

# БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 502.753

doi: 10.25128/2078-2357.21. 4.4

Л. Р. ГРИЦАК, М. З. ПРОКОП'ЯК, О. Ю. МАЙОРОВА, Н. М. ДРОБИК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027  
e-mail: hrytsak1972@gmail.com

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ *IN SITU* ТА *EX SITU* ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ВИДІВ РОДУ *GENTIANA L.***

Проаналізовано ефективність застосування технологій *in situ* та *ex situ* для збереження генофонду рідкісних високогірних видів роду *Gentiana L.* (*Gentiana lutea L.*, *Gentiana punctata L.*, *Gentiana acaulis L.*). Упровадження заповідного режиму не забезпечує в повній мірі стабілізацію чисельності особин у популяціях досліджуваних видів та відновлення їхнього природного ареалу. Це зумовлено низкою чинників: тривалим інтенсивним пасторальним навантаженням, рекреацією, збиранням (зривання і викопування) рослин; посиленням в останні десятиліття резерватогенних сукцесій через занепад гірського тваринництва; трансформацією різнотравно-злакових угруповань у щільнодернинні вторинні ценози; збільшенням проективного покриття чагарників *Duschekia viridis* (Chaix) DC, *Juniperus sibirica* Bugsd та *Pinus mugo* Turra у високогірних угрупованнях; кліматогенними змінами, які зумовлюють зміну терморезиму, омброрезиму та зміщення поясів рослинності на вищі гіпсометричні рівні. Життєздатність і репродукція рослин видів роду *Gentiana* у колекціях *ex situ* залежить від того, наскільки термо- та омброрезими, хімічний склад ґрунту, інтенсивність сонячної інсоляції та спектральний склад світла відповідають природним потребам видів. За невідповідності цих чинників екологічним і фізіологічним потребам видів отримати життєздатні колекції рослин *ex situ* доволі складно. Використання в репатріаційних проєктах посадкового матеріалу, отриманого в умовах *ex situ*, відмінних від природних місць росту виду, зумовлює загибель понад 50 % особин вже в перші роки їх вегетації.

*Ключові слова:* *Gentiana lutea L.*, *Gentiana punctata L.*, *Gentiana acaulis L.*, збереження *in situ*, технології *ex situ*.

Збереження фіторізноманіття є ключовою проблемою сучасної цивілізації. Не зважаючи на те, що підходи до її вирішення в останні роки почали змінюватися, основними напрямками збереження біологічного різноманіття залишаються: охорона видів в умовах *in situ* (у природних угрупованнях) на основі створення заповідних об'єктів, екомереж і невиснажливого використання природних ресурсів; збереження видового різноманіття в умовах *ex situ*, тобто збереження видів у ботанічних садах, зоо- та дендропарках, а також завдяки створенню насінневого та генетичного банків.

Щодо результативності активних або пасивних форм заповідання, у науковій літературі ведеться дискусія [2, 26, 28]. В останні десятиліття вчені все більше схиляються до погляду, що технології *in situ* є ефективними лише у випадку видів, які представлені декількома багаточисельними популяціями. Зберегти генофонд видів за значної фрагментації їх ареалу та низької чисельності особин у популяціях складно, оскільки це спричинює генетичну ерозію

[26, 27]. Технології *ex situ* також не позбавлені недоліків. Стратегія *ex situ* дозволяє зберігати відібрані зразки впродовж тривалого часу, краще вивчити біологію видів, їхні адаптивні реакції на зміну чинників довкілля. Проте дослідники часто працюють з обмеженою кількістю вихідних генотипів рідкісних видів, що може спричинювати в ізольованих польових колекціях інбридингову депресію та, відповідно, гальмувати еволюційні процеси [1]. Крім того, існує ризик спонтанної гібридизації з іншими видами або втрати матеріалу через інфікування патогенами. Тому стратегія *ex situ* потребує розробки складних технологій, які б необмежено тривалий час забезпечували підтримання життєздатних батьківських ліній.

