
ГРИЦАК Л.Р., к.біол.н., доц.

**ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ
ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕНОФОНДУ ТА
ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ ПРИРОДНИХ
АРЕАЛІВ ВИДІВ РОСЛИН**

У останні десятиліття активно розвивається нова міждисциплінарна наука – біотехнологія збереження рослин, основним завданням якої є доповнення традиційних методів збереження *in situ* та *ex situ* новими технологіями *in vitro*.

Використання методів біотехнології для збереження генофонду має ряд переваг перед традиційними методами, а саме: незалежність від кліматичних та сезонних змін; мініатюризація культур рослин *in vitro* дозволяє їх вирощувати на невеликих ділянках, тому відпадає потреба у великих за площею територіях; специфіка технологій культивування *in vitro* забезпечує тривалий ріст культур клітин, тканин та рослин без регулярного догляду за ними, що значно зменшує затрати праці; асептичні умови *in vitro* виключають можливість втрати значної кількості рослинного матеріалу внаслідок розвитку вірусних, бактеріальних або грибкових інфекцій тощо [14].

У своєму арсеналі біотехнологія збереження рослин використовує дві групи методів. Перша група – дозволяє зберігати рослини у вигляді асептичних культур *in vitro*: клітин і тканин (калюсних, суспензійних) або рослин *in vitro*. Калюсні та суспензійні культури лікарських рослин є альтернативним джерелом сировини для фармацевтичної продукції [2]. Промислове вирощування таких культур дозволяє припинити заготівлю сировини видів у природних місцях їх росту, що зменшує рівень антропогенної трансформації рослинних угруповань та сприяє, відповідно, збереженню генофонду флор певних регіонів. Розроблено також технології одержання рослини-регенерантів з культур тканин *in vitro* за використання непрямого соматичного ембріогенезу. Сомаклони здебільшого

генетично відрізняються від материнської рослини [16, с. 315], що обмежує їх використання для вирішення проблем реінтродукції.

З погляду же збереження видового різноманіття, більш цінним є прями́й соматичний ембріогенез, який дозволяє безпосередньо з експланту, без стадії утворення калюсної тканини, отримати вегетативний зародок [1]. Одержані у цьому випадку рослини-регенеранти характеризуються високим рівнем генетичної стабільності, тому й можуть використовуватися як посадковий матеріал для реінтродукції. Сучасні технології створення штучного насіння (інкапсульованих соматичних ембріодів) теж базуються на явищі соматичного ембріогенезу [17]. Ці розробки знаходяться ще у стадії доопрацювання. Однак, у перспективі вони дозволять ефективно зберігати клони багатьох видів рослин [13, 15] та, за потреби, постачати матеріал для відтворення природних популяцій видів.

Іншою формою збереження генофонду *in vitro* є вирощування асептичних рослин, а саме: без порушення ростових процесів та з їх уповільненням (або обмеженням). Згідно першого підходу, стерильні особини регулярно живцюються та переносяться на свіже живильне середовище, де відновлюється ріст їх пагонів, завдяки розвитку апікальних або бічних меристем, і відбувається укорінення. Така технологія дозволяє отримати рослини генетично ідентичні батьківським формам. Проте за тривалого культивування на живильних середовищах, до складу яких введено, у тому числі синтетичні регулятори росту, у рослин може змінюватися генотип і знижуватися морфогенетичний потенціал [1].

Таким змінам запобігає використання технологій уповільнення росту рослин у культурі *in vitro* та збільшення інтервалів між субкультивуванням від декількох місяців до 2–3 років (залежно від застосованих методик та виду рослин) [7, 8]. До чинників, що уповільнюють ріст рослин *in vitro*, належать: зниження

температури (для рослин помірного клімату до +4 – +10° С, тропічного – +10 – +20° С) у культуральних приміщеннях або одночасне зниження як температури, так й інтенсивності світлового потоку в області фотосинтетично активної радіації [11]; зменшення кількості макро- та мікроелементів і/або цукрів у живильному середовищі [9]; введення до складу живильних середовищ осмотичних речовин (маніту, сорбіту, поліетиленгліколю), здатних викликати водний стрес у рослин, знижувати метаболічну активність тканин та, відповідно, уповільнювати їх ріст [4]. Періоди збереження рослин чергують із періодами відновлення їх ростових процесів, що значно подовжує термін існування таких колекцій *in vitro* [10].

