою залишки звичайного лісу, що розташований на схилі та має північно-східну експозицію. Головні породи тут клен гостролистий, клен польовий та ясен.

Дендрарій Ізюмського лісництва розташований вздовж автотраси на Донбас та промислових споруд. Він слугував майданчиком для випробовування та адаптації різних лісових, плодових та декоративних деревних та чагарникових видів, що можуть бути використані для озеленення та заліснення. Переважно це види з Північної Америки та Східної Азії. Останні 15–20 років дендрарій був закинутий.

В результаті досліджень було виявлено 120 видів ксилобіонтних та міцетобіонтних твердокрилих, що належать до 34 родин (табл. 1). Найбільш багатим на види, як і очікувалося, виявився байрачний ліс. Серед знайдених видів найбільше було справжніх міцетофагів та міксоміцетофагів – 68 видів (56,7 %), що живляться за рахунок карпофорів, спор, гіфів та стром грибів та спор і плазмодіїв міксоміцетів. Значна частина цих жуків (44 види, 36,7 %) є міцетокарпофагами, що вживають у їжу частинки плодових тіл трутовиків та стром різних видів ксилотрофних грибів, переважно базидіальних (Basidiomycota), та деяких сумчастих (Ascomycota). Серед знайдених видів велику цікавість являє знахідка у байрачному лісі жуків з родини Alexiidae (*Sphaerosoma* sp.) на шапкових грибах *Calocybe gambosa* (Fr.) Donk, 1962. Видову належність зібраних жуків ще треба уточнити, але це дуже цікава та незвичайна знахідка, тому що переважна більшість жуків цього роду та родини поширені у горах Західної Європи, Північної Африки та на Кавказі. В Україні представники родини відомі тільки з гір Криму та Карпат. Знахідка жуків цього роду біля Ізюму може бути свідченням реліктової цієї місцевості, адже поряд знаходиться Донецький кряж, залишки давніх гір. В тому самому лісі була знайдена низка інших рідкісних видів жуків – *Cis vestitus* та *Cis striatulus* з родини Ciidae, були зібрані з карпофорів *Cerrena unicolor* (Bull.) Murrill, 1800 та *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers., 1800. А в лісосмузі, що примикає до лісу, під корою впалої липи враженої сумчастими грибами сордаріоміцетами (Sordariomycetes) відмічені такі рідкісні види як *Biphyllus frater* з родини Biphyllidae та *Laetophloeus monilis* з родини Laetophloeidae.

Таблиця 1

Видовий склад міцетофільних та ксилобіонтних твердокрилих зібраних в деревних насадженнях з околиць м. Ізюм

Родина 1	Вид 2	Родина 3	Вид 4
Alexiidae	<i>Sphaerosoma</i> sp.	Latridiidae	<i>Latridius consimilis</i> (Mannerheim, 1844)
Anamorphidae	<i>Symbiotes gibberosus</i> (Lucas, 1846)	Latridiidae	<i>Latridius minutus</i> (Linnaeus, 1767)
Anthribidae	<i>Platyrhinus resinosus</i> (Scopoli, 1763)	Latridiidae	<i>Latridius porcatus</i> (Herbst, 1793)
Anthribidae	<i>Platystomos albinus</i> (Linnaeus, 1758)	Latridiidae	<i>Melanophthalma maura</i> Motschulsky, 1866
Biphyllidae	<i>Biphyllus frater</i> (Aubé, 1850)	Latridiidae	<i>Stephostethus pandellei</i> (C. Brisout de Barneville, 1863)
Bothrideridae	<i>Bothrideres bipunctatus</i> (Gmelin, 1790)	Leiodidae	<i>Agathidium nigripenne</i> (Fabricius, 1792)
Cerylonidae	<i>Cerylon histeroideus</i> (Fabricius, 1792)	Leiodidae	<i>Anisotoma humeralis</i> (Herbst, 1791)
Ciidae	<i>Cis castaneus</i> (Herbst, 1793)	Lophocateridae	<i>Grynocharis oblonga</i> (Linnaeus, 1758)