У контексті цієї проблематики доцільно досліджувати ефективність застосування технологій *in situ* та *ex situ* для збереження генофонду конкретних рідкісних ендемічних, реліктових, диз'юнктивно ареальних і зникаючих видів організмів. Це дозволить зібрати більше фактичних даних і послужить основою для розроблення нових практичних рекомендацій та методичних підходів щодо збереження і відновлення популяцій рідкісних видів із застосуванням технологій *in situ* та *ex situ*.

Відповідно до вище зазначеного, мета наукової роботи полягає в оцінці ефективності застосування технологій *in situ* та *ex situ* для збереження генофонду рідкісних високогірних видів роду *Gentiana* L., а саме: *Gentiana lutea* L., *Gentiana punctata* L., *Gentiana acaulis* L.

### Матеріал і методи досліджень

Вивчення стану популяцій і виявлення загроз, що знижують їхню життєздатність здійснено під час власних експедицій в Українські Карпати (масиви Чорногора, Свидовець, Мармароські Альпи), у 2001–2019 рр. Для оцінки змін ареалів використовували дані низки наукових праць [11–13, 17, 20, 21].

Ефективність збереження видів в умовах *ex situ* оцінювали за результатами опрацювання матеріалів наукових джерел [3, 7, 8, 10, 14, 15, 16, 18, 21, 23, 25].

### Результати досліджень та їх обговорення

Усі досліджені види роду *Gentiana* занесені до Червоної книги України (2009) [22]. При цьому *G. lutea* та *G. punctata* належать до категорії вразливих видів, а *G. acaulis* – до рідкісних. Значна частка їх популяцій збережена на територіях *in situ*, зокрема Карпатського національного природного парку і Карпатського біосферного заповідника. Крім того, *G. lutea* охороняється в заказнику загальнодержавного значення «Апшинецький» (Закарпатська область); *G. punctata* – у заказниках загальнодержавного значення «Свидовецькому» (Закарпатська обл.), «Товпишівському» (Івано-Франківська обл.) і на території пам'ятки природи «Урочище Верхне Озерище» (Івано-Франківська обл.) [22]. Щодо *G. acaulis* – пропонують поширити режим заповідності на його популяції у Горганах (НПП «Синевир») та здійснювати моніторинг за найбільш вразливими популяціями, зокрема на Свидовці та Синевирі [22]. Проте, запровадження заповідного режиму не забезпечує в повній мірі стабілізацію чисельності особин у популяціях досліджуваних видів і відновлення їх природних ареалів. Так, у другій половині ХХ століття в Українських Карпатах за різними даними існувало від 16 [12] до 27 [21] природних популяцій *G. lutea*, 31 місцевиростання *G. punctata*, 22 популяції *G. acaulis* [6]. За результатами наших досліджень, станом на 2019 р. підтверджено існування лише 10 природних і 3 інтродукованих популяцій *G. lutea*, 6 часткових популяцій *G. punctata* на Чорногірському, Свидовецькому і Мармароському масивах, а також 7 часткових популяцій *G. acaulis*. Останні належать до чорногірської (г. Говерла, Туркул, Ребра, Гутин Томнатик, Шпиці) та мармароської (г. Петрос Мармароський) метапопуляції. Як показують наші дослідження, існує низка причин зникнення популяцій цих видів на заповідних територіях: довготривале інтенсивне пасторальне навантаження, рекреація, збирання (зривання і викопування) рослин; посилення в останні десятиліття резерватогенних сукцесій через занепад гірського тваринництва; трансформація різнотравно-злакових угруповань у щільнодернинні вторинні ценози; збільшення проективного покриття чагарників *Duschekia viridis* (Chaix) DC, *Juniperus sibirica* Bugsd та *Pinus mugo* Turta у високогірних угрупованнях; кліматогенні зміни, які спричинюють зміну терморезиму, омброрезиму та зміщення поясів рослинності на вищі

