



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.223>

RESEARCH ARTICLE

Популяції *Gymnospermium odessanum* (*Berberidaceae*) у природному та постмайнінговому ландшафтах Криворіжжя

Анатолій О. ПАВЛЕНКО * , Ольга О. КРАСОВА , Галина Н. ШОЛЬ 

Криворізький ботанічний сад, Національна академія наук України
вул. Ботанічна 50, Кривий Ріг 50089, Україна

*Автор для листування: anolpavl@gmail.com

Реферат. *Gymnospermium odessanum* — палеоендемік, реліктовий вид із вузьким диз'юнктивним ареалом, включений до Червоної книги України. Найпівнічніше з його відомих природних місцезростань розташоване в Кривому Розі, в межах урочища "Сланцеві скелі". Цей анклав виняткового фіторізноманіття зазнає рекреаційного пресингу, який посилюється з кожним роком. У 2014 р. було здійснено висадку бульбокореневищ *G. odessanum* у постмайнінговому ландшафті міста — на виведеному з експлуатації залізорудному відвалі. Впродовж 11 років здійснювався моніторинг щодо формування експериментальної інтродукційної популяції виду. У статті проведено порівняльний аналіз вікової структури та життєвості природної й штучно створеної популяцій. Показано, що спроби збереження рідкісного виду за умов постмайнінгового ландшафту цілком себе виправдовують. Надання цій території статусу ландшафтного техногенного заказника забезпечило б дієву охорону унікальної інтродукційної популяції.

Ключові слова: вікові спектри, віталітет, динаміка, життєвість, інтродукційна популяція, *Gymnospermium odessanum*

Вступ

Вивчення сучасного стану існування вразливого реліктового виду *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. (Krytska, Novosad, 2009) останнім часом знаходиться в центрі наукових інтересів європейських ботаніків. Поза межами України детальні дослідження виду проводилися в Румунії (Doroftei, Mierla, 2007; Chirila et al., 2025); декілька близьких видів, які іноді нарівні з *G. odessanum* вважаються підвидами *G. altaicum*

(Pall.) Spach, вивчалися в Албанії (Barina et al., 2015, 2017; Mahmutaj et al., 2015), Чорногорії (Caković et al., 2017) та Італії (Rosati et al., 2018).

В Україні багаторічні підсумки досліджень із таксономії, систематики, морфології, хорології, екотопології, популяційної біології, інтродукції та созології цього добруджинсько-бесарабсько-західнопричорноморського ендеміка узагальнені в монографії колективу авторів (Scherbakova et al., 2021). Ними встановлено, що найбільша кількість місцезнаходжень *G.*

ARTICLE HISTORY. Submitted 15 August 2025. Revised 29 May 2026. Published 30 June 2026

CITATION. Pavlenko A.O., Krasova O.O., Shol H.N. 2026. Populations of *Gymnospermium odessanum* (*Berberidaceae*) in natural and post-mining landscapes of the Kryvyi Rih area (Ukraine). *Ukrainian Botanical Journal*, 83(3): 223–234. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.223>

© M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 2026

© Publisher PH "Akademperiodyka" of the NAS of Ukraine, 2026

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

odessanum відома з Миколаївської та Одеської областей (45 та 36); у Херсонській їх налічується 4, у Кіровоградській та Дніпропетровській — по одному. Нещодавно знайдено ще два малочисельні локалітети в Миколаївській та Дніпропетровській областях. Перший виявлений у заростях *Prunus spinosa* L. в балці Батрасовій на східному узбережжі Тилігульського лиману (Регіональний ландшафтний парк "Тилігульський") (Melnyk et al., 2023), другий — на відслоненнях гранітів і мігматитів по лівому берегу річки Інгулець поблизу одного з житлових масивів Кривого Рогу (Trotner, 2020).

Для Кривого Рогу вид наводився наприкінці XIX століття І.Я. Акінфієвим під назвою *Leontice altaica* Pall. (Akinfiyev, 1894); під тією ж назвою пізніше на його зростання в околицях міста вказував М.І. Котов (Kotov, 1927). До недавнього часу вид вважали зниклим із території міста. Проте, у 2006 р. під час екскурсії учасниками VI Міжнародної конференції молодих дослідників вид було знайдено в заростях чагарників на кам'янистих відслоненнях геологічної пам'ятки природи "Сланцеві скелі" (Kucherevskiy, Shol, 2010). Пізніше на прилеглий території (яку ми називаємо урочищем "Сланцеві скелі") було виявлено 18 популяційних локусів виду (Smetana et al., 2014a).

За даними О.Ф. Щербакової, *G. odessanum* має сильну ценотичну стратегію та високі адаптивні можливості (Shcherbakova, 2008). Ймовірно, завдяки цьому інтродукційні експерименти з цим видом виявляються доволі успішними, навіть у випадках, коли еколого-ценотичні умови нових місцезростань відрізняються від природних і не є оптимальними. Так, на ботаніко-географічній ділянці "Степи України" Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України площа інтродукційної популяції *G. odessanum* становить 2075 м², що значно більше будь-якої з природних (Gritsenko, 2022). У Криворізькому ботанічному саду НАН України *G. odessanum* інтродукований у 2003 р. з околиць селища Березнегувате (Миколаївська обл.). На сьогодні вид утворив інтродукційну мікропопуляцію, генеративні особини якої щорічно проходять усі фенологічні фази розвитку та формують схоже насіння. Завдяки способу розповсюдження насіння (мірмекохорії) вид активно поширюється та збільшує займану територію. За підсумками успішності інтродукції *G.*

odessanum належить до стійких у культурі видів: 18 балів із 24-х (Shol, 2018).

Оскільки на Дніпропетровщині діє програма використання порушених земель гірничо-добувних підприємств в якості відновлюваних елементів екологічної мережі, актуальним напрямком збагачення фіторізноманіття постмайнингових територій (таких, що виникли після завершення видобування корисних копалин) стало привнесення созологічно цінних аборигенних видів до екотопів, субстратні умови яких наближені до природних.

Метою нашого дослідження було порівняння вікової структури та життєвості популяції *G. odessanum* на території урочища "Сланцеві скелі" і в постмайнинговому ландшафті (відвал Першотравневого кар'єру).

