

Екологічна біотехнологія та біотехнологія в рослинництві і тваринництві

F₁ можуть бути предметом генетичних досліджень, а також дозволяють планувати раціональне використання гібридного матеріалу для маніпуляцій *in vitro*.

Список літератури

1. Seguí-Simarro J.M., Belinchón M. J., Guillot Fernández M., Mir R. Species with Haploid or Doubled Haploid Protocols. *Doubled Haploid Technology*. 2021. doi:10.1007/978-1-0716-1315-3_3, (41-103).
2. Sunderland N., Huang B. Barley anther culture: the switch of program and albinism. *Hereditas*. 1985. Supl. 3. P. 27–40.
3. Rodríguez-Serrano M., Bárány I., Prem D., Coronado M.J., Risueño M.C., Testillano P.S. NO, ROS, and cell death associated with caspase-like activity increase in stress-induced microspore embryogenesis of barley. *J. Exp. Bot.* 2012 V. 63, N 5. P.2007–2024. doi: 10.1093/jxb/err400.
4. Bilynska O.V. Influence of spike pretreatment at a low temperature on the efficiency of spring barley haploid production in anther culture *in vitro*. *Problems of Cryobiology and Cryomedicine*. 2020. V.30, N 1, P. 68–76. doi:10.15407/cryo30.01.068.
5. Білинська О. В., Дульнев П. Г. Ефективність отримання гаплоїдів ярого ячменю у культурі пиляків *in vitro* на основі гібридного матеріалу: порівняння базової та удосконаленої технологій. *Фактори експериментальної еволюції організмів*: зб. наук. праць. К.: Логос, 2019. Т. 25. С. 178–183. doi:10.7124/FEEO.v. 25.1161.

УДК 581.1:582.94

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВМІСТУ ФЛАВОНОЇДІВ У ЛИСТКАХ *DRACOSERHALUM MOLDAVICA* L. У КУЛЬТУРІ *IN VITRO* ВІД СКЛАДУ ПОЖИВНОГО СЕРЕДОВИЩА

Воробей Т. Ю., Гайдаржи О. В., Нужина Н. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
E-mail: tikti.231@gmail.com

Зростаюча потреба охорони здоров'я в лікарських засобах рослинного походження ставить на перший план питання

Екологічна біотехнологія та біотехнологія в рослинництві і тваринництві

забезпечення сировинної бази за рахунок додаткових рослинних джерел. Широка і неконтрольована експлуатація ефірно-олійних рослин призвела до виснаження багатьох сировинних ресурсів, тому виникає необхідність у вивченні інтродукційних зразків, які можуть забезпечити стабільну сировинну базу. У цьому плані особливий інтерес представляють ефірно-олійні рослини родини Ясноткові, оскільки вони містять комплекс біологічно активних речовин (ефірні масла, терпеноїди, сапоніни, полісахариди, фенольні сполуки та ін.) [1].

Зокрема *Dracocephalum moldavica* L. містить різні сполуки, у тому числі фітонциди, флавоноїди, фенолкарбонові кислоти та тритерпеноїди [2, 3]. Змієголовник молдавський широко застосовується в народній медицині багатьох країн світу як спазмолітик, седативний засіб, анальгетик, має антимікробну та протизапальну дію [4, 5]. Ефірна олія *D. moldavica* часто використовується в ароматерапії та косметології.

Застосування біотехнологічних методів отримання вторинних метаболітів рослин стає все більш популярним останніми роками. Використання рослин *in vitro* з метою отримання біологічно активних речовин є також одним з важливих і актуальних методів збереження природного біорізноманіття.

Метою даної роботи було встановити ефективний склад поживного середовища для підсилення біосинтезу флавоноїдів в листках *Dracocephalum moldavica* у культурі *in vitro*.

Матеріали та методи. Для стимулювання проростання насіння *D. moldavica* попередньо обробляли 0,1 % бурштиновою кислотою протягом 1 години. Стерилізацію насіння для введення в культуру *in vitro* проводили за методикою: 1 хв. у 70% етиловому спирті, 10 хв. у сулемі, 8 хв. у 70% NaClO. Насіння висаджували на поживне середовище $\frac{1}{2}$ MS по 20 штук на банку, 5 банок на групу. Рослини *in vitro*, що росли на поживному середовищі $\frac{1}{2}$ MS з насінини, були пересаджені методом мікроклонування на різні поживні середовища для визначення впливу різного складу середовища на синтез флавоноїдів.

I група – контрольна, висаджували на поживне середовище $\frac{1}{2}$ MS.

Екологічна біотехнологія та біотехнологія в рослинництві і тваринництві

- II група – середовище Гамборга B5,
III група - середовище $\frac{1}{2}$ MS без KNO_3 ,
IV група - середовище $\frac{1}{2}$ MS + 1 мл кінетину, + 0,2 мл НОК,
V група - середовище $\frac{1}{2}$ MS без KNO_3 + 1 мл кінетину, + 0,2 мл НОК.

Визначали вміст флавоноїдів у листках в перерахунку на рутин та суху масу.

Паралельно рослини вирощували в тепличних умовах із денною температурою $+25^{\circ}C$ та нічною $+20^{\circ}C$, що наближено до оптимальних умов висаджування в ґрунт насіння. Брали по 20 насінин у лунку по 5 лунок на групу.

Статистичний аналіз проводився за допомогою програми GraphPad Prism 8 методом мультифакторного аналізу ANOVA з поправкою Tukey.

