



УДК 502.3/.7: 581.5

https://doi.org/10.53904/1682-2374/2024-26/10

**В.П. Коломійчук<sup>1,2,3</sup>, А.А. Зимаросва<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник

вул. Толочина, 28, с-ще Іванків, Іванківський район, Київська область, 07201 Україна

<sup>2</sup>Поліський національний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008 Україна

<sup>3</sup>Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка

вул. Симона Петлюри, 1, м. Київ, 01032 Україна

<sup>1</sup>e-mail: vkolomiychuk@ukr.net<sup>2</sup>e-mail: nastya.zymaroeva@gmail.com<sup>1</sup>https://orcid.org/0000-0001-5767-344X<sup>2</sup>https://orcid.org/0000-0001-9382-8269

## ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОСЛИННОСТІ НА ВІЙСЬКОВИХ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУДАХ У ЧОРНОБИЛЬСЬКОМУ РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОМУ БІОСФЕРНОМУ ЗАПОВІДНИКУ

*Військові фортифікації, бліндажі, окопи, фітоценози, флора, сукцесія, Чорнобиль, інвазійні види*

**ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОСЛИННОСТІ НА ВІЙСЬКОВИХ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУДАХ У ЧОРНОБИЛЬСЬКОМУ РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОМУ БІОСФЕРНОМУ ЗАПОВІДНИКУ. В.П. Коломійчук, А.А. Зимаросва.** – Одним із найвизначніших наслідків військового впливу на природні екосистеми територій природно-заповідного фонду, які спричинюють зміни у фіторізноманітті, є зведення фортифікаційних споруд. Дослідження особливостей таких змін та процесів відновлення рослинності на територіях пошкоджених військовими діями є надзвичайно актуальним. Метою цього дослідження є фіксація сучасного стану фітобіоти і дослідження сукцесійних змін рослинного покриву на ділянках з порушеннями мікрорельєфу внаслідок будівництва фортифікаційних споруд на території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника. Встановлено, що на примітивних фортифікаційних спорудах, розташованих на території Чорнобильського заповідника, впродовж трьох років спостерігається зростання видового різноманіття рослин (зі 140 видів судинних рослин у 2022 р. до 184 видів у 2023 р. та 191 – у 2024 р.). Найбільш численними за кількістю видів є родини Asteraceae та Poaceae. За географічним поширенням види порушених місцезростань дослідженої території переважно належать до голарктичного типу ареалу (83 види, 59,3%), тобто є широкоареальними. На даному етапі досліджень флору цих новоутворень формують здебільшого одно-дворічники та багаторічники. Поступово відбуваються зміни у складі домінантів цих угруповань, посилюється їх злакова основа, відбувається широке проникнення лігнозних біоморф з прилеглих угруповань. На основі аналізу еколого-ценотичної структури флори даних новоутворень встановлено переважання синантропних видів серед основних груп (до 58,8%), зі значною часткою адвентивних таксонів (14,1%). Ми прогнозуємо подальше збільшення різноманіття видів рослин на військових фортифікаціях, зі змінами у складі угруповань та збільшенням кількості інвазійних видів. Подальші дослідження дозволять вивчити наступні етапи сукцесійних процесів цих ландшафтних новоутворень.

**FEATURES OF VEGETATION RESTORATION ON MILITARY FORTIFICATIONS IN THE CHORNOBYL RADIATION AND ECOLOGICAL BIOSPHERE RESERVE. V.P. Kolomiichuk, A.A. Zymarioieva.** – One of the most significant consequences of the military impact on the natural ecosystems of the Nature Reserve Fund, which causes changes in phytodiversity, is the construction of fortifications. Studying of the peculiarities of such changes and the processes of vegetation restoration in areas damaged by military operations is extremely relevant. The purpose of this study is to record the current state of the phytobiota and explore succession changes in vegetation cover in areas with microrelief disturbances due to the construction of fortifications on the territory of the Chornobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve. It was established that the primitive fortifications located on the territory of the Chornobyl Reserve have been experiencing an increase in plant species diversity over the past three years (from 140 species

of vascular plants in 2022 to 184 species in 2023 and 191 species in 2024). The most species-rich families were Asteraceae and Poaceae. In terms of geographical distribution, species of disturbed habitats in the study area mainly belong to the Holarctic range type (83 species, 59.3%), i.e. they are widespread. At the present stage of research, the flora of these new formations is formed mainly by annuals, biennials, and perennials. Gradually, the composition of the dominants of these communities is changing, their herbaceous base is strengthening, and there is a wide dispersal of ligneous biormorphs from communities adjacent to these areas. Based on the analysis of the ecological and coenotic structure of the flora of these new formations, we found the predominance of synanthropic species among the main groups (up to 58.8%), with a significant proportion of alien taxa (14.1%). We predict a further increase in the diversity of plant species on military fortifications, with changes in the composition of communities and an increase in the number of invasive species. Further research will allow us to study the next stages of the succession processes of these landscape formations.

Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник (далі – ЧРЕБЗ) одним із перших зазнав впливу російської військової агресії у лютому–березні 2022 року. З 24 лютого до 1 квітня 2022 року територія заповідника була окупована (Коломійчук, Вишневський, Мельничук, 2023). Військові дії негативно вплинули на екосистеми заповідника, зокрема спричинили пожежі на площі понад 30 тис. га, забруднили територію токсичними речовинами від важкої техніки та боеприпасів, підвищили рівень турбування диких тварин через рух колон техніки, польоти гелікоптерів, штурмових літаків і ракет, а також збільшили кількість загибелі тварин унаслідок зіткнень із транспортом, через браконьєрство тощо (Коломійчук, Вишневський, 2024). Крім того, мінування, зокрема західної частини ЧРЕБЗ в районі с-ща Поліське та лівобережної частини загальною площею понад 490 км<sup>2</sup>, обмежує доступ до цих ділянок заповідника, чим ускладнює моніторинг біорізноманіття, радіаційної обстановки та протипожежну діяльність. Схожі екологічні наслідки військових дій мають також й інші природоохоронні об'єкти в Україні, зокрема національні природні парки "Дворічанський" (Клетьонкін, 2024), "Гетьманський" (Кварта, 2024), "Залісся" (Смаголь, Смаголь, 2024), "Деснянсько-Старогутський" та інші (Filho et al., 2024). Для оцінки екологічних збитків, нанесених військовою агресією, розроблена відповідна методика (Дідух та ін., 2024).

Одним із очевидних наслідків окупації стало облаштування двох систем польових фортифікаційних споруд на площі приблизно 0,5 га поблизу мостів на першій річковій терасі р. Уж у районі колишніх населених пунктів с-ще Полісся та с. Черевач. Ці фортифікаційні споруди включали укриття для техніки, траншеї та бліндажі, посилені габіонами, наповненими місцевим супіщаним ґрунтом. Зведення укріплень не спричиняє такого хімічного впливу, як вибухи боеприпасів (Fernandez-Lopez et al., 2022), а переважно викликає механічні зміни. Водночас цей процес супроводжується іншими негативними наслідками для довкілля, такими як засмічення територій та погіршення їх санітарного стану (Filho et al., 2024).

Будівництво фортифікаційних споруд, таких як бліндажі, траншеї, бункери, тунелі та склади, має значний екологічний вплив на навколишнє середовище. Одним із основних наслідків є переміщення шарів ґрунту та руйнування його структури, що сприяє ерозії та руйнуванню ґрунтів (Rawtani et al., 2022). Розрив тонкого родючого шару до підстиляючої породи, що потім засипає навколишню територію, у поєднанні з атмосферними опадами, вітром та перепадами температур призводить до розвіювання розкиданої породи, що негативно впливає на рослинність. Це призводить до погіршення структури та особливостей ґрунтів, що можна порівняти з процесом опустелювання, особливо в умовах зміни клімату, посух та інших екстремальних явищ (Голубцов та ін., 2023). Крім того, будівництво фортифікацій не завжди враховує глибину залягання ґрунтових вод, що може порушити гідрологічний режим, спричиняючи заболочування та засолення ґрунтів, а іноді і їх деструкцію. Всі ці наслідки негативно впливають на біорізноманіття території (Василюк, 2024). Так, наприклад, внаслідок будівництва фортифікаційних споруд і вогневих рубежів на території НПП "Залісся" повністю знищено або значно пошкоджено рослинний та ґрунтовий покрив, а також лісову підстилку окремих ділянок Парку, що в по-

дальшому негативно позначиться на функціонуванні лісових біотопів і розвитку природних екосистем у цілому (Смаголь, Смаголь, 2024).