гіпсометричні рівні [4, 6]. На відхилення фізико-хімічних параметрів навколишнього середовища від оптимальних значень реагують рецептори, розташовані на поверхні цитоплазматичних мембран клітин рослин. У відповідь сигнальні системи запускають каскад ланцюгових реакцій. Характер цих реакцій залежить від діапазону толерантності рослини до дії певного чинника та наближення його значень до критичної межі. Відповідно, це супроводжується змінами гормонального балансу, інтенсивністю метаболічних реакцій, які, у кінцевому результаті, на рівні окремого організму, зумовлюють відхилення у кінетиці ключових параметрів флуоресценції хлорофілу, вмісті фотосинтетичних пігментів і параметрах водного режиму [5]. Відхилення у перебігу метаболічних і фізіологічних процесів призводять вже до структурних змін, які відображаються на особливостях морфометричних параметрів анатомічних структур листка, на віталітеті рослин, особливостях проходження ними етапів онтогенезу, репродуктивній біології, здатності до генеративного та вегетативного розмноження тощо. Зниження віталітету рослин, їх відхилення від магістрального шляху проходження етапів онтогенезу призводять до змін структури популяції. На цьому рівні порушення фіксуються за особливостями вікової, просторової, віталітетної структур популяцій та їх стратегіях. Це супроводжується зниженням життєстійкості популяцій, їх фрагментацією, поступовим згасанням та, у кінцевому результаті, інсуляризацією ареалів видів роду *Gentiana*.

Аналіз літературних джерел показав, що низка досліджень присвячена створенню живих колекцій *ex situ* видів роду *Gentiana*. Зазначають про введення в культуру *ex situ* виду *G. lutea* як за кордоном: у Росії [10], Білорусі [14], Литві [7], Франції, Італії [23], Південній Фінляндії [25], так і в Україні [3, 8, 15, 16, 18, 21].

Дослідники роблять висновок про те, що життєздатність і репродукцію особин *ex situ* *G. lutea* визначають еколого-географічні умови їх росту. Спроби виростити рослини на низовинних територіях були невдалі [18]. На висоті 211 м н. р. м. (Центральний ботанічний сад АН Білорусі) у особин *G. lutea* (перенесених із високогір'я Українських Карпат) рідко спостерігається цвітіння та плодоношення, утворене насіння недорозвинуте; не відбувається й вегетативного розмноження [14]. На дещо вищих гіпсометричних рівнях (250 м н. р. м.) (дендропарк «Дружба» імені З. Павлика Прикарпатського університету імені В. Стефаніка) виростити рослини з насіння виявилось неможливим, приживалися лише пересажені з високогір'я рослини, які за 10–11 років досягнули генеративного періоду та приступили до плодоношення. Що стосується вирощування рослин з насіння, то його схожість була низькою, а проростки – нежиттєздатними. Самопідтримання рослин у цих умовах відбувається лише за інтенсифікації вегетативного розмноження [3]. На висоті 340 м н. р. м. (Ботанічний сад Національного лісотехнічного університету України, м. Львів) рослини *G. lutea* не лише регулярно генерують та плодоносять, але й утворюють життєздатне насіння. Фактична насіннева продуктивність особин становить 60–80 %, однак показники кількості плодів на генеративному пагоні є на 30,8 % меншими, порівняно із рослинами з природи [8]. Найбільш життєздатними є колекції рослин *ex situ*, вирощені у високогір'ї Українських Карпат: на біостанціях Інституту екології Карпат НАНУ (г. Пожижевська, 1440 м н.р.м), Львівського (г. Менчул Квасівський, 1210 м н.р.м.) та Ужгородського університетів (полонина Рівна, 1482 м н.р.м.) [21]. Б. М. Москалюк (2013) повідомляє про успішний 6-річний досвід вирощування особин *G. lutea* і на дослідній ділянці, розташованій на висоті 550 м н. р. м. [16]. Повідомляють й про введення в колекцію *ex situ* Сибірського ботанічного саду Томського державного університету рослин *G. acaulis*, привезених із Швейцарії (г. Грюнінген) [10]. Не зважаючи на здатність до проходження повного циклу сезонного розвитку у цих умовах, коефіцієнт насінневої продуктивності рослин був низьким (14,5 %); насіння потребувало тривалої (понад 6 місяців) холодової стратифікації, після якої відсоток його схожості не перевищував 64,0 %. У ботанічному саду Львівського національного університету імені Івана Франка рослини *G. acaulis* регулярно зацвітали, однак вегетативно не розмножувалися. Більш успішним культивування рослин цього виду на високогірній ділянці, розташованій в межах території Національного природного парку «Синевир» [9].