Результати. Виявили, що в контрольній групі *in vitro*, де рослини вирощені з насінини і мають відповідно розвинутий корінь, вдвічі більше флавоноїдів, ніж у більшості груп *in vitro* після пересаджування мікроклонів на свіжі поживні середовища. Це можна пояснити, по-перше, відсутністю кореневої системи в щойно отриманих мікроклонів, що ускладнює мікроживцю засвоювати поживні речовини, а також стадією адаптації після клонування та висаджування на нове поживне середовище. Разом з цим, кількість флавоноїдів у контрольній групі *in vitro* не відрізняється від такої у тепличних рослин того ж віку та таких, що вже досягли генеративного віку, але ще не квітнуть. Тобто, з віком вміст флавоноїдів у листках рослини, за умов вирощування у ґрунті, не змінюється до періоду квітання і є подібним до такого при вирощуванні змієголовника в культурі *in vitro* з насінини на бідному поживному середовищі $\frac{1}{2}$ MS.

Разом з цим, висаджені на нові поживні середовища мікроклони більшості груп не відрізнялись достовірно між собою та мали нижчі показники, ніж до процесу клонування. Такий результат викликаний, з одного боку, адаптацією після пересаджування, з іншого боку, різним напрямком розвитку рослин за різних умов. Так, у пересадженій на поживне середовище $\frac{1}{2}$ MS групі найбільше відбувалось коренеутворення,

Екологічна біотехнологія та біотехнологія в рослинництві і тваринництві

тому спостерігалася тенденція до дещо вищих показників флавоноїдів, порівняно з більшістю груп *in vitro*. Рослини на середовищі Гамборга В5 спрямували свій розвиток на утворення калусу, а на середовищі $\frac{1}{2}$ MS без KNO_3 виявили значне пригнічення розвитку рослин, тому в листках рослин цих двох груп виявили дуже низькі показники вмісту флавоноїдів. Мікроклони, що вирощувались на поживному середовищі $\frac{1}{2}$ MS з додаванням 1 мл кінетину та 0,2 мл НОК показали інтенсивний ріст, тому в цій групі не відбувалось накопичення вторинних метаболітів. В той же час, найбільші показники вмісту флавоноїдів у листках показали мікроклони, які вирощували на поживному середовищі $\frac{1}{2}$ MS без KNO_3 , але з додаванням 1 мл кінетину та 0,2 мл НОК. В цій групі показники флавоноїдів були у 3-6 разів вищі за такі в інших дослідних групах *in vitro*, та в півтора рази більші, ніж за умов вирощування в ґрунті. Ймовірно, фітогормони стимулювали мікроклони, але ріст в довжину не відбувався, оскільки не достатня кількість азоту в поживному середовищі, що сприяло накопиченню флавоноїдів.

Список літератури

1. Davazdahemami S., Allahdadi M. Essential oil yield and composition of four annual plants (ajowan, dill, Moldavian balm and black cumin) under saline irrigation. // *Food Ther. Health Care*. 2022. №4(1). P. 5.
2. Rudy S., Dziki D., Biernacka B., Krykowski A., Rudy M., Gawlik-Dziki U., Kachel M. Drying characteristics of *Dracocephalum moldavica* leaves: Drying kinetics and physicochemical properties. // *Processes*. 2020. №8, 509.
3. Zhan M., Ma M., Mo X., Zhang Y., Li T., Yang Y., Dong L. *Dracocephalum moldavica* L.: An updated comprehensive review of its botany, traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and application aspects. // *Fitotherapia*. 2024. № 172, 105732.
4. Aćimović M., Sikora V., Brdar-Jokanović M., Kiproovski B., Popović V., Koren A., Puvača N. *Dracocephalum moldavica*: Cultivation, chemical composition and biological activity. // *J. Agron. Technol. Eng. Manag.* 2019. №2. P. 153–167.
5. Cao W., Yuan Y., Wang Y., Tian L., Wang X., Xin J., Wang

Y., Guo X., Qin D. The mechanism study of *Dracocephalum moldavica* L. total flavonoids on apoptosis induced by myocardial ischemia/reperfusion injury in vivo and in vitro. // *Biomed. J. Sci. Tech. Research.* 2019. №20. P. 14985–14996.

УДК 502.3

ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ РІВНОВАГИ ЕКОСИСТЕМ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ

Грицак Л. Р¹., Бойко Д. А²., Федорчак Д. А¹

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

²Львівський національний університет природокористування
E-mail: hrytsak1972@gmail.com; danka4741@gmail.com;
fedorchak0102@ukr.net

Екосистеми нашої планети – це складна мережа життя, де кожний вид, яким би малим він не був, виконує свою життєво важливу функцію. Комплекс чинників, пов'язаних із вирубкою лісів, забрудненням довкілля, кліматичними змінами, ініціював деградацію та руйнування екосистем. Ці процеси відбуваються із загрозливою швидкістю і позначаються на усіх компонентах екосистеми: від біорізноманіття до стабільності клімату. З огляду на такі виклики, біотехнологія стала потужним інструментом екологічного відновлення. Цей інноваційний підхід здатний використовувати потенціал живих організмів для відновлення екосистем. Біотехнологія володіє широким спектром наукових методів, які й дозволяють отримувати продукцію або розробляти процеси, здатні стабілізувати стан екосистем. Мета нашої роботи полягає у систематизації інструментальної бази біотехнології, яка дозволяє відновити екологічну рівновагу екосистем.

До таких інструментів належить біоремедіація, який передбачає використання біологічних систем для зменшення забруднення повітряних, водних чи наземних систем [3]. Застосування організмів дозволяє зменшити потенційну токсичність хімічних забруднювачів у навколишньому середовищі шляхом їх деградації, трансформації та іммобілізації. Повна біодеградація призводить до детоксикації шляхом