Матеріали та методи

Територія Криворіжжя (Криворізького природничо-господарського регіону) знаходиться переважно на південних відрогів Придніпровської височини, що на південному заході повільно переходить у Причорноморську низовину (Kazakov et al., 2005). За геоботанічним районуванням ця територія входить до складу Бузько-Дніпровського (Криворізького) округу різнотравно-злакових степів, байрачних лісів та рослинності гранітних відслонень Чорноморсько-Азовської степової підпровінції Понтичної степової провінції (Didukh, Shelyag-Sosonko, 2003). За останні півтора століття природні ландшафти регіону зазнали потужної техногенної трансформації внаслідок діяльності підприємств гірничо-металургійного комплексу. Ландшафти, де збереглася природна флора, займають 1,0–1,5% загальної площі Криворіжжя. Тому ландшафтно-технічні системи на сьогодні розглядаються як майбутні рефугіуми для аборигенної флори та рослинності (Yarkov, 2007).

Популяція *G. odessanum* на території урочища "Сланцеві скелі" є найпівнічнішою серед відомих природних (47°56'22.0"N 33°23'17.0"E); інтродукційна – знаходиться за 23,3 км в північно-східному напрямку (48°07'29.3"N 33°34'03.1"E).

Створення інтродукційної популяції на залізничному відвалі Першотравневого кар'єру Північного гірничо-збагачувального комбінату здійснено на початку червня 2014 р. Для цього

використали бульбокореневища *G. odessanum*, випадково виявлені в зразках ґрунту, відібраних під час закладання екологічних профілів у балці Найденовій (Миколаївська обл.). З огляду на неможливість їхнього повернення до природного місцезростання та задля врятування діаспор охоронюваного виду, цей рослинний матеріал було вилучено та висаджено в 4-х локсах на відвалі.

Польові дослідження природної та інтродукційної популяції *G. odessanum* проводили в період 2015–2025 рр. Вікову структуру *G. odessanum* у межах урочища "Сланцеві скелі" вивчали в 2018 та 2021 роках, життєвість — у 2021 р. З-поміж відомих популяційних локусів (Smetana et al., 2014a) для дослідження було обрано той, який за екологічними умовами є найбільш подібним до відвальних: в екотонній смугі між куртиною *Ulmus carpinifolia* Suckov s. str. (*U. minor* Mill. s. l.) та петрофітно-степовим угрупованням на схилі східної експозиції.

Спостереження за чисельністю та станом рослин проводили з 2015 р. (за винятком 2017 та 2022 рр.). Ідентифікацію вікових станів особин проводили за О.І. Литвиненко (Lytvynenko, 2010) та О.Ф. Щербаквою зі співавторами (Scherbakova et al., 2021). Задля коректного порівняння даних підрахунок особин у природній та інтродукційній популяціях здійснювали в межах чотирьох облікових квадратів $0,5 \times 0,5$ м.

Морфологічний опис ґрунтових профілів та польова ідентифікація ґрунтів проведені О.О. Долиною зі співавторами (Krasova et al., 2016). Ґрунтові зразки відбирали з глибини 0–10 та 10–20 см; їхню підготовку здійснювали за стандартною методикою (Nakonechnyi, 2013); рН у водній витяжці визначали потенціометричним методом; щільний залишок у водній витяжці — зважуванням його на аналітичних терезах після фільтрування та випарювання вологи (Nakonechnyi, 2013).

Дослідження віталітетної структури проводили в квітні 2021 р. за методикою Ю.А. Злобіна (Zlobin, 2018). Зазвичай поділ особин на три категорії (високої, проміжної та низької якості) здійснюється за ключовими морфоструктурними ознаками. Як правило, таких ознак виділяють три, але для їхнього встановлення використовується значно більше морфопараметрів з наступним проведенням факторного аналізу об'єднаного масиву даних за методом головних

компонент. Однак, у випадку оцінки стану популяцій видів, що включені до "Червоної книги України" (Red Data Book..., 2009), вирішальне значення може мати застосування неущкоджувальних методів (існує думка, що така оцінка може успішно проводитися лише з опорою на один морфопараметр) (Skliar, 2012). З огляду на це, ми обрали три характеристики рослин генеративного віку: довжину надземної частини до листка квітконосного пагону, кількість квіток у суцвітті та площу поверхні листка (усіх сегментів другого порядку). Об'єм вибірки становив по 34 рослини у природній та штучно створеній популяціях. Площу листків визначали методом відбитків за І.В. Зубцовою (Zubtsova, 2020).

Кореляційні коефіцієнти між цими характеристиками незначні (найбільше значення за модулем 0,28), що дозволяє їх використовувати для об'єктивної оцінки віталітету обох популяцій. Спочатку значення ознак ранжували. Межі низького ("с"), середнього ("b") й високого ("a") класів віталітету знаходили за загальним середнім арифметичним для сукупної вибірки та за допомогою довірчих інтервалів, визначених за формулою:

$$\mu \pm t_{0,05} \cdot s_{\mu}$$

де μ — середнє арифметичне, $t_{0,05}$ — значення критерію Ст'юдента при $p = 0,05$, S_{μ} — помилка середнього арифметичного. До вищого класу "a" відносили особини зі значенням ознаки, більшим за $\mu + t_{0,05} \cdot s_{\mu}$; до нижчого класу віталітету "с" — ті, що мали значення менше, ніж $\mu - t_{0,05} \cdot s_{\mu}$; решта особин складала проміжний клас "b" (Zlobin, 2018). У складі кожної популяції встановлювали частку рослин *G. odessanum* різних класів віталітету та оцінювали величину індексу якості (Q) за формулою:

$$Q = \frac{1}{2} (a + b),$$

де a — частка особин класу "a" віталітету, b — частка особин класу "b" віталітету. Для встановлення ступеня процвітання або депресивності популяцій використовували формулу $I_q = (a + b) / 2c$. Популяції, в яких переважали особини вищого класу ($Q = \frac{1}{2} (a + b) > c$), відносили до процвітаючих, при однаковому траплянні особин усіх класів ($Q = \frac{1}{2} (a + b) = c$) — до рівноважних, а ті, в яких було більше рослин третього ("с") класу віталітету ($Q = \frac{1}{2} (a + b) < c$) — до депресивних (Zlobin, 2018).



Рис. 1. Популяції *Gymnospermium odessanum* у Кривому Розі. А: розташування на картосхемі інтродукційної популяції на відвалі Першотравневого кар'єру (1) та природної популяції в урочищі "Сланцеві скелі" (2); В: популяційний локус в урочищі "Сланцеві скелі", квітень 2021 р.; С: популяційний локус 2 на відвалі, квітень, 2015 р. (Krasova et al., 2016); D: популяційний локус 4 на відвалі, квітень, 2025 р.