У науковій літературі є повідомлення про створення штучних плантацій *G. lutea* й у високогірних районах Сардинії [23]. Як посадковий матеріал використовували 1–3 річні саджанці рослин, вирощені у ботанічному саду в умовах, відмінних від природних місць росту виду. Не зважаючи на той факт, що при виборі ділянок було враховано топографію місцевості, резерватогенні сукцесії (детерміновані припиненням пасторального навантаження), сумарну кількість сонячної енергії на одиницю площі території, забезпеченість ґрунтовими водами [24], успішність репатріації становила лише 47 %; більшість із рослин загинули протягом першого року росту в нових умовах [23]. Ці дані підтверджують висновки С. Воліса та М. Блечтера (2010) про необхідність використання для репатріації лише адаптованого до природних умов існування видів посадкового матеріалу колекцій *ex situ*, оскільки окремі таксони можуть зберігатися лише в історично складеному комплексі абіотичних умов існування [29]. Інші же умови росту призводять до гено- та фенотипових змін рослин, що й позначається на їх адаптаційному потенціалі при реінтродукції. Тому, на наш погляд, причинами низької життєвості рослин видів *Gentiana* в умовах *ex situ* є недостатня відповідність термо- та омброрежимів, хімічного складу ґрунтів, інтенсивності сонячної інсоляції та спектрального складу світла в місцях розташування таких плантацій природним потребам видів у цих чинниках.

Створення живих колекцій *ex situ* високогірних видів роду *Gentiana* у природних місцях їх росту належить до категорії надзвичайно технічно складних і матеріально затратних завдань [23]. Крім того, розроблена агротехніка вирощування *G. lutea* на штучних плантаціях передбачає висів насіння на ділянку, на якій попередньо було видалено кореневища інших видів і розрихлено ґрунт [15, 18, 21]. Таку техніку вирощування, з одного боку, складно реалізувати на територіях *in situ*; з іншого – вона може призвести до порушення консортативних зв'язків та ще більшої трансформації рослинних угруповань. У випадку же видів *G. punctata* та *G. acaulis*, що мають низьку схожість насіння [19], використання такої агротехніки, ймовірно, не призведе до позитивних результатів.

### Висновки

Отже, збереження та відновлення популяції рідкісних високогірних видів роду *Gentiana*, навіть у випадку запровадження заповідного режиму, є складним завданням. Це пов'язано із процесами інтенсивної трансформації середовища під впливом природних та антропогенних чинників. Без врахування цих змін, а також особливостей біології та екології видів розробити комплекс робіт для активізації механізмів самовідновлення популяцій в умовах *in situ* доволі складно. Реалізувати завдання щодо отримання повноцінних життєздатних колекцій рослин *ex situ* видів *G. lutea*, *G. punctata*, *G. acaulis* теж не завжди вдається, оскільки еколого-географічні умови ботанічних садів не завжди відповідають природним потребам видів у термо- та омброрежимах, хімічному складі ґрунту, інтенсивності сонячної інсоляції тощо. Це потребує переосмислення традиційних підходів до збереження генофонду цих рідкісних високогірних видів роду *Gentiana* та розроблення нових стратегій їх відновлення.

1. Белокурова В. Б. Методи біотехнології в системі заходів зі збереження біорізноманіття рослин. *Цитология и генетика*. 2010. № 3. С. 58–72.
2. Борейко В. Е., Галущенко С. В., Парникоза И. Ю. Территории строгого природоохранного режима (категории I-a, I-b МСОП/УСН). Международный и европейский опыт. Київ : Логос, 2018. 112 с.
3. Буняк В., Маховська Л., Неспяк О. Інтродукція карпатських ендеміків та реліктів в дендропарку «Дружба». *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія «Інтродукція та збереження рослинного різноманіття»*. 2009. С. 22–24.
4. Грицак Л. Р., Дробик Н. М. Розробка технології збереження високогірних видів роду *Gentiana* L. із використанням стратегії «Quasi» *in situ* та методів біотехнології. *Екологічні науки*. 2019. № 25. С. 169–176.