Повністю відмовитися від субкультивування дозволяє друга група технологій, до якої належить кріоконсервація. Вона надає можливість протягом невизначено тривалого часу зберігати живий матеріал у замороженому стані, за значного сповільнення або повного зупинення метаболічних процесів у тканинах [8]. Модифікаціями кріоконсервації є інкапсуляція/дегідратація та вітрифікація [1, 16]. Використання цих технологій робить культури стійкішими до від'ємних температур та не дозволяє кристалам льоду формуватися всередині клітин.

Проте, не залежно від технологій зберігання в культурі *in vitro* рослин, у будь-який час, за допомогою методу мікроклонального розмноження, їх можна мультиплікувати та отримати достатню кількість посадкового матеріалу для реінтродукції природних популяцій видів. Метод мікроклонального розмноження максимально зменшує ризик одержання рослин із соматональною мінливістю [9], оскільки розвиток пагонів індукується із вже існуючих меристем (апикальних та пазушних бруньок), а не з адвентивних [1, 3]. Проте, увесь посадковий матеріал, отриманий у процесі мікророзмноження, перед використанням у реінтродукційних програмах за протоколом проходить обов'язкову перевірку на

генетичну «чистоту» [5], що запобігає внесенню у природні угруповання рослин із зміненим генотипом.

Необхідно зазначити, що однією із проблем реінтродукції є тривалий прегенеративний період рослин, який збільшує ризик їх загибелі ще до початку насінневого (або й вегетативного) відновлення та, відповідно, зменшує шанси штучних популяцій на виживання [6]. Біотехнологія рослин дозволяє вирішити цю проблему, оскільки етапи онтогенезу рослин у культурі *in vitro* пришвидшені, порівняно з їх життєвим циклом у природі. Як результат – в умовах *in situ* такі рослини здатні швидше приступити до плодоношення та забезпечити вже природне самопідтримання популяцій. Це підтверджують й результати дослідження Є. Мушинської та Є. Ханус-Файерської (2017), згідно з якими отримані біотехнологічними методами рослини *Dianthus carthusianorum* L. на другому році росту в умовах *in situ* мали значно кращі показники життєвості, зокрема: більшу кількість пагонів та діаметр партикул, порівняно із рослинами такої ж вікової групи, вирощених традиційними методами із насіння [13].

Отже, сучасна біотехнологія збереження рослин здатна доповнити новими методами існуючі традиційні підходи збереження генетичного різноманіття в умовах *in situ* та *ex situ*. Методологічна база цієї науки дозволяє не лише реалізувати наукові проекти щодо створення колекцій *in vitro* рідкісних і зникаючих видів рослин та забезпеченню їх тривалого збереження; досягнути високого рівня мультиплікації рослинного матеріалу для проведення робіт з реінтродукції популяцій цих видів у природі, але уникнути ауткросинговеру характерного для колекцій *ex situ* та зберегти генетичну різноманітність рослин, знизити ризик їх втрати наслідок інфікування патогенами або поїдання фітофагами тощо.

Література:

1. Белокурова В.Б. Методи біотехнології в системі заходів зі збереження біорізноманіття рослин. *Цитология и генетика*. 2010. № 3. С. 58–72.
2. Крвавич А.С., Петріна Р.О., Новіков В.П. Розробка технологічного процесу одержання біологічно активних