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Ciidae	<i>Cis comptus</i> Gyllenhal, 1827	Lucanidae	<i>Dorcus parallelipipedus</i> (Linnaeus, 1758)
Ciidae	<i>Cis festivus</i> (Panzer, 1793)	Lucanidae	<i>Lucanus cervus</i> (Linnaeus, 1758)
Ciidae	<i>Cis fissicornis</i> Mellié, 1849	Lucanidae	<i>Platycerus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)
Ciidae	<i>Cis fusciclavis</i> Nyholm, 1953	Melandyridae	<i>Hypulus quercinus</i> (Quensel, 1790)
Ciidae	<i>Cis jacquemartii</i> Mellié, 1849	Melandyridae	<i>Orchesia fasciata</i> (Illiger, 1798)
Ciidae	<i>Cis rugulosus</i> Mellié, 1849	Melandyridae	<i>Orchesia micans</i> (Panzer, 1793)
Ciidae	<i>Cis striatulus</i> Mellié, 1849	Melandyridae	<i>Osphya bipunctata</i> (Fabricius, 1775)
Ciidae	<i>Cis vestitus</i> Mellié, 1849	Monotomidae	<i>Rhizophagus bipustulatus</i> (Fabricius, 1792)
Ciidae	<i>Ennearthron cornutum</i> (Gyllenhal, 1827)	Monotomidae	<i>Rhizophagus perforatus</i> Erichson, 1845
Ciidae	<i>Orthocis alni</i> (Gyllenhal, 1813)	Mycetophagidae	<i>Litargus connexus</i> (Geoffroy, 1785)
Ciidae	<i>Orthocis perrisi</i> (Abeille de Perrin, 1874)	Mycetophagidae	<i>Mycetophagus piceus</i> (Fabricius, 1777)
Ciidae	<i>Orthocis reflexicollis</i> (Abeille de Perrin, 1874)	Mycetophagidae	<i>Mycetophagus quadriguttatus</i> Ph.W.Müller, 1821
Ciidae	<i>Sulcaxis bidentulus</i> (Rosenhauer, 1847)	Mycetophagidae	<i>Mycetophagus quadripustulatus</i> (Linnaeus, 1760)
Ciidae	<i>Sulcaxis nitidus</i> (Fabricius, 1792)	Nitidulidae	<i>Carpophilus sexpustulatus</i> (Fabricius, 1792)
Coccinellidae	<i>Vibidia duodecimguttata</i> (Poda, 1761)	Nitidulidae	<i>Epuraea biguttata</i> (Thunberg, 1784)
Corylophidae	<i>Arthrolips obscura</i> (C.R.Sahlberg, 1833)	Nitidulidae	<i>Epuraea terminalis</i> (Mannerheim, 1843)
Corylophidae	<i>Orthoperus corticalis</i> (Redtenbacher, 1849)	Nitidulidae	<i>Glischrochilus quadriguttatus</i> (Fabricius, 1776)
Corylophidae	<i>Orthoperus nigrescens</i> Stephens, 1829	Nitidulidae	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i> (Say, 1835)
Corylophidae	<i>Sericoderus lateralis</i> (Gyllenhal, 1827)	Oedemeridae	<i>Ischnomera cyanea</i> (Fabricius, 1792)
Cucujidae	<i>Cucujus cinnaberinus</i> (Scopoli, 1763)	Ptinidae	<i>Dorcatoma chrysomelina</i> Sturm, 1837
Curculionidae	<i>Acalles echinatus</i> (Germar, 1824)	Ptinidae	<i>Dorcatoma dresdensis</i> Herbst, 1792
Curculionidae	<i>Ernoporos tiliae</i> (Panzer, 1793)	Ptinidae	<i>Dorcatoma substriata</i> Hummel, 1829
Curculionidae	<i>Gasterocercus depressirostris</i> (Fabricius, 1792)	Ptinidae	<i>Oligomerus brunneus</i> (Olivier, 1790)
Curculionidae	<i>Hexarthrum exiguum</i> (Boheman, 1838)	Ptinidae	<i>Priobium carpini</i> (Herbst, 1793)
Curculionidae	<i>Hylesinus crenatus</i> (Fabricius, 1787)	Ptinidae	<i>Xestobium rufovillosum</i> (De Geer, 1774)
Curculionidae	<i>Hylesinus toranio</i> (Danthoine, 1788)	Pyrochroidae	<i>Pyrochroa coccinea</i> (Linnaeus, 1760)
Curculionidae	<i>Hylesinus varius</i> (Fabricius, 1775)	Pyrochroidae	<i>Schizotus pectinicornis</i> (Linnaeus, 1758)
Curculionidae	<i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius, 1787)	Salpingidae	<i>Salpingus ruficollis</i> (Linnaeus, 1760)
Curculionidae	<i>Rhyncolus punctatulus</i> Boheman, 1838	Salpingidae	<i>Vincenzellus ruficollis</i> (Panzer, 1794)
Curculionidae	<i>Scolytus intricatus</i> (Ratzeburg, 1837)	Silvanidae	<i>Silvanus unidentatus</i> (Olivier, 1790)
Endomychidae	<i>Lycoperdina succincta</i> (Linnaeus, 1767)	Silvanidae	<i>Uleiota planatus</i> (Linnaeus, 1761)
Erotylidae	<i>Dacne bipustulata</i> (Thunberg, 1781)	Sphindidae	<i>Aspidiphorus lareyniei</i> Jacquelin du Val, 1859
Erotylidae	<i>Dacne rufifrons</i> (Fabricius, 1775)	Sphindidae	<i>Sphindus dubius</i> (Gyllenhal, 1808)
Erotylidae	<i>Triplax lepida</i> (Faldermann, 1837)	Staphylinidae	<i>Scaphisoma agaricinum</i> (Linnaeus, 1758)
Erotylidae	<i>Tritoma bipustulata</i> Fabricius, 1775	Staphylinidae	<i>Scaphisoma balcanicum</i> Tamanini, 1954
Eucinetidae	<i>Eucinetus haemorrhoidalis</i> (Germar, 1818)	Tenebrionidae	<i>Bolitophagus reticulatus</i> (Linnaeus, 1767).