Вважається, що після завершення війни ліквідація фортифікаційних споруд стане одним із найскладніших завдань у процесі зеленого відновлення України, оскільки реальна площа пошкоджених територій, включаючи зони активної ерозії ґрунтів, значно перевищує площу самих фортифікацій (Василюк, 2024). Тому підхід до повоєнного менеджменту має враховувати всі аспекти екосистемного відновлення (Meaza et al., 2024).

Проте, на прикладі Чорнобильського заповідника ми можемо стверджувати, що рослинність починає швидко відновлюватися після будь-яких катастрофічних подій (аварій, пожеж) (Didukh et al., 2023; Zumarogioeva et al., 2024), а також після пошкодження ґрунтового покриву фортифікаційними спорудами. З огляду на це, надзвичайно актуальним є дослідження особливостей відновлення рослинного покриву на територіях пошкоджених військовими діями.

Метою розпочатого нами дослідження є фіксація стану і вивчення сукцесійних змін рослинного покриву на ділянках порушеного ґрунту внаслідок будівництва фортифікаційних споруд на території ЧРЕБЗ. Відповідно до поставленої мети були сформульовані такі завдання: скласти попередній список видів рослин, які заселяють фортифікаційні споруди; оцінити склад основних агрегацій та у подальшому асоціацій та з'ясувати сукцесійний тренд рослинності цих об'єктів для розробки сценаріїв їх подальшої динаміки.

### Матеріал та методика досліджень

Дослідженнями охоплено територію прилеглу до автодороги Іванків–Чорнобиль, південніше кол. с. Черевач у напрямку до мосту через р. Уж, де впродовж березня 2022 року російськими військовими було створено лінію оборони, включаючи окопи, бліндажі тощо. Дослідження включали польові обстеження території у серпні–жовтні 2022, квітні–жовтні 2023 та червні–вересні 2024 років на площі меншій 0,5 га з подальшою камеральною обробкою матеріалів.

Отриманий список флори аналізувався за методами порівняльної флористики (Юрцев, Камелін, 1991; Дідух, 2008). Таксономічні назви видів відповідають чеклісту флори України (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999).

Дослідження рослинності проводили з використанням методу геоботанічних пробних площ (Westhoff & Van Der Maarel, 1978). Було закладено 5 постійних пробних ділянок (площею 100 м<sup>2</sup>), на яких реєстрували всі види рослин та їх покриття у відсотках. Окрім того, фіксувались всі види судинних рослин, що траплялись і за межами стаціонарних ділянок. Набір описів здійснювався за допомогою програми Vegplots (Онищенко, 1997) з подальшою обробкою та інтерпретацією масиву даних за допомогою індикаторного аналізу видів (TWINSPAN), із застосуванням програмного пакету JUICE. Статистичний аналіз проводився за допомогою програми Statistica 10.

### Результати досліджень

На досліджених військових фортифікаціях (рис. 1) у 2022 році виявлено 140 видів судинних рослин зі 108 родів та 36 родин. Найбільше різноманіття відмічено серед родин Asteraceae (24 види), Poaceae (19), Fabaceae (11), Caryophyllaceae (7), Polygonaceae (7), Brassicaceae, Chenopodiaceae та Veronicaceae (по 6 видів). Сім родин були представлені трьома–п'ятьма видами. Шість родин мали у своєму складі по два види, а 11 – по одному виду (табл. 1).

Впродовж 2023 року на цій ділянці було виявлено вже 184 види судинних рослин зі 130 родів та 43 родин. У 2024 році зведений список поповнився 1 новою родиною (Campanulaceae), 5 родами та 7 видами (див. табл. 1.). Наразі список флори цих об'єктів налічує 191 вид судинних рослин із 135 родів та 44 родин.

Найбільше різноманіття у 2024 році відмічено серед родин Asteraceae (29 видів), Poaceae (28), Fabaceae (14), Caryophyllaceae та Polygonaceae (по 10), Veronicaceae (8), Ariaceae та Brassicaceae (по 7), Chenopodiaceae (6 видів). Десять родин були представлені трьома – п'ятьма видами. Сім родин мали у своєму складі по два види, а 16 – по одному.



Рисунок 1. Загальний вигляд заростаючих фортифікаційних оборонних споруд російських військ: а) – станом на червень 2023 року; б) – у вересні 2023 року (куничникова стадія заростання горбів вздовж дороги Дитятки–Чорнобиль).