Fig. 1. Populations of *Gymnospermium odessanum* in Kryvyi Rih. A: locations on the scheme map of the introduced population on the dump of the Pershotravnevyi quarry and the natural population in the tract "Slate Rocks"; B: population locus in the tract "Slate Rocks", April 2021; C: population locus 2 on the dump, April 2015 (Krasova et al., 2016); D: population locus 4 on the dump, April 2025

Назви рослин наводили переважно за базою даних Plants of the World Online (POWO, 2025–onward). Клімадіаграми побудовані на основі даних метеостанції "Davis 6152 C Vantage Pro 2", яка знаходиться на території Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України, за методом Госсена-Вальтера (Method..., 2012).

Результати та обговорення

Досліджена природна популяція *G. odessanum* у центральній частині м. Кривого Рогу займає площу близько 100 м² (рис. 1А, 1В).

На момент вегетації виду загальне проективне покриття (ЗПП) трав'яного ярусу становило 50% (з переважанням *G. odessanum* і *Galium aparine* L.). Наприкінці травня величина ЗПП не змінилася; частки окремих видів у ньому становили: *Teucrium chamaedrys* L. — 20%; *Galium aparine* — 18%; *Vinca herbacea* Waldst. & Kit. — 4%; *Verbascum marschallianum* Ivanina & Tzvelev — 3%; *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey — 3%; *Festuca rupicola* Heuff. — 2%. Інші види (*Alyssum hirsutum* M. Bieb., *Delphinium consolida* L., *Erysimum diffusum* Ehrh., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Hieracium*

Таблиця 1. Характеристика локусів інтродукційної популяції *Gymnospermium odessanum* на відвалі Першотравневого кар'єру

Table 1. Characterization of loci of the introduced population of *Gymnospermium odessanum* on the dump of Pershotravnevyi quarry

Локус	Екотопічні характеристики	Едафічні характеристики		
		глибина відбору зразка, см	реакція ґрунтового розчину, pH	сухий залишок (засоленість), %
1	Неглибока улоговина стоку на пологому схилі північної експозиції; примітивні фрагментарні кам'яністі ґрунти; підріст <i>Prunus cerasus</i> L. (зімкнутість 0,9)	0–10	7,70	0,18
		10–20	7,75	0,16
2	Пласка ділянка берми в оточенні сланцевих та кварцитових брил; примітивні фрагментарні кам'яністі ґрунти; під кроною <i>Prunus armeniaca</i> L. (рис. 1С)	0–10	7,68	0,38
		10–20	7,84	0,19
3	Пласка ділянка берми; примітивні фрагментарні суглинисті ґрунти; під кроною одиничного дерева <i>Ulmus carpinifolia</i>	Дані відсутні через знищення ділянки зсувом субстрату		
4	Невелика западина на бермі; примітивні фрагментарні суглинисті ґрунти; під кроною <i>Prunus armeniaca</i> (рис. 1D)	0–10	7,80	0,10
		10–20	6,85	0,09

umbellatum L., *Poa angustifolia* L., *Thalictrum minus* L. тощо) траплялися поодинокі.

Екотопічні та ценотичні характеристики чотирьох локусів на залізрудному відвалі мали суттєві відмінності (рис. 1С, 1D) (табл. 1).

Протягом перших чотирьох років розвитку особин у всіх локусах був цілком задовільним, проте, в подальшому в перших трьох із них розпочалися процеси деградації. Так, у локусі 1 скорочення чисельності рослин, очевидно, було спричинене сильним затіненням заростями *Prunus cerasus*. Майже 90%-ве відмирання рослин у локусі 2 з високою ймовірністю пов'язане з несприятливими змінами едафотопу. З 2018 р. почалося швидке руйнування великих кам'яних брил, у результаті чого тут утворився нещільний шар щебеню; у ході подальшого гіпергенезу гірських порід верхній шар ґрунту зазнав слабого засолення. Локус 3 був засипаний субстратом через зсув із прилеглого схилу.

Натомість екотопічні умови локусу 4 виявилися сприятливими для швидкого збільшення чисельності особин інтродукованого виду. Специфікою просторового розподілу рослин у цьому локусі є висока щільність особин у западині площею близько 1,5 м² та дифузне концентричне розташування окремих екземплярів навколо цього "згущення". Загальна площа локусу близько 15 м². У межах облікової площі (1 м²) в западині за 11 років чисельність особин збільшилась від 50 до 832 екземплярів.

У западині, де на момент квітання *G. odessanum* ЗПП становило 100%, на початку липня 2025 р. цей показник сягав лише 5%, переважно за рахунок сходів *Prunus armeniaca* і *Ulmus pumila* L. У периферійній частині локусу сформувалося рудеральне угруповання із ЗПП 60%, де домінували *Bromus japonicus* Thunb. (15%), *B. squarrosus* L. (15%), та *Torilis japonica* (Houtt.) DC. (15%). Меншу частку складали *Delphinium consolida* (4%), *Seseli campestre* Besser (3%), *Verbascum lychnitis* L. (3%), *Vicia villosa* Roth (3%), *Achillea millefolium* L. (1%), *Camelina microcarpa* Andr. ex DC. (1%), *Coronilla varia* L. (1%), *Senecio vernalis* Waldst. & Kit. (1%), *Viola ambigua* Waldst. & Kit. (1%).

Особливістю популяції в природному ландшафті є незмінна загальна щільність особин *G. odessanum* на 1 м²: 917 — у 2018 р. та 915 — у 2021 р. При цьому перерозподіл вікових станів у спектрах виявився доволі суттєвим: якщо в 2018 р спектр був чітко вираженим лівостороннім, то через три роки спостерігається врівноваження чисельності вікових груп (рис. 2).