1	2	3	4
Eucnemidae	<i>Melasis buprestoides</i> (Linnaeus, 1761)	Tenebrionidae	<i>Corticeus bicolor</i> (A.G.Olivier, 1790).
Histeridae	<i>Acritus minutus</i> (Herbst, 1791)	Tenebrionidae	<i>Cryphaeus cornutus</i> (Fischer von Waldheim, 1823).
Histeridae	<i>Paromalus flavicornis</i> (Herbst, 1791)	Tenebrionidae	<i>Diaperis boleti</i> (Linnaeus, 1758).
Histeridae	<i>Paromalus parallelepipedus</i> (Herbst, 1791)	Tenebrionidae	<i>Eledona agricola</i> (Herbst, 1783)
Histeridae	<i>Platysoma compressum</i> (Herbst, 1783)	Tenebrionidae	<i>Nalassus brevicollis</i> (Krynicky, 1832)
Histeridae	<i>Plegaderus caesus</i> (Herbst, 1791)	Tenebrionidae	<i>Neomida haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1787).
Histeridae	<i>Teretrius fabricii</i> Mazur, 1972	Tenebrionidae	<i>Palorus depressus</i> (Fabricius, 1790)
Laemophloeidae	<i>Cryptolestes duplicatus</i> (Waltl, 1839)	Tenebrionidae	<i>Pentaphyllus chrysomeloides</i> (Rossi, 1792).
Laemophloeidae	<i>Laemophloeus monilis</i> (Fabricius, 1787)	Tenebrionidae	<i>Pentaphyllus testaceus</i> (Hellwig, 1792).
Laemophloeidae	<i>Placonotus testaceus</i> (Fabricius, 1787)	Tenebrionidae	<i>Platydemus violaceum</i> (Fabricius, 1790)
Latridiidae	<i>Corticaria longicollis</i> (Zetterstedt, 1838)	Tenebrionidae	<i>Scaphidema metallicum</i> (Fabricius, 1792).
Latridiidae	<i>Corticaria serrata</i> (Paykull, 1798)	Tenebrionidae	<i>Uloma culinaris</i> (Linnaeus, 1758)
Latridiidae	<i>Corticarina minuta</i> (Fabricius, 1792)	Trogossitidae	<i>Tenebroides fuscus</i> (Preysslner, 1790)
Latridiidae	<i>Corticinaria gibbosa</i> (Herbst, 1793)	Zopheridae	<i>Bitoma crenata</i> (Fabricius, 1775)
Latridiidae	<i>Enicmus rugosus</i> (Herbst, 1793)	Zopheridae	<i>Synchita humeralis</i> (Fabricius, 1792)
Latridiidae	<i>Enicmus transversus</i> (Olivier, 1790)	Zopheridae	<i>Synchita mediolanensis</i> A.Villa & J.B.Villa, 1833