5. Грицак Л. Р., Нужи́на Н. В., Дробик Н. М. Особливості пігментного комплексу високогірних видів роду *Gentiana* L. флори Українських Карпат. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. 2019. Вип. 75, № 1. С. 129–140.
6. Грицак Л. Р., Майорова О. Ю., Прокоп'як М. З., Дробик Н. М. Сучасні причини фрагментації ареалів високогірних видів роду *Gentiana* L. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. 2021. Т. 81, № 3. С. 25–33.
7. Гуданавичус С. И. Интродукция и акклиматизация растений в Каунасском ботаническом саду АН Литовской ССР. *Изучение и использование лекарственных растительных ресурсов СССР*. Ленинград : Медицина, 1964. С. 47–55.
8. Єфремова О. О., Павлюк Г. М., Мелешко І. Г. Інтродукція деяких видів з родини *Gentiana* в Умовах Львова. *Науковий вісник «Символ дерева у світовій культурі художній творчості»*. Львів : НЛТУ, 2006. Вип. 16.4. С. 213–217.
9. Зиман С. М., Дербак М. Ю. Поширення й еколого-фітоценотичні особливості рідкісних рослин гірської флори Українських Карпат як моделей для їх порівняльного вивчення *in situ* й *ex situ*. *Біологічні системи*. Т. 5. Вип. 2. 2013. С. 228–230. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchu\\_biol\\_2013\\_5\\_2\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchu_biol_2013_5_2_17) (дата звернення: 5.02.2017).
10. Катаева Т. Н., Прокопьев А. С. Биологические особенности представителей рода *Gentiana* (Gentianaceae) в условиях интродукции на юге Томской области. *Вестник Томского государственного университета. Серия «Биология»*. 2017. № 38. С. 45–67.
11. Кобів Ю. Й. Збереження оселищ рідкісних видів рослин. *Збереження біотичного різноманіття у високогір'ї Українських Карпат* / за ред. Й. В. Царика. Львів : Меркатор, 2009. С. 19–22.
12. Крысь З.-О. П. Эколого-биологические предпосылки охраны и обогащения запасов горечавки желтой (*Gentiana lutea* L.) в Украинских Карпатах : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05. Київ, 1972. 28 с.
13. Кушинська М. Консортивна структура представників роду *Gentiana* L. у високогір'ї Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2010. Вип. 52. С. 117–125.
14. Луніна Н. М. Досвід збереження рідкісних видів карпатської флори в умовах культури в Білорусі. *Міжнародні аспекти вивчення та охорони біорізноманіття Карпат* : тези міжнар. наук.-практ. конф., присвячена 550-річчю м. Рахова, 25–27 вересня 1997 р. Рахів, 1997. С. 119–120.
15. Москалюк Б. І. Введення в культуру *Gentiana lutea* L. в Українських Карпатах. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Біологія»*. 2009. Вип. 2. С. 113–116.
16. Москалюк Б. І. Інтродукція *Gentiana lutea* L. в Українських Карпатах. *Інтродукція рослин*. 2013. № 1. С. 22–26.
17. Москалюк Б. І. Сучасний стан популяцій високогірних видів роду *Gentiana* L. та наукові основи їх охорони в Українських Карпатах : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.05. Київ, 2010. 20 с.
18. Москалюк Б.І. Збереження *Gentiana lutea* L. в природі з використанням культури *ex situ*. *Промышленная ботаника*. Донецк. 2013а. Вип. 13. С. 80–84.
19. Страшнюк Н. М., Грицак Л. Р., Леськова О. М., Мельник В. М. Введення в культуру *in vitro* деяких видів роду *Gentiana* L. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2004. Т. 36, № 4. С. 327–334.
20. Структура популяцій рідкісних видів флори Карпат / К. А Малиновський та ін. Київ : Наукова думка, 1998. 176 с.
21. Тирлич жовтий (*Gentiana lutea* L.) в Українських Карпатах / Бедей М. І., Крись О. П., Волощук М. І., Маханець І. А. Ужгород : ПП «Повч Р.М», 2010. 132 с.
22. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