Динамічні зміни популяції дослідженого виду в постмайнінговому ландшафті свідчать про її інвазійний характер у перші роки існування. Диференціація вікових станів у спектрах стає помітною з 2018 р. На цей момент абсолютну чисельну перевагу отримують проростки (52,6%). У наступні три роки формуються лівобічні спектри з максимумами на ювенільних

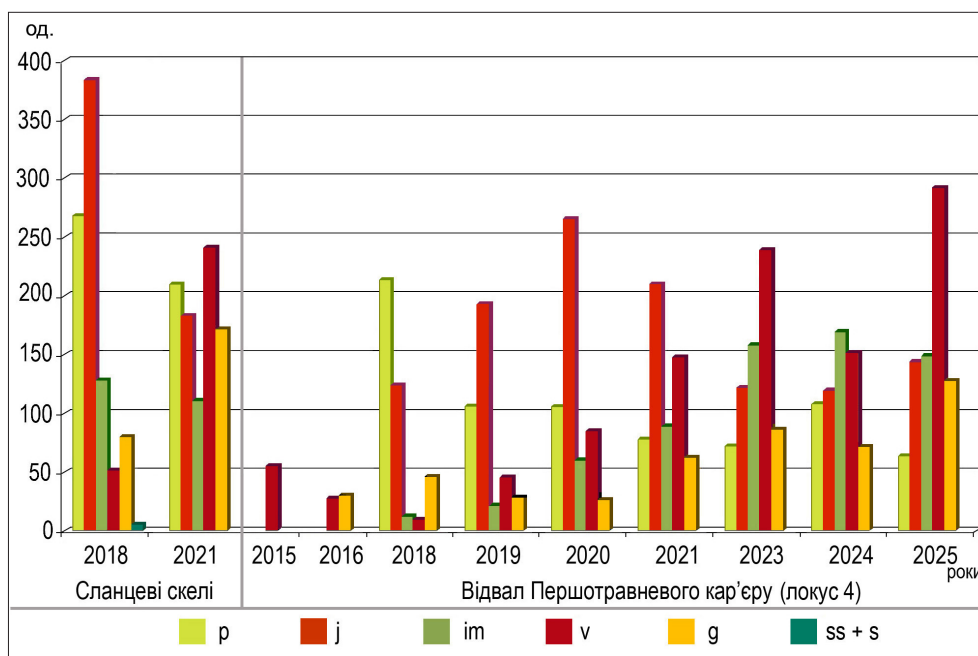


Рис. 2. Динаміка вікових спектрів популяцій *Gymnospermium odessanum* на "Сланцевих скелях" та залізорудному відвалі. Умовні позначення (вікові стани рослин): p — проростки; j — ювенільні; im — іматурні; v — віргінільні; g — генеративні; ss — субсенільні; s — сенільні

Fig. 2. Dynamics of age spectra of the population of *Gymnospermium odessanum* on the "Slate Rocks" and on the iron ore waste dump. Notation keys (age states of plants): p — seedlings; j — juvenile individuals; im — immature ones; v — virginal ones; g — generative; ss — subsenile ones; s — senile ones

особинах (рис. 2). У подальшому стрибкоподібно збільшується частка іматурних та віргінільних особин. Частка генеративних рослин змінюється з 11,5% (2024 р.) до 16,4% (2025 р.).

Із клімадіаграм за дев'ять років спостережень видно, що температурні умови наприкінці березня — на початку травня, тобто на момент розвитку надземної частини рослин, мають суттєві відмінності (рис. 3). При цьому чіткої залежності варіювання чисельності та вікової структури популяцій від впливу погодних умов не виявляється. Зокрема, тривалі заморозки до середини березня 2018 р. не перешкодили розвитку великої кількості проростків в обох популяціях. Щодо впливу кількості опадів, то посушливий період у березні 2019 р. міг призвести до зменшення загальної чисельності інтродукційної популяції (з 436 до 393 особин), проте, дія ще більш тривалої посухи в 2020 р. не вплинула на розвиток рослин усіх вікових станів (порівняно з 2019 р. чисельність популяції збільшилася на 149 особин). За останні три роки моніторингу спостерігалася така картина: за сприятливих погодних умов у

2023 р. налічували 707 особин; за посушливих весняних місяців у 2024 р. — 649, а в 2025 р. — 832 особини. Тож, імовірно, динамічні зміни популяції лише частково зумовлені погодними умовами, а більшою мірою — внутрішньовидовими відносинами між особинами.

Щільність обох досліджених популяцій дуже висока: як зазначено вище, 915–917 особин на 1 м² на "Сланцевих скелях" та 832 — на відвалі (2025 р.). При цьому середній показник щільності досліджених популяцій в Україні коливається в широких межах — від 21,9 до 896,7 особин на 1 м² (Scherbakova et. al., 2021). Отримані нами дані свідчать про сприятливі екологічні умови існування популяцій, насамперед — достатнє ґрунтове зволоження навесні для масового проростання насіння та виживання проростків.

Успішному розвитку рослин наступних онтогенетичних станів сприяє невисока конкуренція з боку інших трав'яних видів.