Для 36 видів (30,0 %) відмічена мікроміцетофагія, тобто вони живляться за рахунок гіф, спор та міцеліальних плівок мікроскопічних грибів, що розвиваються під корою мертвих дерев, на сокоточивих деревах, серед рослинних решток тощо. Для 5 видів відмічається зв'язок з міксоміцетами, причому 4 види: *Enicmus rugosus* (Latridiidae), *Anisotoma humeralis* (Leiodidae), *Aspidiphorus lareyniei* та *Sphindus dubius* (обидва Sphindidae) зустрічаються переважно в спорофорах міксоміцетів, де живляться спорами. А *Cerylon histeroides* (Cerylonidae) на стадіях личинки та імаго живиться плазмодіями міксоміцетів, що живуть під корою мертвих дерев та інколи на базидіомах трутовиків.

Нерідко міцетофагія буває факультативною і жуки можуть житися і в інший спосіб – хижацтво, сапрофагія, ксиломіцетофагія. Іноді живлення імаго та личинок різняться, що знижує внутрішньо-видову конкуренцію. Так, наприклад, імаго *Ischnomera cyanea* (Oedemeridae), *Pyrochroa coccinea*, *Schizotus pectinicornis* (обидва Pyrochroidae) та *Osphya bipunctata* (Melandryidae) є антофагами, тоді як їх личинки розвиваються під корою та в мертвій деревині і є мікроміцетофагами та ксиломіцетофагами. А у *Bothrideres bipunctatus* (Bothrideridae) імаго факультативний міцетофаг, а личинка хижак, що паразитує на личинках різних ксилофагів.

Ми знайшли 13 видів (10,8 %) жуків-ксиломіцетофагів. Особливу цікавість серед них становить плоскотілка червона *Cucujus cinnaberinus* (Cucujidae) – європейський реліктовий вид, що занесений до Червоної книги України та Бернської конвенції. Вид не численний, але й не рідкісний, разом можна зустріти імаго й личинок, найчастіше під корою впалих осик з рихлим лубом, де почався розвиток дріжджових грибків. Більшість з наведених видів ксиломіцетофагів розвиваються в деревині, що руйнується під впливом грибів.

9 видів (7,5 %) хижаків зареєстровано для дослідної території, причому лише три види (*Teretrius fabricii* (Histeridae), *Grynocharis oblonga* (Lophocateridae) та *Tenebroides fuscus* (Trogossitidae)) є хижаками і в личинковій, і в імагінальній стадії. І така ж кількість (9 видів, 7,5 %) ксилофагів, що живляться більш-менш міцною деревиною, є представниками точильників з родини Ptinidae (*Oligomerus brunneus*, *Priobium carpini* та *Xestobium rufovillosum*) та види довгоносики з підродини короїдів (Curculionidae, Scolytinae) (*Ernoporus tiliae*, *Hylesinus crenatus*, *H. toranio*, *H. varius*, *Hylurgus ligniperda* та *Scolytus intricatus*).

Досить різноманітний видовий склад ксило- та міцетобіонтів на невеликій площі лісових насаджень, які збереглися та існують в непригамній їм степовій зоні, свідчить про велике значення та важливість таких рефугіумів для підтримки існування біорізноманіття. Елементи лісових екосистем в степовій зоні особливо уразливі. У випадку надмірного людського пресингу (санітарні та суцільні вирубки, пожежі тощо) вони легко руйнуються і їх відновлення може і не відбутися. Треба докласти усіх зусиль, щоб такі лісові острівці збереглися та продовжували виконувати функцію рефугіумів.

Список використаних джерел

- Кривошеїна Н. П. Формы взаимосвязей насекомых-ксилобионтов и ксилотрофных грибов // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 1991. – Т. 96, № 6. – 37–47.
- Халидов А. Б. Насекомые – разрушители грибов. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1984. – 1–152.
- Benick L. Pilzkäfer und Käferpilze. Ökologische und statistische Untersuchungen. Acta Zool. Fennica. – 1952. – 70. – 1–250.
- Harrington C. T. Ecology and evolution of mycophagous bark beetles and their fungal partners. In: Vega F. E. and Blackwell M., eds., Ecological and Evolutionary Advances in Insect-Fungal Associations, Oxford University Press, Oxford. – 2005. – 257–291.
- Sharma A., Kyotani T., Tomita A. A new quantitative approach for microstructural analysis of coal char using HRTEM images. // Fuel. – 1999. – N 78. – 1203–1212.
- Van Krevelen D. W. Coal: Typology-Physics-Chemistry-Constitution. Amsterdam: Elsevier Science, 1993, 514 p.