23. Cogoni D., Fenu G., Cuena-Lombrana A., Fois M., Porceddu M., Bacchetta G. The reintroduction of Yellow gentian on Mount Genziana, CE Sardinia // *Global Reintroduction Perspectives: 2018. Case studies from around the globe* / eds. Pritpal S. S. Publisher : IUCN/SSC Reintroduction Specialist Group & Environment Agency-Abu Dhabi, 2018. P. 282–285.
24. Cuena-Lombrana A., Mauro F., Fenu G., Cogoni D., Bacchetta G. The impact of climatic variations on the reproductive success of *Gentiana lutea* L. in a Mediterranean mountain area. *International Journal of Biometeorology*. 2018. Vol. 62, № 7. P. 1283–1295. doi: 10.1007/s00484-018-1533-3.
25. Galambosi B., Galambosi Z. S. Seedling Quality and Seed Yield of *Gentiana lutea* L. *Acta Horticulturae* 860. 2010. Article ID: 860\_38. P. 255–258. doi: 10.17660/ActaHortic.2010.860.38.
26. Heywood V.H. Conserving plants within and beyond protected areas – still problematic and future uncertain. *Plant Diversity*. 2019. Vol. 41. P. 36–49.
27. Monks L., Barrett S., Beecham B., Byrne M., Chant A., Coates D., Cochrane J. A., Crawford A., Dillon R., Yates C. Recovery of threatened plant species and their habitats in the biodiversity hotspot of the Southwest Australian Floristic Region. *Plant Diversity*. 2019. Vol. 41. P. 59–74.
28. Volis S. Conservation-oriented restoration – a two for one method to restore both threatened species and their habitats. *Plant Diversity*. 2019. Vol. 41. P. 50–58.
29. Volis S., Blecher M. Quasi *in situ*: A bridge between *ex situ* and *in situ* conservation of plants. *Biodiversity and Conservation*. 2010. Vol. 19, Issue 9. P. 2441–2454.

## References

1. Belokurova V. B. Metody biotekhnologii v systemi zakhodiv zi zberezhennia bioriznomanittia roslin. *Tsytolohyia y henetyka*. 2010. No 3. S. 58–72 [in Ukrainian].
2. Boreyko V. E., Galushchenko S. V., Parnikoza I. Iu. Territorii strogogo prirodookhrannogo rezhima (kategorii I-a, I-b MSOP/IUCN). *Mezhdunarodnyy i evropeyskiy opyt*. Kyiv: Logos, 2018. 112 s. [in Ukrainian].
3. Buniak V., Makhovska L., Nespliak O. Introduktsiia karpatskykh endemikiv ta relikтив v dendroparku «Druzhba». *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Seriiia «Introduktsiia ta zberezhennia roslynnoho riznomanittia»*. 2009. S. 22–24. [in Ukrainian].
4. Hrytsak L. R., Drobyk N. M. Rozrobka tekhnologii zberezhennia vysokohirnykh vydiv rodu *Gentiana* L. iz vykorystanniam stratehii «Quasi» in situ ta metodiv biotekhnologii. *Ekolohichni nauky*. 2019. No 25. S. 169–176. [in Ukrainian].
5. Hrytsak L. R., Nuzhyna N. V., Drobyk N. M. Osoblyvosti pihmentnoho kompleksu vysokohirnykh vydiv rodu *Gentiana* L. flory Ukrainskykh Karpat. *Naukovi zapysky Ternopilskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriiia: Biolohiia*. 2019. Vyp. 75, No 1. S. 129–140. [in Ukrainian].
6. Hrytsak L. R., Mayorova O. Yu., Prokopiak M. Z., Drobyk N. M. Suchasni prychny frahmentatsii arealiv vysokohirnykh vydiv rodu *Gentiana* L. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriiia: Biolohiia*. 2021. T. 81, No 3. S. 25–33. [in Ukrainian].
7. Hudanavychus S. Y. Yntroduktsiia y akklymatyzatsiia rastenyu v Kaunasskom botanycheskom sadu AN Lytovskoy SSR : sb. Yzuchenye y yspolzovanye lekarstvennykh rastytelnykh resursov SSSR. Leningrad : Medytsyna, 1964. S. 47–55. [in Russian]
8. Iefremova O. O., Pavliuk H. M., Meleshko I. H. Introduktsiia deiakykh vydiv z rodyny *Gentiana* v Umovakh Lvova. *Naukovyy visnyk «Symvol dereva u svitoviy kulturi khudozhniy tvorchosti»*. Lviv : NLTU, 2006. Vyp. 16.4. S. 213–217. [in Ukrainian].
9. Zyman S. M., Derbak M. Yu. Poshyrennia y ekoloho-fitotsenotychni osoblyvosti ridkisnykh roslin hirskei flory Ukrainskykh Karpat iak modeley dlia ikh porivnialnoho vyvchennia in situ y ex situ. *Biolohichni systemy*. T. 5. Vyp 2. 2013. S. 228–230. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchu\\_biol\\_2013\\_5\\_2\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchu_biol_2013_5_2_17) (data zvernennia: 5.02.2017). [in Ukrainian].
10. Kataeva T. N., Prokopev A. S. Biologicheskie osobennosti predstaviteley roda *Gentiana* (Gentianaceae) v usloviiakh introduktsii na iuge Tomskoy oblasti. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriiia «Biolohiia»*. 2017. No 38. S. 45–67. [in Russian]
11. Kobiv Yu. Y. Zberezhennia oselyshch ridkisnykh vydiv roslin. Zberezhennia biotychnoho riznomanittia u vysokohiri Ukrainskykh Karpat / za red. Y. V. Tsaryka. Lviv : Merkator, 2009. S. 19–22. [in Ukrainian]