Сукупність отриманих нами морфометричних показників дозволяє також обчислити

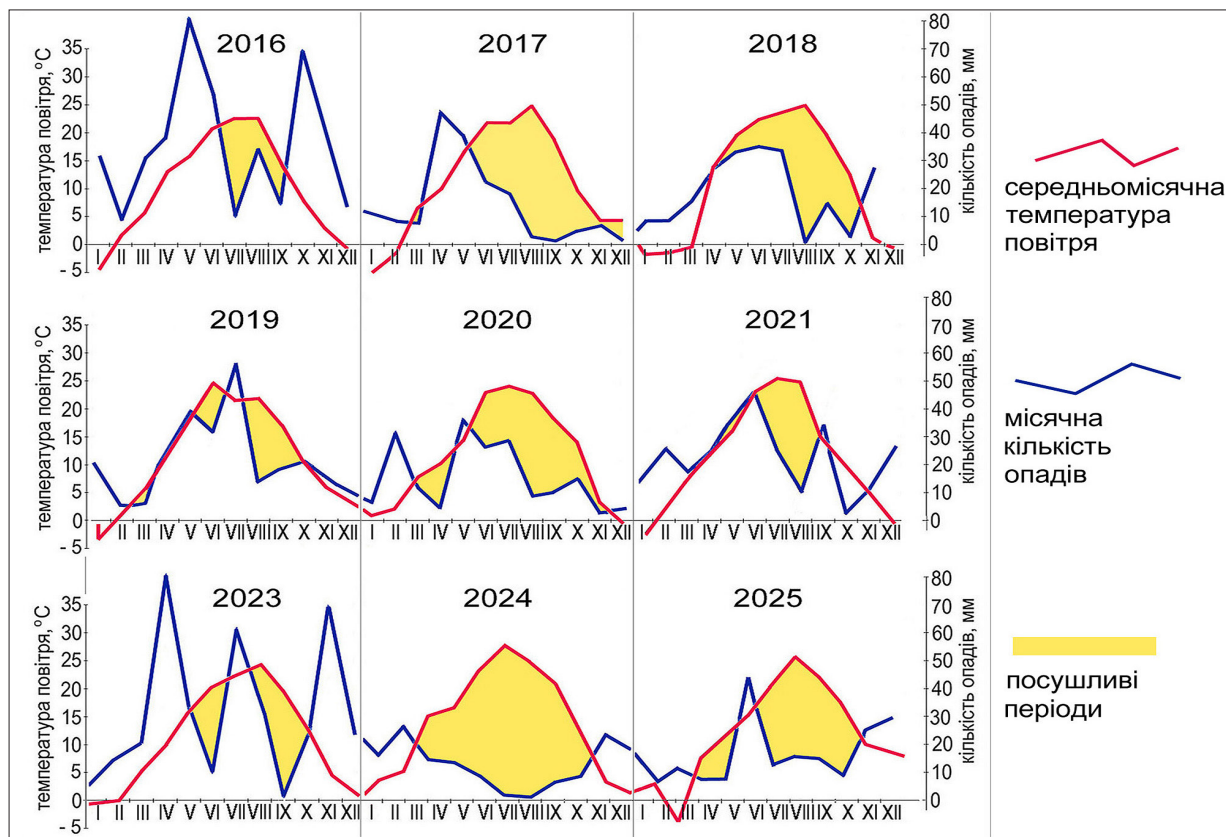


Рис. 3. Клімадіаграми за період 2016–2025 рр. (за виключенням 2022 р.)

Fig. 3. Climate diagrams for the period of 2016–2025 (except 2022)

параметри життєвості (віталітету). Як відомо, на відміну від життєздатності популяції, яка означає визначення її довготривалої перспективи і базується на багаторічних даних, оцінка її життєвості може проводитися на основі короткотривалих досліджень (Кууак, 2014).

Задля підтвердження незалежності характеристик, обраних для дослідження віталітетної структури (загальна довжина квітконосного пагону, кількість квіток у суцвітті, загальна площа поверхні одного листка), були розраховані коефіцієнти кореляції (КК) між ними. Для популяції на відвалі Першотравневого кар'єру — між довжиною квітконосного пагону та кількістю квіток у суцвітті КК складав 0,28; між довжиною квітконосного пагону та площею листкової пластинки: $-0,14$; між кількістю квіток у суцвітті та площею листкової пластинки: $-0,21$. КК для популяції на "Сланцевих скелях": між довжиною квітконосного пагону та кількістю квіток у суцвітті: 0,23; між довжиною квітконосного

пагону та площею листкової пластинки: $-0,10$; між кількістю квіток у суцвітті та площею листкової пластинки: $-0,03$. Як видно, рівень кореляції в усіх випадках є низьким, що свідчить про незалежність ознак та дозволяє використовувати таку їхню сукупність для віталітетного аналізу обох популяцій.

Виявлено, що морфометричні характеристики рослин зі "Сланцевих скель" помітно перевищують аналогічні показники особин з популяції на відвалі (табл. 2).

У результаті оцінки віталітету конкретних особин встановлено розмірні межі морфометричних параметрів для кожного класу віталітету (табл. 3).

Популяція на відвалі Першотравневого кар'єру є рівноважною ($Q = 0,22$), на "Сланцевих скелях" — процвітаючою ($Q = 0,38$) (табл. 4).

Незважаючи на формальну рівноважність відвальної популяції, частка особин класу "с" в ній найвища (55%). За припущенням О.В.

Таблиця 2. Морфометричні ознаки генеративних особин *Gymnospermium odessanum*
 Table 2. Morphometrical characters of generative individuals of *Gymnospermium odessanum*

Популяція	Параметри	\bar{X}	σ	$\pm S_{\bar{x}}$	V, %	P, %	lim
"Сланцеві скелі"	Площа листкової пластинки, см ²	13,5	4,0	0,4	15,1	3,1	7,6–15,1
	Кількість квіток на квітконосі, од.	8,6	2,3	0,2	26,6	2,8	4,0–14,0
	Довжина генеративного пагону, см	11,4	1,7	0,2	29,7	1,6	5,8–26,7
Відвал Першотравневого кар'єру	Площа листкової пластинки, см ²	13,3	3,9	0,7	29,3	5,3	4,6–12,0
	Кількість квіток на квітконосі, од.	7,3	2,5	0,4	34,2	5,5	2,0–12,0
	Довжина генеративного пагону, см	5,7	1,4	0,2	24,6	3,5	4,7–12,1

Таблиця 3. Розмірні межі параметрів класів віталітету для двох популяцій *Gymnospermium odessanum*
 Table 3. Size ranges of parameters of vitality classes for two populations of *Gymnospermium odessanum*

Параметр	"Сланцеві скелі" (межі класів)			Відвал Першотравневого кар'єру (межі класів)		
	"а"	"б"	"с"	"а"	"б"	"с"
Площа листкової пластинки, см ²	11,9–15,1	11,1–11,8	7,6–11,0	10,4–12,0	9,9–10,3	4,6–9,8
Кількість квіток на квітконосі, од.	9,0–14,0	8,1–8,9	4,0–8,0	7,6–12,0	6,5–7,5	2,0–6,4
Довжина генеративного пагону, см	14,4–26,7	12,7–14,3	5,8–12,6	9,1–12,1	8,3–9,0	4,7–8,2

Таблиця 4. Віталітетні характеристики двох популяцій *Gymnospermium odessanum*
 Table 4. Vitality characteristics of two populations of *Gymnospermium odessanum*

Локалітет	Клас віталітету			Показник якості (Q)	Віталітетний тип
	"а"	"б"	"с"		
"Сланцеві скелі"	0,38	0,38	0,24	0,38	Процвітаючий
Відвал Першотравневого кар'єру	0,34	0,11	0,55	0,22	Рівноважний

Зибенко (Zybenko, 2013), наявність у популяції переважної кількості особин найнижчого класу, так званої групи резерву, ймовірно, пов'язана з необхідністю забезпечення стійкості популяції та контролю за розмірами екологічної ніші.

Слід зауважити що спроби збереження раритетних видів шляхом створення їхніх осередків у постмайнінгових ландшафтах цілком себе виправдовують в умовах регіону зі дестабілізованим середовищем. Розвиток туризму в

промислового Криворіжжі створює загрозові наслідки для природних екосистем. Так, після створення однойменного геологічного парку "Сланцеві скелі" (2021 р.) у результаті збільшення рекреаційного навантаження на території урочища в 2025 р. вже не було зафіксовано відомих п'яти мікролокалітетів дослідженого виду. Анклав "дикої" природи в місті з кожним роком усе сильніше потерпає від рекреації, тому стан популяції *G. odessanum* (як і низки інших

раритетних видів) потребує постійного моніторингу. Водночас на постмайнінгових територіях відмічено 40 видів фітобіоти, які охороняються на різних рівнях. Серед них 32 види рослин оселилися спонтанно, 4 — натуралізувалися після привнесення під час рекультиваційних експериментів, ще 4 — розселилися обома шляхами (Pavlenko et al., 2020). Постмайнінгові ландшафти наразі зазнають значно меншого антропогенного втручання, аніж залишки природних.