В. Г. Уджмаджурідзе

АМБРОЗИЯ ПОЛИНОЛИСТА (*AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L.) ЯК ІНВАЗІЙНИЙ ВИД: ВПЛИВ НА ЕКОСИСТЕМИ ТА ЗАХОДИ КОНТРОЛЮ

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна,
valentin999cool@gmail.com*

Ambrosia artemisiifolia L. – амброзія полинолиста, є інвазійною рослиною, яка суттєво впливає на екосистеми багатьох регіонів європейського континенту. Батьківщиною амброзії є Північна Америка, проте в ХХ столітті вона поширилася в інші частини світу через торговельні шляхи, зокрема морські перевезення, залізничні та автомобільні дороги (Patracchini et al., 2011). У контексті глобалізації економіки, що включає подальше розгалуження торговельно-транспортних шляхів і щорічне підвищення температури клімату, ця інвазійна рослина становить серйозну загрозу для біорізноманіття аборигенних видів рослин через свою здатність швидко адаптуватися до нових місць існування.

Вид являє собою однорічний бур'ян, що може досягати висоти до 2,5 метрів (Essl et al., 2015). Його здатність до виживання та поширення зумовлена високою продуктивністю насіння та стійкістю до різних умов середовища. Одна рослина здатна виробляти до 40 тисяч насінин, які залишаються життєздатними протягом багатьох років. Ефективне поширення амброзії відбувається завдяки вітровому переносу насіння, а також діяльності людини, наприклад, транспортуванню сільськогосподарської продукції, у якій може бути занесено насіння амброзії.

Згідно з наказом Міністерства аграрної політики України від 29.11.2006 № 716 (Про затвердження Переліку регульованих шкідливих організмів, 2006) та відповідно до статті 25 Закону України «Про карантинні рослини» (1993), амброзію було віднесено до категорії А-2 «Карантинні організми, обмежено поширені в Україні», які становлять небезпеку як для сільського господарства, так і для здоров'я людини. Наказ набрав чинності 01.01.2007 р.

Амброзія росте на ґрунтах із низьким або середнім вмістом поживних речовин, є посухостійкою і тіншовитривалою (Тарасов, 2012). Вона також проростає у сильно ущільненому ґрунті, який можна зустріти біля асфальтованих автомобільних доріг або вибитих стежок. Не можна забувати про антропогенний фактор. Неправильний догляд за іншими трав'янистими рослинами також сприяє поширенню амброзії. Це пов'язано з повним викошуванням однорічних та багаторічних видів злаків і бобових. Через це амброзія отримує нове місце для проростання, знижується конкуренція з іншими видами за ресурси, а також стимулюється її ріст за рахунок скошених рослин.

Через швидкі темпи росту та високу щільність амброзія здатна формувати зарості, які пригнічують ріст місцевої рослинності. Це призводить до зниження біорізноманіття, витіснення рідкісних і ендемічних видів рослин, а також до зміни структури рослинного покриву.

Екологічний вплив амброзії полинолистої поширюється також на фауну. Багато видів комах, що залежать від місцевих рослин, опиняються під загрозою зникнення через заміщення їхньої кормової бази амброзією. Наприклад, метелики, які харчуються певними видами рослин, можуть втратити джерела їжі через домінування амброзії. Це, своєю чергою, впливає на харчові ланцюги, зокрема на комахоїдних птахів і ссавців.

Амброзія полинолиста належить до шкідливих рослин, які спричиняють псування молока. У разі поїдання цієї рослини в період цвітіння лактуючими тваринами, молоко набуває різкого, неприємного запаху та смаку (Неїлик, Цицюра, 2020). Також не слід забувати про негативний вплив амброзії на певну групу людей, які страждають на алергію на пилок цієї рослини (Buters et al., 2015).