Figure 1. General view of the overgrown fortifications of the Russian troops: a) – as of June 2023; b) – in September 2023 (the *Calamagrostis epigeios* stage of mounds overgrowth along the Dytiatky–Chornobyl road).

Таблиця 1. Динаміка зміни кількості видів флори порушених територій ЧРЕБЗ у провідних родинях

Table 1. Dynamics of changes by the species number in leading vascular plant families on disturbed areas of the Chornobyl REBR

№ з/п	Родина	Кількість видів за роками		
		2022	2023	2024
1.	Asteraceae	24	28	29
2.	Poaceae	19	26	28
3.	Fabaceae	11	14	14
4.	Caryophyllaceae	7	10	10
5.	Polygonaceae	7	10	10
6.	Veronicaceae	6	8	8
7.	Apiaceae	5	7	7
8.	Brassicaceae	6	6	7
9.	Chenopodiaceae	6	6	6
10.	Lamiaceae	5	5	5

Впродовж 2-х останніх років зросло відсоткове співвідношення родин Poaceae (з 13,6 до 14,6%), Caryophyllaceae та Polygonaceae (з 5,0 до 5,2%). Водночас зменшилось аналогічне співвідношення у родин Asteraceae (з 17,1 до 15,1%), Fabaceae (з 7,8 до 7,3%), Brassicaceae та Chenopodiaceae (з 4,3 до 3,1%), Veronicaceae (з 4,3 до 4,2%), Lamiaceae (з 3,8 до 2,6%). Відмічається збільшення злакової основи у відсотковому відношенні та за показниками фітомаси на одиницю площі.

Місця тимчасового поселення (бліндажі) у 2022 році рясніли харчовими та отруйними видами, такими як *Datura stramonium* L., *Solanum lycopersicon* L., *S. nigrum* L., *S. tuberosum* L., але у 2023 році останні поступово витіснялись кореневищними злаками та осоками. Горби зі свіжонасипаним ґрунтом влітку 2022 року заростали представниками родини Chenopodiaceae, де домінували *Atriplex patens* (Litw.) Pjij, та *Chenopodium album* L., за участі *Ch. strictum* Roth, *Chenopodium hybridum* (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch, *Lipandra polysperma* (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch. До них рясно домішувались види з родини Poaceae: *Anisantha sterilis* (L.) Nevski, *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, *Bromus squarrosus* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski ssp. *repens*, *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *S. pumila* (Poir.) Roem. & Schult. Їх частка у 2023 р. зросла. Високий ступінь



трапляння у цих екотопах також характерний для видів родин Айстрових (*Arctium lappa* L., *Erigeron canadensis* L., *Lactuca serriola* Torner, *Picris hieracioides* L., *Sonchus oleraceus* L.), Бобових (*Lathyrus tuberosus* L., *Medicago lupulina* L., *Melilotus albus* Medik., *Vicia sativa* L.), Гвоздичних (*Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Saponaria officinalis* L.), Онагрових (*Oenothera biennis* L.) і Ранникових (*Verbascum lychnitis* L., *Verbascum phlomoides* L.). Продовжилась експансія з прилеглих територій у ці піонерні фітоценози таких видів, як *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus nigra* L. (рис. 2), що у майбутньому може спричинити їх розростання і утворення деревної стадії заростання цих об'єктів.



Рисунок 2. Закріплення на "горбах" *Robinia pseudoacacia* (a) та *Populus nigra* (b).  
Figure 2. Anchoring on the "mounds" by *Robinia pseudoacacia* (a) and *Populus nigra* (b).

У 2023–2024 рр. сингенез рослинності цих горбистих ділянок спрямувався у бік зростання ролі кореневищних злаків – переважно *Calamagrostis epigeios* (див. рис. 1: b) та *Elytrigia repens* і формування угруповань 2 асоціацій союзу *Convolvulo arvensis-Agropyrion repentis* Görs 1967 класу *Artemisitea vulgaris* Lohm. et all. in Tx. ex Von Rochow 1951. До горбів із супіщаними ґрунтами, розташованим ближче до р. Уж, тяжіють угруповання асоціації *Calamagrostietum epigei* Kostylev in Solomakha et al. 1992. Натомість угруповання асоціації *Agropyretum repentis* Felföldy 1942 притаманні ділянкам, які займають більш високі у профілі ділянки (від заплави до плакору), із суглинистими ґрунтами. Проективне покриття досліджених угруповань впродовж 3 років зросло до 55–70%, частка домінантів становила в середньому 40 та 20–25% відповідно. З високим ступенем постійності в цих угрупованнях відмічені *Convolvulus arvensis*, *Erigeron canadensis* L., *E. annuus* (L.) Pers., *Oenothera biennis* (L.), *Setaria viridis*, *Trifolium arvense* L. та *T. repens* L.