У цьому аспекті відвал Першотравневого кар'єру являє собою зразок формування вторинного ландшафтного та біотичного різноманіття на порушених землях. Тут ростуть шість видів вищих судинних рослин, включених до Червоної книги (Red Data Book..., 2009): *Astragalus dasyanthus* Pall., *Crambe maritima* L., *Stipa capillata* L., *S. lessingiana* Trin. & Rupr., *S. pulcherrima* K. Koch., *S. ucrainica* P.A. Smirn. та чотири — до Червоної книги Дніпропетровської області: *Centaurea orientalis* L., *Inula helenium* L., *Linaria biebersteinii* Besser, *Thymus* × *dimorphus* Klokov & Des.-Shost. (Red Data Book..., 2010). Свого часу було поставлено питання щодо створення тут ландшафтного техногенного заказника (Smetana et al., 2014b). Надання охоронного статусу постмайнінговому об'єкту належним чином забезпечувало б збереження унікальної інтродукційної популяції *G. odessanum*.

Висновки

Таким чином, порівняльне дослідження двох популяцій *G. odessanum* дозволило розкрити специфіку та спільні риси їхньої вікової та віталітетної структури. Нами вперше отримано інформацію щодо можливості успішного розвитку і самопідтримання популяції виду, створеної шляхом висаджування бульбокореневищ в екотопах постмайнінгового ландшафту. Найсприятливішим екотопом для формування інтродукційної популяції стала невелика западина з примітивними суглинистими ґрунтами та помірним затіненням кронами дерев і кущів. Водночас високий вміст кам'янисто-щебенистої фракції в субстраті, навіть незначне засолення

та зменшення рівня освітленості виявилися негативними чинниками для існування рослин. Як природна, так і інтродукційна популяції відзначаються високою щільністю особин, що, очевидно, спричинено оптимальними екологічними умовами, насамперед достатнім ґрунтовим зволоженням навесні для масового проростання насіння та виживання проростків.

Вікові спектри обох популяцій в усі роки спостережень є лівобічними. Динаміка популяції в постмайнінговому ландшафті свідчить про її інвазійний характер у перші роки існування. Диференціація вікових станів у спектрах стала помітною з 2018 р.; на цей момент абсолютну чисельну перевагу отримали проростки (52,6%). У наступні три роки формувалися лівобічні спектри з максимумами на ювенільних особинах. Частка генеративних рослин в останній рік спостережень збільшилася до 16,4%. Установлено помітне перевищення морфометричних показників рослин зі "Сланцевих скель" щодо аналогічних показників з популяції на відвалі, завдяки чому популяція в природному ландшафті виявилася процвітаючою ($Q = 0,38$), а відвальна — рівноважною ($Q = 0,22$).


Оскільки посилення рекреаційного навантаження на території урочища "Сланцеві скелі" вже призвело до втрати п'яти мікролокалітетів популяції *G. odessanum*, спроби збереження цього виду в умовах ландшафтних новоутворень техногенно навантаженого регіону цілком виправдані. Отже, надання відвалу Першотравневого кар'єру статусу ландшафтного техногенного заказника в майбутньому забезпечило б дієву охорону унікальної інтродукційної популяції раритетного виду на межі природного ареалу.

ДОТРИМАННЯ ЕТИЧНИХ НОРМ

Автори повідомляють про відсутність будь-якого конфлікту інтересів.