Крім того, амброзія змінює середовище існування тварин. Щільні зарості амброзії можуть створювати перешкоди для переміщення тварин і зменшувати доступ до звичної їжі. У деяких регіонах спостерігається зниження чисельності певних видів тварин у місцях активного поширення амброзії.

Амброзія пригнічує інші види рослин, синтезуючи інгібіторні речовини. Дослідження Береша, Казінці та Нарвала показали, що інгібуючими речовинами є фенольні кислоти, зокрема кавова та хлорогенова кислоти. Через ці речовини здійснюється вплив на поділ клітин і процеси ферментації (Beres et al., 2002). Оскільки *A. artemisiifolia* вважається нітрофільною рослиною, азот відіграє важливу роль у її рості. Через це вона пригнічує інші види рослин, яким також потрібен азот (Gentili et al., 2018).

Згідно з дослідженням Неїлик та Цицюри (2020), площа зростання амброзії полинолистої в Дніпропетровській області становить 425,0 тис. га. *A. artemisiifolia* значно впливає на екосистему міста Дніпро. У регіоні спостерігається активне поширення цієї інвазійної рослини, що спричиняє низку негативних наслідків: зменшення природного біорізноманіття, знищення кормової бази для комах та інших груп тварин, тривалу зміну у структурі рослинного покриву, а також вплив на здоров'я населення міста.

Протягом вегетаційних сезонів 2022–2024 років нами проведено геоботанічні дослідження рослинних угруповань у межах одного з найбільших промислових мегаполісів України – міста Дніпро. Наші дослідження показали, що амброзія поширена в парках, селітебній зоні, а також на ділянках із природною і напівприродною рослинністю. Проективне покриття цього виду у фітоценозах коливається залежно від біотопу та режимом догляду. На правобережжі обстежено 230 рандомно закладених пробних ділянок, переважно в селітебній зоні. Трапляння амброзії виявилось високим – 65,6 %, проективне покриття коливалося від 0,1 до 65 % і в середньому становило $10,3 \pm 1,3$ %. Проте в сквері ім. Івана Старова, де було описано 150 пробних площ, трапляння цього алергенного виду виявилось значно меншим – 4,6 % з середнім проективним покриттям $0,3 \pm 0,1$ %. Це, імовірно, пов'язано з регулярним доглядом за територіями з використанням заходів, що можуть дати ефективний результат у боротьбі з амброзією.

На лівобережжі м. Дніпра наразі проведено дослідження на 150 площах. Основна їх кількість знаходиться в зоні житлових забудов. Трапляння амброзії тут складає 33,3 %, проективне покриття коливається від 0,1 до 35 % і в середньому становить $4,0 \pm 6,0$ %.

Під час дослідження була висунута гіпотеза, що через неправильні методи боротьби з бур'янами, такі як нетаргетне викошування рослин (без урахування їхнього виду або екологічної функції) на мінімальну висоту, стимулюється інтенсивний ріст біомаси амброзії за рахунок знищення конкуренції з видами родини *Roaceae*. Це може мати наслідки для екологічної різноманітності та здоров'я рослинного покриву, оскільки така практика впливає на всі рослини в зоні викошування, незалежно від їх значення. Доказом цього є сусідні ділянки, які не зазнали дії цього фактору. На таких ділянках спостерігається або мінімальна кількість амброзії, або її повна відсутність. Робота над цією гіпотезою триває в наших дослідженнях.

У боротьбі з амброзією застосовують різні методи, які можна комбінувати для обмеження її зростання. Важливо пам'ятати, що методи, які використовують інші країни, необхідно аналізувати та адаптувати до умов України, щоб уникнути можливих негативних наслідків. Для запобігання негативному впливу амброзії полинолистої на екосистеми необхідно застосовувати комплексний підхід до її контролю та управління. Основні методи включають механічне видалення рослин, використання гербіцидів, а також біологічний контроль за допомогою комах-шкідників амброзії. Однак, оскільки амброзія має високу здатність до адаптації, потрібно постійно розробляти і впроваджувати нові методи боротьби з нею.