-
- сполук із калусної культури лікарських рослин. *Наукові віснї НТУУ "КПІ"*. 2015. С. 40–45.
3. Новикова Т.И. Использование биотехнологических подходов для сохранения биоразнообразия растений. *Растительный мир Азиатской России*. 2013. № 2(12). С. 119–128.
 4. Bekheet, S.A. *In vitro* conservation of date palm germplasm. In: Date palm biotechnology (Eds. S.M. Jain, J.M. Al-Khayri, D.M. Johnson). Dordrecht: Springer, 2011. P. 337-360.
 5. Bhatia R., Singh K.P., Sharma T.R., Jhang T. Evaluation of the genetic fidelity of *in vitro*-propagated gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) using DNA-based markers. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 2011. Vol. 104. P. 131–135.
 6. Cogoni D., Fenu G., Cuenca-Lombraña A., Fois M., Porceddu M., Bacchetta G., Sardegna B.G., Karalitanus H.B. [The reintroduction of Yellow gentian on Mount Genziana, CE Sardinia](#). Global Reintroduction Perspectives: 2018. Case studies from around the globe. *IUCN/SSC Reintroduction Specialist Group & Environment Agency-Abu Dhabi*. 2018. Article ID:282.
 7. Cordeiro S.Z., Simas N.K., Henriques A.B., Sato A. *In vitro* conservation of *Mandevilla moricandiana* (Apocynaceae): short-term storage and encapsulation–dehydration of nodal segments. *In Vitro Cell Dev Biol – Plant*. 2014. Vol. 50. P. 326–336.
 8. Cruz-Cruz C.A. González-Arno M.T., Engelmann F. Biotechnology and conservation of plant biodiversity. *Resources*. 2013. Vol. 2. P. 73–95.
 9. Engelmann F. Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity. *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant*. 2011. Vol. 47. P. 5–16.
 10. Engelmann F. Germplasm Collection, Storage and Conservation. *Plant Biotechnol. Agr. Oxford*. 2012. P. 255–268.
 11. Gonçalves S., Romano A. *In vitro* minimum growth for conservation of *Drosophyllum lusitanicum*. *Biol. Plant*. 2007. Vol. 51, № 4. P. 795–798.

-
12. Muslihatin W., Jadid N., Safitri C.E., Kuncoro E.P. *In vitro* germination of *Moringa oleifera* synthetic seed on different composition of medium. *Bioscience research*. 2018. Vol. 15. № 3. P. 1982–1991.
 13. Muszyńska E., Hanus-Fajerska E. *In vitro* multiplication of *Dianthus carthusianorum* calamine ecotype with the aim to revegetate and stabilize polluted wastes. *Plant Cell Tiss Organ Cult*. 2017. Vol. 128. P. 631–640.
 14. Reed B.M., Sarasan V., Kane M., Bunn E., Pence V.C. Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools. *In Vitro Cell Dev Biol. Plant*. 2011. Vol. 47. P. 1–4.
 15. Rihan H.Z., Kareem F., El-Mahrouk M.E. Fuller M.P. Artificial Seeds (Principle, Aspects and Applications). *Agronomy*. 2017. 7. Article ID: 71.
 16. Sahijram L., Bahadur B. Somatic Embryogenesis. *Plant Biology and Biotechnology: Volume II: Plant Genomics and Biotechnology*. 2015. P. 315–327.
 17. Siong P.K., Mohajer S., Taha R.M. Production of artificial seed derivat from encapsulated in vitro micro shoot of cauliflower, *Brassica oleracea* var *botrytis*. *Rumanian Biotechnology Letters* 17. P. 7549–7556.

БАРНА І. М., к. геогр. н., доцент

СТІЙКІСТЬ АТМОСФЕРИ ТА СУЧАСНІ КЛІМАТИЧНІ ТРЕНДИ

Світова спільнота не перший десяток років є очевидцем погодно-кліматичних змін, які стали об'єктом широкого кола досліджень та прогнозних оцінок за їхніми результатами. Одним із аспектів аналізу наукових пошуків з цієї проблематики є встановлення впливу глобальних змін клімату на потенціал стійкості атмосфери, як однієї з оболонки, що визначає рівень життєздатності людини, а також інших аеробних організмів, що зазнає зростаючого антропогенного впливу.