Водночас зниження (дно окопів) опанували угруповання асоціації *Melilotetum albo-officinalis* Sissingh 1950 союзу *Dauco-Melilotion* Görs ex Rostanski et Gutte 1971. Вони сформувались на більш ущільнених субстратах з супіщаними ґрунтами. Їх покриття варіювало у проміжку 40–70%, а діагностичними видами асоціації виступали *Achillea millefolium* L., *Cichorium intybus* L., *Echium vulgare* L., *Melilotus albus*, *Medicago lupulina* L. тощо (рис. 3).



Рисунок 3. Угруповання асоціації *Melilotetum albo-officinalis* на дні окопів (липень, 2023 року).Figure 3. *Melilotetum albo-officinalis* association at the bottom of the trenches (July, 2023).

За біоморфологічною структурою у флорі тимчасових фортифікаційних споруд у 2022 році переважали монокарпіки: однорічні (59 видів; 42,1%) та дворічні (19; 13,6%) види (табл. 2). Багаторічники перебували на другому місці і були представлені 54 видами (38,6%). Найнижчі показники тут мала група деревних рослин (5 дерев, 2 чагарника та 1 напівчагарничок).

Таблиця 2. Біоморфологічна структура флори порушених територій ЧРЕБЗ

Table 2. Biomorphological structure of the flora on affected areas at the Chernobyl REBR

№ з/п	Біоморфологічна група	Кількість видів (абс. та у %) за роками					
		2022		2023		2024	
1.	Дерева	5	3,6	8	4,4	8	4,2
2.	Чагарники	2	1,4	3	1,6	3	1,6
3.	Чагарнички	–	–	–	–	–	–
4.	Напівчагарники	–	–	1	0,5	1	0,5
5.	Напівчагарнички	1	0,7	1	0,5	1	0,5
6.	Багаторічники	54	38,6	77	41,8	81	42,4
7.	Дворічники	19	13,6	26	14,1	28	14,6
8.	Однорічники	59	42,1	68	36,9	69	36,1
Всього		140	100	184	100	191	100

У 2023 році збільшилась частка багаторічників з 54 до 77 видів (на 3,2%), хоча півну позицію зберегли монокарпіки (51%). Також відмічено поступове зростання лігнозних біоморф. У 2024 році частка багаторічників зросла до 42,4% (81 вид), а дворічників – до 14,6% (28 видів). Частка фанерофітів і хамефітів не змінилась. Водночас частка однорічників дещо знизилась – з 42,1% у 2022 році до 36,1% у 2024 році. Попри це, монокарпіки не втратили провідної ролі у даних угрупованнях (50,7%).

Виходячи з аналізу еколого-ценотичної структури флори досліджених новоутворень, відмічається переважання серед основних груп синантропної фракції, як у 2022 (58,8%), 2023 (55,4%), так і у 2024 (56,0%) роках. Водночас, за рахунок збільшення частки лучно-степових (на 1,8%), лучних (на 1,3%) і псамофітних (на 1,7%) видів роль синантропофантів дещо зменшилась (табл. 3). У 2024 р. відсоткове співвідношення інших представників еколого-ценотичних груп залишилось майже без змін.

Таблиця 3. Еколого-ценотична структура флори порушених територій ЧРЕБЗ

Table 3. Ecological and coenotic structure of the flora on affected areas at the Chornobyl REBR

№ з/п	Еколого-ценотична група	Кількість видів (абс. та у %) за роками					
		2022		2023		2024	
1.	Лісові	9	6,4	11	6,0	11	5,7
2.	Лучно-степові	15	10,7	23	12,5	23	12,0
3.	Лучні	18	12,8	26	14,1	27	14,1
4.	Псамофітні	6	4,3	11	6,0	12	6,3
5.	Болотні	10	7,1	13	7,0	13	6,8
6.	Синантропні	82	58,8	102	55,4	107	56,0
Всього		140	100	184	100	191	100

За географічним поширенням види порушених місцезростань дослідженої території у 2022 році належали переважно до голарктичного типу ареалу (83 види; 59,3%) тобто є широкоареальними (табл. 4). Однакову кількість мали перехідний (європейсько-середземноморський) тип та група адвентивних видів – по 22. Інші типи (євразійський степовий, давньосередземноморсько-євразійський степовий та космополітний) були представлені незначною кількістю видів, а саме – 7, 5 та 1 відповідно.

