

підтверджують необхідність подальшого моніторингу та впровадження ефективних програм пренатального скринінгу й консультативної генетики для зниження ризику народження дітей із тяжкими вадами розвитку.

Список літератури

1. Antsaklis P., Daskalakis G. Prenatal screening and diagnosis in modern obstetrics. *Hippokratia*. 2020;24(1):7,13.
2. Milunsky A. *Genetic Disorders and the Fetus: Diagnosis, Prevention and Treatment*. Wiley-Blackwell, 2015. 1456 p.
3. Белобров В. О., Горелов М. М., Седляр І. А. Медична генетика: підручник. Вінниця: Нова книга, 2018.
4. Гнатейко О. З., Ковальчук Л. В. Основи медичної генетики та генетичного консультування. Львів: ЛНМУ, 2016.
5. Ємец Ю. В., Остапченко Л. І. Генетика людини: навчальний посібник. Київ: Наук. думка, 2019.

УДК [581.165+582.998]:[60+602.7]

АДАПТИВНІ МОДИФІКАЦІЇ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ CARLINA L. ЗА РІЗНИХ УМОВ РОСТУ *IN VITRO* ТА *IN SITU*

Колісник Х. М.¹, Грицак Л. Р.¹, Бойко Д. А.², Дробик Н. М.¹

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького (Північний кампус)

E-mail: kolisnikhristina32@gmail.com

Сучасні тенденції розвитку фармацевтичної галузі супроводжуються посиленням попиту на екологічно чисту рослинну сировину. Однак, глобальні кліматичні зміни ускладнюють збереження генофонду цінних рослин як джерела сировини для медицини та фармацевтичної промисловості.

До таких цінних лікарських рослин, яким необхідна охорона на території України, відносяться види роду *Carlina* L., зокрема, відкасник татарниколистий (*Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawłm) і відкасник осотоподібний

(*Carlina cirsioides* Klokov). Вони увійшли до Червоної книги України (2009) та належать до категорії вразливих [2]. Швидкими темпами зменшується й ареал регіонально-рідкісного відкасника безстеблового (*Carlina acaulis* L.). Для вирішення цієї проблеми ефективними є біотехнологічні методи культивування *in vitro*. Технологія збереження високогірних видів була розроблена Грицак Л., Дробик Н. (2019) та успішно реалізована для видів роду *Gentiana* на базі лабораторії екології та біотехнології ТНПУ імені Володимира Гнатюка [1]. Ця технологія була взята за основу для вивчення можливості підвищення адаптивного потенціалу рослин відкасників ще на стадії *in vitro* до умов *ex vitro*. Враховуючи вище зазначене, мета роботи полягала у вивченні впливу світлових режимів та елементного складу живильного середовища на адаптивний потенціал рослин *in vitro* рідкісних лікарських видів роду *Carlina*.

Реалізація поставленої мети передбачала дослідження фізіологічних характеристик рослин видів роду *Carlina* у природних місцях зростання та визначення критеріїв-маркерів, за якими можна оцінити функціональні перебудови рослин на етапі культивування *in vitro*.

Результати досліджень показали, що екологічні та географічні умови зростання видів впливають на загальний вміст пігментів у їх листках та співвідношення їхніх груп. Найвищий загальний вміст пігментів (131,20 мг/100 г сирої маси) властивий виду *C. cirsioides*, дещо менші показники притаманні високогірному виду *C. acaulis* (115,90 -128,80 мг/ 100 г сирої маси), тоді як у рослин виду *C. onopordifolia*, які тяжіють до відкритих, лучних ділянок, загальний вміст пігментів є найнижчим (109,20 мг/100 г сирої маси). Особливості вмісту пігментів позначилися на їх відношеннях у пігментному комплексі. Найвищим (4,38-4,66) відношення вмісту хлорофілу *a* до *b* є у рослин *C. acaulis*, а найнижчим (2,0) – у *C. onopordifolia*. У досліджених видів відношення хлорофілів (*a* + *b*) до каротиноїдів є найменшим у *C. acaulis* з обох місць зростання і найбільше – у *C. onopordifolia*. Аналіз отриманих результатів показав, що є відношення хлорофілу *a* до *b* та (*a* + *b*) до каротиноїдів є найбільш сталими параметрами, тому можуть бути використані як критерії-маркери для оцінювання функціональних

перебудов рослин на етапі культивування *in vitro*. Ще одним критерієм який дозволяє функціональний стан ФСА є індукція флуоресценції хлорофілу *a*. Результати досліджень показали, що показник життєздатності рослин (Rfd) у виду *C. onopordifolia*, що зростають у природному середовищі, є у двічі менше за оптимальне значення (≥ 2). У представників виду *C. cirsioides* показники Rfd є меншими у 1,61 рази відносно нормативного рівня. Це вказує на перебування видів *C. onopordifolia* та *C. cirsioides* у стресових умовах у природі. Показано, що показники транспірації, водного дефіциту та вологоутримувальної здатності рослин з природи також можна використовувати як критерії-маркери для оцінки фізіологічного стану рослин *in vitro*.