Механічний метод боротьби з амброзією включає скошування, зрізання, оранку та інші механічні маніпуляції з рослинами. Зрізати амброзію слід якнайнижче або повністю викорчувувати з ґрунту, обов'язково з кореневою системою. Цей метод слід застосовувати перед початком цвітіння, з липня по серпень. Рослини, що не цвітуть і не плодоносять, слід висушити та компостувати. Щоб запобігти повторному проростанню рослин, їх потрібно зберігати в умовах, де контакт із ґрунтом неможливий. Викорчувані рослини слід покласти в поліетиленові мішки разом із ґрунтом, у якому вони проростали, і далі утилізувати шляхом спалювання або викидання у смітник (Buttenschön et al., 2010).

Мульчування – це покриття ґрунту солом'яною або перегною, який містить насіння рослин, що в подальшому проростуть і займуть нішу амброзії. Важливо, щоб процедура скошування і подальшого мульчування проводилася до розвитку жіночої квітки амброзії, інакше її насіння, навпаки, отримає запас органічних речовин, які вона використає для росту (Неїлик, Цицюра, 2020).

Сучасним, ефективним і безпечним методом є фітоценотичний. Його сутність полягає в переорюванні ґрунту з подрібненими рослинними рештками з подальшим посівом багаторічних злаково-бобових травосумішей або газонних трав. Такі штучно створені зарості багаторічних рослин ефективно пригнічують подальший ріст амброзії. Перевагами фітоценотичного методу є його відносна дешевизна, довговічність і можливість комбінованого використання в агро- та урбоекосистемах.

Список використаних джерел

- Неїлик М. М., Цицюра Я. Г. Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.): систематика, біологія, адаптивний потенціал та стратегія контролю. – Вінниця: ТОВ «Друк плюс», 2020. – 700 с.
- Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Видання друге. Доповнене та виправлене. – Д.: Ліра, 2012. – 296 с.
- Beres I., Kazinczi G., Narwal S. S. Allelopathic Plants. 4. Common ragweed (*Ambrosia elatior* L. Syn *A. artemisiifolia*). *Allelopathy Journal*. 2002. Vol. 9 (№ 1). P. 27–34.
- Buters J., Alberternst B., Nawrath S. and others. *Ambrosia artemisiifolia* (ragweed) in Germany – current presence, allergological relevance and containment procedures. *Allergo Journal International*. 2015. Vol. 24. P. 108–120.
- Buttenschøn R., Waldspühl S., Bohren C. Guidelines for management of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*. University of Copenhagen, 2010. 47 p.
- Essl F., Biro K., Brandes D. and others. Biological Flora of the British Isles: *Ambrosia artemisiifolia*. *Journal of Ecology*. 2015. Vol. 103 (№4). P. 1069–1098.
- Gentili R., Ambrosini R., Montagnani C. and others. Effect of Soil pH on the Growth, Reproductive Investment and Pollen Allergenicity of *Ambrosia artemisiifolia* L. *Frontiers in Plant Science*. 2018. Vol. 9. P. 1–12.
- Knolmajer B., Jócsák I., Taller J. and others. Common Ragweed – *Ambrosia artemisiifolia* L.: A Review with Special Regards to the Latest Results in Biology and Ecology. *Agronomy*. 2024. Vol. 14 (№ 3). 18 p.
- Patracchini C., Vidotto F., Ferrero A. Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) Growth as Affected by Plant Density and Clipping. *Weed Technology*. 2011. Vol. 25 (№ 3). P. 268–276.