Таблиця 4. Географічна структура флори порушених територій ЧРЕБЗ

Table 4. Geographical structure of the flora on affected areas at the Chornobyl REBR

№ з/п	Тип ареалу (група)	Кількість видів (абс. та у %) за роками					
		2022 р.		2023 р.		2024	
1.	Голарктичний	83	59,3	113	61,4	117	61,2
2.	Європейсько-середземноморський	22	15,7	29	15,8	30	15,7
3.	Євразійський степовий	7	5,0	10	5,4	11	5,8
4.	Давньосередземноморський	5	3,6	5	2,7	5	5,7
5.	Космополітний	1	0,7	1	0,5	1	0,5
6.	Адвентивний	22	15,7	26	14,1	27	14,1
Всього		140	100	184	100	191	100

У 2023 р. дещо зросла частка видів з голарктичним, євразійським степовим та європейсько-середземноморським типами ареалу, а участь інших ареалогічних груп не значно, але скоротилась. Зменшилось відсоткове значення і адвентивних видів рослин, хоча і незначно зросла їх кількість. У 2024 р. розподіл видів за основними типами ареалів залишився майже без змін.

## Обговорення

На примітивних фортифікаційних спорудах, розташованих на території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника, протягом трьох років спостерігається зростання видового різноманіття рослин. Так, кількість видів судинних рослин зросла зі 140 у 2022 році до 191 у 2024 році. На землях, порушених фортифікаційними спорудами, на перших стадіях сукцесії переважають однорічні, дворічні рослини та багаторічники з широким ареалом, серед яких значну частку становлять адвентивні (14,1%).

Хоча інвазійні види можуть бути корисними для боротьби з вітровою ерозією ґрунтів, їх поширення означає втрату біорізноманіття, оскільки вони не сприяють формуванню стійких та багатих оселищ. Так, з високою постійністю в цих новостворених угрупованнях на фортифікаціях спостерігаються такі інвазійні види, як *Oenothera biennis*, *Setaria viridis* та *Erigeron canadensis*. Останній вид є також найбільш поширеним інвазійним видом на згаданих у ЧРЕБЗ (Zumarogіeva et al., 2024). Частка деяких чужорідних видів, що першими заселяють бліндажі, наприклад *Datura stramonium*, *Solanum nigrum*, *S. tuberosum*, поступово знижується і в рослинному покриві починають переважати кореневищні злаки та осоки. У більш зволожені екотопи (дно окопів) у 2022 році проникла низка адвентивних видів-трансформерів (*Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & A.Gray, *Galinsoga parviflora* Cav., *Xanthium riparium* Lasch.). Їх рясність у наступні роки подекуди збільшилась. Ці процеси слід контролювати, а вогнища розростання знищувати.

У найближчій перспективі однією з екологічних загроз для України та Центрально-го Полісся зокрема є поширення нових видів рослин (Zavialova et al., 2021). Найбільшу небезпеку становлять різні адвентивні види, вже відомі на територіях, прилеглих до України, зокрема ті, що мають високу схильність до гібридизації (Protopopova, Shevera, 2019). Серед них виділяють міжвидові гібриди з родів *Amaranthus*, *Erigeron*, *Rumex*, *Solidago*, *Xanthium* (Yavorska, 2009). Можливим є також повторне занесення або поява нових осередків видів, які раніше не набули поширення чи зникли в Україні, але збереглися в інших країнах (Koniakin, 2024). У довгостроковій перспективі існує загроза генетичного обміну між віддаленими популяціями, особливо адвентивних видів, що сприятиме їхньому інвазійному успіху завдяки пристосуванню до ширшого спектру умов. Це також ускладнить контроль за поширенням фітоінвазій.