ORCID

А.О. Павленко  <https://orcid.org/0000-0003-1156-8737>

О.О. Красова  <https://orcid.org/0000-0003-3035-56>

Г.Н. Шоль  <https://orcid.org/0000-0003-1504-7023>

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Akinfiev I.Ya. 1894. A brief preliminary report on the botanical research of the Verkhnedneprovskiy uезд of Ekaterinoslav province in 1894. *Travaux de la Société des Naturalistes à l'Université Imperiale de Kharkow*, 28: 265–278. [Акинфиев И.Я. 1894. Краткий предварительный отчет о ботанических исследованиях Верхнеднепровского уезда Екатеринославской губернии в 1894 году. *Труды общества испытателей природы при Харьковском университете*, 28: 265–278.]
- Barina Z., Pinter B., Pifko D. 2015. Morphometrical studies on *Gymnospermium scipetarum* and *G. maloi* (Berberidaceae). *Wulfenia*, 22: 209–220.
- Barina Z., Caković D., Pifko D., Schönswetter P., Somogyi G., Frajman B. 2017. Phylogenetic relationships, biogeography and taxonomic revision of European taxa of *Gymnospermium* (Berberidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 184: 298–311. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/box028>
- Caković D., Stešević D., Jovičević M. 2017. New chorological data for some rare plants in Montenegro. In: *The Proceedings of 7th International Symposium of Ecologists (4–7 October 2017, Sutomore, Montenegro)*. Sutomore, pp. 29–37.
- Chirila S.D., Doroftei M., Mierla M. 2025. Phytosociology, ecology, and distribution of *Gymnospermium odessanum* in Romania. *Plant Ecology and Evolution*, 158(1): 100–110. <https://doi.org/10.5091/plecevo.144212>
- Didukh Ya.P., Shelyag-Sosonko Yu.R. 2003. Geobotanical zoning of Ukraine and adjacent territories. *Ukrainian Botanical Journal*, 60(1): 6–17. [Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. 2003. Геоботаничне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*, 60(1): 6–17.]
- Doroftei M., Mierlă M. 2007. *Gymnospermium altaicum* in Northern Dobrogea. *Brukenenthal Acta Musei*, 3(1): 6–12.
- Gritsenko V.V. 2022. The current state of the introduction coenopopulation of *Gymnospermium odessanum* on the botanical-geographical plot “Steppes of Ukraine” at the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Plant Introduction*, 93/94: 3–17. <https://doi.org/10.46341/PI2021017>
- Kazakov V.L., Paranko I.S., Smetana M.H., Shypunova V.O., Kotsiuruba V.V., Kalinichenko O.O. 2005. *Natural geography of the Kryvyi Rih Ore Basin*. Kryvyi Rih: Oktan-Print, 156 pp. [Казаков В.Л., Паранько І.С., Сметана М.Г., Шипунова В.О., Коцюруб В.В., Калініченко О.О. *Природнича географія Кривбасу*. Кривий Ріг: Оксан-Принт, 2005, 156 с.]
- Kotov M.I. 1927. Botanical and geographical essay on the valley of the river Inhulets. *Proceedings of the Agricultural Scientific Committee of Ukraine. Botany Section*. Kharkiv. 1(3): 17–61. [Котов М.І. 1927. Ботаніко-географічний нарис долини р. Інгульця. *Труды сільськогосподарського наукового комітету України. Ботанічна секція*, 1(3): 17–61.]
- Krasova O.O., Smetana O.M., Dolyna O.O., Holovenko Ye.O., Taran Ya.V., Pavlenko A.O. 2016. Conservation of rare ephemeroïds in technogenic biocentres of Kryvorizhzhia. In: *Problems of biodiversity restoration and conservation in Ukraine: Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*. Poltava, pp. 87–90. [Красова О.О., Сметана О.М., Долина О.О., Головенко Є.О., Таран Я.В., Павленко А.О. 2016. Збереження рідкісних ефемероїдів у техногенних біоцентрах Кривбасу. В зб.: *Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України: Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції*. Полтава, с. 87–90.]
- Krytska L.L., Novosad V.V. 2009. *Gymnospermium odessanum*. In: *Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalconsulting, p. 341. [Крицька Л.І., Новосад В.В. 2009. *Gymnospermium odessanum*. В кн.: *Червона книга України. Рослинний світ*. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, с. 341.]
- Kucherevskiy V.V., Shol H.N. 2010. Species of the *Red Data Book of Ukraine* in the Right Bank Steppe of the Dnieper and in the culture of the Kryvyi Rih Botanical Garden. In: *The Plant Kingdom in the Red Data Book of Ukraine: implementation of the Global Strategy for Plant Conservation. Proceedings of International conference (11–15 October 2010, Kyiv)*. Kyiv: Alterpress, pp. 122–127. [Кучеревський В.В., Шоль Г.Н. 2010. Види Червоної книги України на Правобережному степовому Придніпров'ї та в культурі Криворізького ботанічного саду. В зб.: *Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин. Матеріали Міжнародної конференції (11–15 жовтня 2010 р., Київ)*. Київ: Альтерпрес, с. 122–127.]
- Kuyak V.H. 2014. Vitality as an integral indicator of plant population state. *Studia Biologica*, 8(3–4): 273–284. [Кияк В.Г. 2014. Життєвість (віталітет) як інтегральний показник стану популяції у рослин. *Біологічні студії*, 8(3–4): 273–284.]
- Lytvynenko O.I. 2010. Biological determination of *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. as an ephemeroïd geophyte. *Chornomorski Botanical Journal*, 6(3): 352–364. [Литвиненко О.І. 2010. Біологічна детермінованість *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. як ефемероїдного геофіта. *Чорноморський ботанічний журнал*, 6(3): 352–364.]
- Mahmutaj E., Shuka L., Xhulaj M., Hoda P., Mersinllari M. 2015. Rare and endemic plants in the southern mountain ecosystems of Albania, their threats and diversity. *Albanian Journal of Agriculture Sciences*, 14(1): 1–10.
- Melnyk R.P., Melnychuk S.S., Hrubyi M.V., Diachenko O.V. 2023. Conditions of the populations of some rare ephemeroïds in the territory of the Regional Landscape Park “Tyligulsky” (Mykolaiv Region, Ukraine). *Chornomorski Botanical Journal*, 19(4): 390–396. [Мельник Р., Мельничук С., Грубий М., Дьяченко О. 2023. Стан популяцій деяких рідкісних ефемероїдів на території Регіонального ландшафтного парку “Тигульський” (Миколаївська область, Україна). *Чорноморський ботанічний журнал*, 19(4): 390–396. <https://doi.org/10.32999/ksu1990-553X/2023-19-4-5>
- Method of climate diagrams according to Gossen–Walter: Practical guide*. 2012. Compiled by O.I. Spirin. Kharkiv: KHNAUE, 38 pp. [Метод кліматодіаграм за Госсеном–Вальтером: Практичний порадник. 2012. Укладач О.І. Спирін. Харків: ХНАУМГ, 38 с.]