12. Kryś Z.-O. P. Ekologo-biologicheskie predposylki okhrany i obogashchennia zapasov gorechavki zheltoy (*Gentiana lutea* L.) v Ukrainiskikh Karpatakh : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : 03.00.05. Kyiv, 1972. 28 s. [in Russian]
13. Kushynska M. Konsortyvna struktura predstavnykiv rodu *Gentiana* L. u vysokohiri Ukrainykh Karpat. *Visnyk Lvivskoho univnrsytetu. Serii biologichna*. 2010. Vyp. 52. S. 117–125. [in Ukrainian]
14. Lunina N. M. Dosvid zberezhennia ridkisnykh vydiv karpatskoi flory v umovakh kultury v Bilorusi. Mizhnarodni aspekty vyvchennia ta okhorony bioriznomanittia Karpat : tezy mizhnar. nauk.-prakt. konf., prysviachena 550-richchiu m. Rakhova, m. Rakhiv, 25–27 veresnia 1997 r. Rakhiv, 1997. S. 119–120. [in Ukrainian]
15. Moskaliuk B. I. Vvedennia v kul'turu *Gentiana lutea* L. v Ukrainykh Karpatakh. *Naukovyy visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii «Biologhiia»*. 2009. Vyp. 2. S. 113–116. [in Ukrainian]
16. Moskaliuk B. I. Introduktsiia *Gentiana lutea* L. v Ukrainykh Karpatakh. *Introduktsiia roslyn*. 2013b. No 1. S. 22–26. [in Ukrainian]
17. Moskaliuk B. I. Suchasnyy stan populiatsiy vysokohirnykh vydiv rodu *Gentiana* L. ta naukovi osnovy ikh okhorony v Ukrainykh Karpatakh : avtoref. dys. ... kand. biol. nauk : 03.00.05. Kyiv, 2010. 20 s. [in Ukrainian].
18. Moskaliuk B. I. Zberezhennia *Gentiana lutea* L. v pryrodzi z vykorystanniam kultury ex situ / Promyshlennaia botanyka. Sbornyk nauchnykh trudov. Donetsk: Donetskyi botanycheskyi sad NAN Ukrainy. 2013a. Vyp. 13. S. 80–84. [in Ukrainian]
19. Strashniuk N. M., Hrytsak L. R., Les'kova O. M., Melnyk V. M. Vvedennia v kulturu in vitro deiakykh vydiv rodu *Gentiana* L. *Fiziologhiia i biokhimiia kulturnykh roslyn*. 2004. T. 36, No 4. C. 327–334. [in Ukrainian]
20. Struktura populiatsiy ridkisnykh vydiv flory Karpat / K. A. Malynovskyy ta in. Kyiv : Naukova dumka, 1998. 176 s. [in Ukrainian]
21. Tyrlych zhovtyy (*Gentiana lutea* L.) v Ukrainykh Karpatakh / Bedey M. I., Kryś O. P., Voloshchuk M. I., Makhanets I. A. Uzhhorod : PP «Povch R.M», 2010. 132 s. [in Ukrainian]
22. Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyy svit / za red. Ya. P. Didukha. Kyiv : Hlobalkonsal'tynh, 2009. 900 s. [in Ukrainian]
23. Cogoni D., Fenu G., Cuenā-Lombraña A., Fois M., Porceddu M., Bacchetta G. The reintroduction of Yellow gentian on Mount Genziana, CE Sardinia // Global Reintroduction Perspectives: 2018. Case studies from around the globe / eds. Pritpal S. S. Publisher : IUCN/SSC Reintroduction Specialist Group & Environment Agency-Abu Dhabi, 2018. P. 282–285.
24. Cuenā-Lombraña A., Mauro F., Fenu G., Cogoni D., Bacchetta G. The impact of climatic variations on the reproductive success of *Gentiana lutea* L. in a Mediterranean mountain area. *International Journal of Biometeorology*. 2018. Vol. 62, № 7. P. 1283–1295. doi: 10.1007/s00484-018-1533-3.
25. Galambosi B., Galambosi Z. S. Seedling Quality and Seed Yield of *Gentiana lutea* L. *Acta Horticulturae* 860. 2010. Article ID: 860\_38. P. 255–258. doi: 10.17660/ActaHortic.2010.860.38.
26. Heywood V.H. Conserving plants within and beyond protected areas – still problematic and future uncertain. *Plant Diversity*. 2019. Vol. 41. P. 36–49.
27. Monks L., Barrett S., Beecham B., Byrne M., Chant A., Coates D., Cochrane J. A., Crawford A., Dillon R., Yates C. Recovery of threatened plant species and their habitats in the biodiversity hotspot of the Southwest Australian Floristic Region. *Plant Diversity*. 2019. Vol. 41. P. 59–74.
28. Volis S. Conservation-oriented restoration – a two for one method to restore both threatened species and their habitats. *Plant Diversity*. 2019. Vol. 41. P. 50–58.
29. Volis S., Blecher M. Quasi *in situ*: A bridge between *ex situ* and *in situ* conservation of plants. *Biodiversity and Conservation*. 2010. Vol. 19, Issue 9. P. 2441–2454.