Деревна фаза заростання фортифікаційних споруд будується на основі інвазійних (*Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*) та почасти природних видів, насамперед *Populus nigra* та *Pinus sylvestris*. Існує припущення, що у найближчому майбутньому на території ЧРЕБЗ збільшиться роль деревно-чагарникових видів адвентивних рослин, наприклад, *Aronia* sp. div., *Prunus serotina* Ehrh., а також вже відомих і нових трав'янистих видів *Heracleum* sp. div., *Oenothera* sp. div. та ін. (Зав'ялова та ін., 2022).

У післявоєнний період важливими завданнями стануть регулярний моніторинг інвазійних видів флори, своєчасне виявлення нових таксонів, особливо тих, які були занесені з країн або регіонів, з якими активізувалися зв'язки під час війни. Також пріоритетними є спостереження за територіями, де відбувалися воєнні дії або окупація, зокрема за ділянками, зміненими внаслідок бойових дій, організація досліджень видів-полемохорів і контроль за їх поширенням.

## Висновки

Підбиваючи підсумки слід констатувати, що в досліджених примітивних фортифікаційних спорудах Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника впродовж 3 років відбуваються процеси збільшення видового різноманіття (зі 140 видів судинних рослин у 2022 році до 191 у 2024 році), з супутніми змінами систематичної, біоморфологічної та інших структур цих флор. На даному етапі досліджень флору указаних новоутворень формують переважно одно-дворічники та багаторічники з широкими ареалами та значною часткою адвентивних таксонів (14,1%). Поступово відбуваються зміни у складі домінантів цих угруповань, посилюється їх злакова основа, відбувається широке проникнення лігнозних біоморф з прилеглих територій. Подальші дослідження прогностично продемонструють збільшення кількості видів рослин на колишніх фортифікаційних спорудах та відповідні етапи і напрями суцесійних змін рослинності.

Васильок О. До чого призводять військові фортифікації в Україні. *Ukraine War Environmental Consequences Work Group*. URL: <https://uwecworkgroup.info/uk/military-fortifications-in-ukraine-what-comes-next/>

Голубцов О., Сорокіна Л., Сплодитель А., Чумаченко С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу. Київ : ГО "Центр екологічних ініціатив "Екодія". 2023. 32 с.

Дідух Я.П. Етюди фітоєкології. Київ : Арістей, 2008. 268 с.

Дідух Я.П., Соколенко У.М., Расевич В.В., Гаврилов С.О. Методика розрахунку екологічних збитків природних екосистем та їхніх компонентів. Львів–Київ : Компанія "Манускрипт", 2024. 67 с.

Зав'ялова Л., Коломійчук В., Кучер О., Протопопова В., Шевера М. Оцінка загрози спалаху фітоінвазій внаслідок війни. *Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022* : I Міжнародна науково-практична конференція (26–27 травня 2022 р.). Полтава–Львів. С. 256–260.

Кварта О.С. Вплив військової агресії РФ на природні екосистеми Гетьманського НПП. *Функціонування об'єктів природно-заповідного фонду України в умовах воєнного стану: шляхи відновлення та розвитку* : Всеукр. наук.-практич. конф. (м. Київ, 4–5 липня 2024 р.). Київ, 2024. С. 90–94.

Клетьонкін В.Г. Вплив воєнних дій на природні комплекси та інфраструктуру НПП "Дворічанський". *Функціонування об'єктів природно-заповідного фонду України в умовах воєнного стану: шляхи відновлення та розвитку* : Всеукр. наук.-практич. конф. (м. Київ, 4–5 липня 2024 р.). Київ, 2024. С. 79–81.