Культивування рослин в умовах *in vitro* передбачало оцінку впливу на їх фізіологію різних світлових умов вирощування, елементного складу живильного середовища та екзогенних стимуляторів росту. Реалізація цього завдання передбачала тестування 2 варіантів корекції світлових режимів: 1 варіант – інтенсивність світлового потоку в області ФАР 85 Вт/м², лампи ЛХБ, сумарний спектральний склад: Ес : Ез : Еч = 33% : 42% : 25%; 2 варіант – інтенсивність 100 Вт/м², співвідношення ламп ЛХБ до ФЛ - 0,7:1,0, спектральний склад Ес : Ез : Еч = 25% : 27% : 48%.

Дослідження показали, що пігментний комплекс культивованих *in vitro* рослин динамічно реагує на зміну світлового режиму їх вирощування. З'ясовано, що за культивування в світлових умовах 1 варіанту не лише значення відношення Chl *a/b*, але й загальний вміст пігментів у рослин видів *C. acaulis* і *C. onopordifolia* наближені до показників рослин з природи. Однак жодний із досліджених варіантів світлової корекції не відповідає потребам у світлозабезпеченні виду *C. cirsioides*. Останнє підтверджує наше припущення, що *C. cirsioides* належить до групи тіньовитривалих рослин, яким необхідна менша інтенсивність світлового потоку.

Порівняльний аналіз змін індукції флуоресценції хлорофілу *a* у рослин з природи та з умов *in vitro* показав мають значні розбіжності у перебігу первинних процесах фотосинтезу. Вищі показники ефективності запасаєння енергії світла ФС II, квантового виходу ФС II, життєздатності рослин на фоні нижчих

значень теплової дисипації вказують на більшу відповідність умов 1 варіанту біологічним потребам у світлі рослинам *in vitro* видів *C. acaulis* і *C. onopordifolia*.

Результати досліджень вказують й на динамічну залежність показників водного режиму рослин від спектрального складу світла в умовах *in vitro*. За критеріями-маркерами функціонального стану рослин *in vitro* параметри водного режиму рослин у виду *C. onopordifolia* є наближеними за 1 варіанту освітлення, а у виду *C. cirsioides* – 2 варіанту світлової корекції.

Тестування впливу на морфо-фізіологічні параметри елементного складу живильного середовища показало, що для культивування рослин *in vitro* виду *C. acaulis* найдоцільніше використовувати середовище, оптимізоване відповідно до складу ґрунтів з природних місць зростання. Показники збільшення довжини листової пластинки ($2,12 \pm 0,95$ см) та утворення нових листків ($5,50 \pm 1,12$ шт.) і коренів ($3,75 \pm 1,44$ шт.) є за таких умов вирощування найбільшими. Найбільш сприятливим у видів *C. cirsioides* та *C. onopordifolia* для процесів ризогенезу ($5,43 \pm 1,80$ см та $4,18 \pm 2,14$ см відповідно) виявилось модифіковане живильне середовище за вмістом Фосфору, Кальцію та Азоту, умови якого були задовільними і для показників утворення ($2,57 \pm 1,18$ шт. та $1,82 \pm 0,89$ шт. відповідно) та росту листових пластинок ($2,29 \pm 1,03$ см та $2,47 \pm 1,36$ см відповідно).

Отже, встановлено, що еволюційно сформовані особливості видів відіграють основну роль для оптимізації умов вирощування в культурі *in vitro* рослин видів роду *Carlina*. Врахування потреб видів у світловому режимі та елементах мінерального живлення дозволяє нівелювати специфічний вплив умов культивування *in vitro* на фізіологію рослин та, відповідно, підвищити їх адаптивний потенціал до умов *ex vitro*.

Список літератури

1. 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
2. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я. П. Дідуха. К. : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.