- Nakonechnyi Yu.I. 2013. *Practical guide on soil science and soil geography: a textbook*. Lviv: Ivan Franko Lviv National University, 374 pp. [Наконечний Ю.І. 2013. *Практикум з ґрунтознавства і географії ґрунтів: навчальний посібник*. Львів: Львівський Національний університет, імені Івана Франка, 374 с.]
- Pavlenko A.O., Krasova O.O., Korshykov I.I., Baranets M.O. 2020. Sozophytes in post-mining landscapes of the Kryvyi Rih Basin. *Bulletin of the Odesa National University. Series Biology*, 25(1(46)): 23–41. [Павленко А.О., Красова О.О., Коршиков І.І., Баранець М.О. 2020. Созофіти у постмайнінгових ландшафтах Кривбасу. *Вісник Одеського національного університету. Серія Біологія*, 25(1(46)): 23–41.] [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1\(46\).205802](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1(46).205802)
- Red Data Book of Dnipropetrovsk Region. Plants. 2010. Ed. A.P. Travleev. Dnipropetrovsk: VVK Balans-Klub, 500 pp. [Червона книга Дніпропетровської області (рослинний світ). 2010. Ред. А.П. Травлеєв. Дніпропетровськ: ВВК Баланс-Клуб, 500 с.]
- Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom. 2009. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalconsulting, 912 p. [Червона книга України. Рослинний світ. 2009. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, 912 с.]
- POWO. 2025–onward. *Plants of the World Online*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Available at: <https://powo.science.kew.org/> (Accessed 14 August 2025).
- Rosati L., Coppi A., Farris E., Fascetti S., Becca G., Peregrym M., Tan K., Federico Selvi F. 2018. The genus *Gymnospermium* (Berberidaceae) in Italy: identity and relationships of the populations at the western limit of the genus range. *Plant Biosystems*. <https://doi.org/10.1080/11263504.2018.1549613>
- Scherbakova O.F. 2008. *Rare flora fund of Kodyma-Yelanets Pobuzhzhia (population and zoological aspects)*. Cand. Sci. Diss. Abstract. Kyiv, M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 25 pp. [Щербакова О.Ф. 2008. *Раритетний флорофонд Кодимо-Єланецького Побужжя (популяційні та зоологічні аспекти)*. Автореф. дис. ... канд. біол. наук.: спец. 03.00.05 "Ботаніка". Київ, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 25 с.]
- Scherbakova O.F., Novosad V.V., Krytska L.I., Lytvynenko O.I., Melnyk V.I. 2021. *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht.: systematics, morphology, chorology, ecotopology, phylogeny, population biology, introduction, zoology. Kyiv, 185 pp. [Щербакова О.Ф., Новосад В.В., Крицька Л.І., Литвиненко О.І., Мельник В.І. 2021. *Голонасінник одеський — Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht.: систематика, морфологія, хорологія, екотопологія, філогенія, структура популяції, інтродукція, созологія. Київ: Національний науково-природничий музей НАН України, 185 с.]
- Shol H.N. 2018. Assessment of the success of the introduction of rare and endangered plant species into the Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Plant Introduction*, 2: 20–27. [Шоль Г.Н. 2018. Оцінка успішності інтродукції рідкісних та зникаючих видів рослин у Криворізький ботанічний сад НАН України. *Інтродукція рослин*, 2: 20–27.]
- Skliar Yu.L. 2012. Vitality structure of coenotic populations of *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) Kuntze (*Menyanthaceae*) in Desniansko-Starogutskiy National Nature Park. *Ukrainian Botanical Journal*, 69(2): 203–210. [Віталітетна структура ценопопуляцій *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) Kuntze (*Menyanthaceae*) у Національному природному парку "Деснянсько-Старогутський". *Український ботанічний журнал*, 69(2): 203–210.]
- Smetana O.M., Krasova O.O., Dolyna O.O., Taran Ia.V., Korzhov D.M. 2014a. Characteristics of *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. habitats in the Ingulets basin. *Nature Reservation*, (1)20: 55–59. [Сметана О.М., Красова О.О., Долина О.О., Таран Я.В., Коржов Д.М. 2014а. *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. у басейні Інгульця: ценотична та едафічна приуроченість. *Заповідна справа*, (1)20: 55–59.]
- Smetana O.M., Krasova O.O., Dolyna O.O., Yaroshchuk Yu.V., Taran Ya.V., Holovehko Ye.O. 2014b. Justification for the creation of the technogenic reserve "Pershotravnevyyi". *Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian-Economic University*, 1(33): 162–166. [Сметана О.М., Красова О.О., Долина О.О., Ярошчук Ю.В., Таран Я.В., Головенко Є.О. 2014б. Обґрунтування створення техногенного заказника "Першотравневий". *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*, 1(33): 162–166.]
- Trotner V.V. 2020. Records of threatened plant and fungi species in steppe regions of Ukraine in 2019–2020. *Records of protected species of plants, animals and fungi in Ukraine. Series Conservation Biology in Ukraine*. Issue 19. Vinnytsia: Tvory, pp. 544–574. [Тротнер В.В. 2020. Знахідки червонокнижних видів рослин та грибів в степових областях України в 2019–2020 рр. *Знахідки видів рослин, тварин та грибів, що знаходяться під охороною, в Україні. Серія: "Conservation Biology in Ukraine"*. Вип. 19. Вінниця: Твори, с. 544–574.]
- Yarkov S.V. 2007. Mining-industrial landscapes of the Kryvyi Rih Ore Basin as refugia of zonal vegetation. Geographical studies of Kryvorizhzhia. In: *Physical geography, economic and social geography, geocology, historical geography, geography teaching: Proceedings of the departmental scientific research topics*. Issue 2. Kryvyi Rih: Publishing House, pp. 42–43. [Ярков С.В. 2007. Гірничо-промислові ландшафти Кривбасу як рефугіуми зональної рослинності. Географічні дослідження Кривбасу. В зб.: *Фізична географія, економічна і соціальна географія, геоecологія, історична географія, викладання географії: Матеріали кафедральних науково-дослідних тем*. Вип. 2. Кривий Ріг: Видавничий дім, с. 42–43.]
- Zlobin Yu.A. 2018. An algorithm for assessing the vitality of plant individuals and the vitality structure of phytopopulations. *Chornomorski Botanical Journal*, 14(3): 213–226. [Злобін Ю.А. 2018. Алгоритм оцінки віталітету особин рослин і віталітетної структури фітопопуляцій. *Чорноморський ботанічний журнал*, 14(3): 213–226]. <https://doi.org/10.14255/2308-9628/18.143/2>

- Zubtsova I.V. 2020. *Population analysis of medicinal plants in the floodplains of the rivers of the Krolevets-Glukhiv Geobotanical Region*. Cand. Sci. Diss., specialty 03.00.05 "Botany". Kyiv, M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine, 485 pp. (manuscript). [Зубцова І.В. 2020. *Популяційний аналіз лікарських рослин заплав річок Кролевецько-Глухівського геоботанічного району*. Дис. ... канд. біол. наук: наук. спец. 03.00.05 "Ботаніка". Київ, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 485 с. (рукопис).]
- Zybenko O.V. 2013. Ontogenetic and vitality structures of *Pseudolysimachion viscosulum* (Klokov) Tzvelev (*Veronicaceae*) populations in steppe phytocenoses of the South-East of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 70(1): 22–26. [Зибенко О.В. 2013. Онтогенетична та віталітетна структури ценопопуляцій *Pseudolysimachion viscosulum* (Klokov) Tzvelev (*Veronicaceae*) у природних фітоценозах на Південному Сході України. *Український ботанічний журнал*, 70(1): 22–26.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj70.01.022>

**Populations of *Gymnospermium odessanum* (*Berberidaceae*)
in natural and post-mining landscapes of the Kryvyi Rih area (Ukraine)**

A.O. PAVLENKO, O.O. KRASOVA, H.N. SHOL
Kryvyi Rih Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine,
50 Botanichna Str., Kryvyi Rih 50089, Ukraine

Abstract. *Gymnospermium odessanum* is a paleoendemic, a relict species with a narrow disjunctive range, listed in the *Red Data Book of Ukraine*. The northernmost of its known natural habitats is located in Kryvyi Rih, within the Slate Rocks tract. This enclave of exceptional phytodiversity is subject to continuously growing recreational pressure. In 2014, tubers of *G. odessanum* were planted in the post-mining landscape of the city, on a decommissioned iron ore dump. For 11 years, we monitored the formation of an experimental introduced population of the species. The article provides a comparative analysis of the age structure and vitality of natural and artificially created populations. It is demonstrated that attempts to preserve a rare species in the conditions of a post-mining landscape are fully justified. Granting this area the status of a technogenic landscape reserve would ensure the efficient protection of this unique introduced population.

Keywords: age spectra, dynamics, *Gymnospermium odessanum*, introduced population, viability, vitality