ЗМІСТ

Заїменко Н. В., Дідик Н. П., Бедернічек Т. Ю., Харитоновна І. П., Павлюченко Н. А., Чернікова Н. С. Фітостимуляція ґрунтів, порушених внаслідок бойових дій	3
Recio Espejo J. M. Anatoly P. Travleev in Spain. Palaeoecological significance of the soils and the chernozems as reference	8
Білова Н. А., Яковенко В. М. Діагностика морфологічної диференціації гумусово-аккумулятивного горизонту лісових та степових «black soils»	9
Пліско І. В., Солоха М. О. До питання впливу військових дій на фізичні властивості орних чорноземів Лівобережного Лісостепу України	12
Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Дідур О.О., Лихолат Т. Ю., Кабар А. М., Лихолат О. А., Квітко М. О. Інтродукція представників роду <i>Berberis</i> L. у Ботанічному саду ДНУ для перспективного створення штучних насаджень степової зони України	15
Зайцева І. О., Гудімов М. І. Оцінка посухостійкості видів роду <i>Viburnum</i> L., інтродукованих у ботанічному саду ДНУ	18
Poleva Ju. L. The importance and value of enviromental discoveries and ideas for future generations (dedicated to the 95th anniversary of the birth of Professor Anatoly Pavlovich Travleev)	21
Бессонова В. П., Яковлева-Носарь С. О. Порівняння інтенсивності транспірації листків <i>Quercus robur</i> L. і <i>Acer tataricum</i> L. в сухій чорнокленовій діброві байраку Військової Дніпропетровської області	23
Барановський Б. А., Кармизова Л. О., Іванько І. А., Жихарєва А. В., Ніколаєва В. В. Адвентизація заплави малої річки (р. Башмачка) степової зони України	26
Гродзинська Г. А., Небесний В. Б. Біоаккумуляція ¹³⁷ Cs дикорослими макроміцетами у моніторингових локалітетах Київської області: вклад у дозу внутрішнього опромінення	30
Гамуля Ю. Г., Гамуля О. В., Гузєвата В. С. Використання особливостей будови рисунку кори для ідентифікації деревини найпоширеніших деревних порід природних та штучних насаджень за фрагментами	35
Божко К. М., Грицан Ю. І. Особливості генези байрачних едафотопів Лівобережжя та Правобережжя Дніпропетровської області	40
Василюк О. В. Досвід створення наборів даних за матеріалами малодоступних гербарних колекцій	44
Дідур О. О., Іванько І. А. Екологічні критерії якості та стійкості ґрунту зелених насаджень – об'єктів зеленої інфраструктури міст	47
Горбань В. А. Електрофізичні властивості та діелектрична проникність едафотопів байрачних лісів південного варіанту степової зони України	50
Небесний В. Б., Гродзинська Г. А., Тесленко І. К., Дугін С. С. Застосування дистанційного зондування у моніторингу екологічного стану дубових насаджень	53
Лісовець О. І. Фітоіндикація та оцінка природності і гемеробії рослинних угруповань у балкових екосистемах степового Придніпров'я	56
Кузнєцова О. В. Дослідження вмісту гумусу та кореневої маси у верхніх ґрунтових горизонтах газонів міста Дніпро	59
Шкута С. І., Красова О. О., Шоль Г. Н. Прояви експансії лігнозних видів на степові ділянки Правобережного степового Придніпров'я	62

Гулько С. О., Дубина А. О. Дослідження розподілу кадмію в ґрунтах старопромислових регіонів (на прикладі м. Кам'янське)	65
Феденко В. С. Спектральні характеристики квіток робінії звичайної	69
Didur O. O., Khromykh N. O., Liashenko O. V. Plants of the genus <i>Sorbus</i> L. as a source for introduction and phytomelioration of urbo ecosystems in the steppe zone	72
Головатюк А. І. Твердокрилі (Insecta, Coleoptera) різновікових насаджень дуба та гледичії в підзоні типчаково-ковилових степів в межах Криворіжжя	75
Тротнер В. В. Визначні вікові дерева міста Заліщики Тернопільської області	79
Мігура В. В., Масюк О. М. Фенологічні фази росту та розвитку чорниці високорослої в агрокліматичних умовах Дніпропетровської області	84
Броннікова Л. І. Система поглинання та токсичність іонів важких металів на рослинний організм	87
Тротнер В. В. Перша знахідка <i>Staphylea pinnata</i> в Кіровоградській області	91
Квітко М. О. Життєвий стан деревних насаджень Гурівського лісового масиву степової зони України	96
Дрогваленко О. М. Лісові масиви степової зони як рефугіум збереження ксилобіонтних та міцетофільних твердокрилих	99
Уджмаджурідзе В. Г. Амброзія полинолиста (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) як інвазійний вид: вплив на екосистеми та заходи контролю	104

Наукове видання

**Геоботанічні, ґрунтові та екологічні дослідження
лісових біогеоценозів степової зони:
історія, сучасність, перспективи**
Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції,
присвяченої 95-річчю з дня народження
чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора А. П. Травлєєва,
11 вересня 2024 р.,
м. Дніпро

Українською та англійською мовами

В авторській редакції

Оригінал-макет виготовив В. А. Горбань

Підписано до друку 02.09.2019. Формат 70×108 1/16. Папір офсетний
Умовн. друк. арк. . Обл.-вид. арк. . Зам. № .
Наклад 100 прим.