L. R. Hrytsak, M. Z. Prokopiak, O. Yu. Mayorova, N. M. Drobyk

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

#### EVALUATION OF EFFICIENCY OF IN SITU AND EX SITU TECHNOLOGIES FOR CONSERVATION OF GENTIANA L. SPECIES

The efficiency of using *in situ* and *ex situ* technologies for conserving the gene pool of rare highland *Gentiana* L species (*Gentiana lutea* L., *Gentiana punctata* L., *Gentiana acaulis* L.) has been studied.

The introduction of the conservation regime does not fully provide the stabilization of specimens in the populations of the given species as well as the restoration of their natural habitat.

This is caused by a number of factors: long pastoral load, recreation, plant gathering (picking and digging up); the recent strengthening of the reserve-generating successions because of highland livestock farming husbandry decay; transformation of miscellaneous-cereal groups into firm bunchgrass secondary cenoses; increased projective shrubs coverage of *Duschekia viridis* (Chaix) DC, *Juniperus sibirica* Bugsd and *Pinus mugo* Turra in highland groups; climatogenic changes causing thermal regime change and shifting of plant zones to higher hypsometric levels.

Viability and reproduction of *Gentiana* species in *ex situ* collections depend on thermal and ombro-regimes, chemical composition of soil, intensity of solar insolation and light spectral composition to meet the natural needs of the species. If the mentioned factors are inappropriate for the ecological and physiological needs of the species, it is difficult to get viable collections of plants *ex situ*.

Using in repatriate projects the planting material obtained in *ex situ* conditions different from natural habitats of the species causes 50 % loss of the specimens in the first years of their vegetation.

*Keywords:* *Gentiana lutea* L., *Gentiana punctata* L., *Gentiana acaulis* L., *preservation in situ*, *technologies ex situ*.

Надійшла 22.09.2021.