- Коломійчук В.П., Вишневецький Д.О., Мельничук Т.В. Вплив військових дій на території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника. *Роль біосферних заповідників (резерватів) та інших природоохоронних територій для реалізації в Україні стратегії сталого розвитку* : Мат-ли міжнар. наук.-практич. конф. (Україна, м. Рахів, 21 листопада 2023 року). Рахів, 2023. С.174–181.
- Коломійчук В.П., Вишневецький Д.О. Вплив військових дій на екосистеми Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника. *Природа в окупації – 10 років російської військової агресії проти довкілля. Перспективи відновлення природоохоронних територій України* : збірка мат-лів Всеукраїнської наук.-практич. конф. (м. Хмельницький, 28–29 березня 2024 р.). Київ : Центр екологічної освіти та інформації, 2024. С. 22–25.
- Онищенко В.А. Нова комп'ютерна програма для роботи з геоботанічними описами / Проблеми ботаніки і мікології на порозі третього тисячоліття : Мат-ли X з'їзду УБТ (м. Полтава, 22–23 травня 1997 р.). Київ–Полтава, 1997. С. 226.
- Смаголь В.М., Смаголь В.О. Попередній аналіз впливу російської військової агресії на природні комплекси НПП "Залісся". *Особливості охорони природи в умовах воєнного стану в інтересах місцевих громад* : збірник праць Других Зимових читань в Синьогорі (с. Стара Гута, Івано-Франківська обл., 14–15 грудня 2023 р.) / Під ред. І.М. Данилика, Ю.С. Шпарика. Івано-Франківськ : Видавець Кушнір Г.М. 2024. С. 24–28.
- Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики. Пермь. 1991. 80 с.
- Didukh, Y.P., Pashkevych N., Kolomiychuk V.P., Vyshnevskiy D. Vegetation changes within the Chernobyl Exclusion Zone, Ukraine. *Environmental & Socio-economic Studies*. 2023. Vol. 11, № 1. P. 13–32. <https://doi.org/10.2478/environ-2023-0002>
- Fernandez-Lopez C., Posada-Baquero R., Ortega-Calvo J.-J. Nature-based approaches to reducing the environmental risk of organic contaminants resulting from military activities. *Science of the Total Environment*. 2022. Vol. 843, № 10. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157007>
- Filho W.L., Fedoruk M., Eustachio J.H.P.P., Splodytel A., Smaliychuk A., Szykowska-Jóźwikb M. The environment as the first victim: The impacts of the war on the preservation areas in Ukraine. *Journal of Environmental Management*. 2024. Vol. 364, 121399. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121399>
- Koniakin, S., Burda R., Budzhak V. The dynamics of the taxonomic composition of the alien fraction of the urban flora in the Kyiv urban area, Ukraine. *Environmental & Socio-economic Studies*. 2024. Vol. 12, № 2. P. 62–82. <https://doi.org/10.2478/environ-2024-0013>
- Meaza H., Ghebreyohannes T., Nyssen J., Tesfamariam Z., Demissie B., Poesen J., Gebrehiwot M., Weldemichel T. G., Deckers S., Gidey D. G., Vanmaercke M. Managing the environmental impacts of war: What can be learned from conflict-vulnerable communities? *Science of the Total Environment*. 2024. Vol. 927, 171974. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171974>
- Melnychuk T., Korepanova K., Fedoniuk T., Zymarioieva A. Geospatial applications as an integral component of wildlife monitoring in the Chernobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve. *Biosystems Diversity*. 2024. Vol. 32 (1). P. 127–134. <https://doi.org/10.15421/012412>
- Mosyakin S.L. Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 346 p.
- Protopopova V., Shevera M. Invasive species in the flora of Ukraine. I. The group of highly active species. *GEO&BIO*. 2019. P. 116–135. 10.15407/vnm.2019.17.116
- Rawtani, D., Gupta G., Khatri N., Rao P.K., Hussain C.M. Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of The Total Environment*, 2022. Vol. 850, 12. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932>
- Yavorska O. The North American species of the non-native flora of the Kyiv urban area (Ukraine): a checklist and analysis. *Biodiversity Research and Conservation*. 2009. Vol. 13, № 1. P. 25–30. <https://doi.org/10.2478/v10119-009-0005-3>
- Westhoff V. & Van Der Maarel E. The Braun-Blanquet approach / Whittaker, R.H., red., Classification of plant communities, Junk, the Hague. 1978. P. 287–399.
- Zavialova, L., Protopopova V., Kucher O., Ryff, L., Shevera M. Plant invasions in Ukraine. *Environmental & Socio-economic Studies*. 2021. Vol. 9, № 4. P. 1–13. <https://doi.org/10.2478/environ-2021-0020>
- Zymarioieva A., Kolomiychuk V., Fedoniuk, T., Goncharenko I., Borsuk O., Melnychuk T., Svenning J.-Ch. Post-fire recovery of vegetation in the Chernobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve. *International Journal of Environmental Studies*. 2023. Vol. 80 (1). <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2287345>

Received: 18 October 2024 / Revised: 29 November 2024 / Accepted: 30 December 2024