

показники схожості насіння були після замочування насіння у бурштиновій кислоті.

Список літератури

1. Шелифіст А. Є., Чебан Л. М., Чорней І. І., Буджак В.В. Особливості введення в культуру *in vitro* *Ligularia glauca* (L.) J. Hoffm. та *L. sibirica* (L.) Cass. Заповідна справа в Україні. 2015. Т. 21, №1. С. 39–42.
2. J. Jenis et al. Investigation of chemical composition of *Ligularia sibirica*. *Scientific Journal «Reports of NAS RK»*. 2022. Vol. 4. P. 18–28.
3. N.A. Şuğan et al. Chemical composition, antioxidant and cytogenotoxic effects of *Ligularia sibirica* (L.) Cass. roots and rhizomes extracts. *Caryologia*. 2020. Vol. 73, no. 1. P. 83–92. <https://doi.org/10.13128/caryologia-116>.
4. Sammul M. *Orbital cluster. Defense management plan 2002-2006*. Tartu, 2001. P. 1–27.
5. Slavík B. *Ligularia* Cass. *Flora of the Czech Republic*. ed. by B. Slavík, J. Štěpánková. Praha, 2004. Vol. 7. P. 306–309.

УДК 602:57.088

**ЗАЛЕЖНІСТЬ ВОДНОГО РЕЖИМУ РОСЛИН *IN VITRO*
GENTIANA ACAULIS L. ВІД УМОВ КУЛЬТИВУВАННЯ**

Федорчак Д. А.¹, Щур І. В.¹, Бойко Д. А.², Грицак Л. Р.¹

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

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

E-mail: fedorchak0102@ukr.net

Важливим аспектом успішної адаптації рослин *in vitro* до умов *ex vitro* є їхня стійкість до дефіциту атмосферної та ґрунтової вологи [3]. Це зумовлено тим, що умови *in vitro* характеризуються особливим водним режимом, зокрема: додавання до складу живильних середовищ вуглеводів знижує у 10 раз їх водний потенціал, порівняно із ґрунтовим, відносна вологість повітря у культиваційних ємностях часто становить 95 % [4]. У комплексі це призводить до обмеженого поглинання

кореневою системою води, слабкого розвитку провідних тканин, припинення функціонування продигового апарату [2]. Для підвищення адаптивного потенціалу рослин *in vitro* до умов *ex vitro* та *in situ*, пришвидшення їх росту, необхідно оптимізувати декілька чинників, пов'язаних із потребами у мінеральному живленні, регуляторах росту, вологості, складу газів, умовами освітлення, температурою та доступним об'ємом культурального посуду [5].

Тому, вивчення динаміки параметрів водного режиму рослин *in vitro* за зміни фізико-хімічних умов їх культивування, є необхідною умовою розробки підходів до цілеспрямованого керування водообмінними процесами. Це поглиблює наші знання щодо реакції рослин *in vitro* на зміни факторів середовища існування та дозволяє краще оцінити їх адаптивний потенціал. Як модельні об'єкти для таких досліджень можна використовувати й високогірні види із вузьким діапазоном толерантності до багатьох абіотичних чинників, до яких належить і рідкісний вид *Gentiana acaulis* L.

Виходячи із вище сказаного, мета нашої роботи полягала у дослідженні змін водного балансу рослин *in vitro* рідкісного виду *Gentiana acaulis* L залежно від світлових умов культивування та джерела карбону у складі живильного середовища.

Матеріалом для досліджень слугували рослини *in vitro* *G. acaulis*, отримані з насіння, зібраного у його природній популяції на г. Брескул. Рослини *in vitro* культивували на рідкому живильному середовищі МС/2, доповненому 0,1 мг/л 1-нафтилоцтовою кислотою та різними джерелами карбону (сахарози або маніту). Оптимальні концентрації сахарози та маніту для кожного виду визначали експериментально з урахуванням попередніх досліджень і тестували 2 варіанти живильних середовищ МС/2, доповнених сахарозою 10 г/л (або 1 %) чи манітом у концентрації 3 г/л (або 0,3 %). Усі дослідні варіанти рослин *in vitro* вирощували за температури 18–19 °С, фотоперіоду 16/8, інтенсивності світлового потоку в області фотосинтетично активної радіації 85–100 Вт/м² та різних комбінацій спектрального складу світла: 1.1 варіант світлової корекції (СК): 85 Вт/м², спектральний склад такого співвідношення хвиль синього (Ес) (400–500 нм) до зеленого (Ез)

(500–600 нм) та червоного (Еч) (600–700 нм) діапазонів: Ес : Ез : Еч = 33 % : 42 % : 25 %; 2.1 варіант СК: 100 Вт/м², спектральний склад: Ес : Ез : Еч = 25 % : 27 % : 48 %.

Водний режим рослин оцінювали за показниками загального вмісту води в листках, водного дефіциту, інтенсивності транспірації та вологотримувальної здатності листків ваговим методом. У кожної особини *in vitro* було вилучено по 2 листка із середнього ярусу розетки. Для дослідження було відібрано 15 рослин *in vitro* у кожному дослідному варіанті.

Узагальнення результатів дослідження показало, що водний баланс рослин *in vitro* є видоспецифічним і залежить від світлових умов їх культивування та від джерела карбону у складі живильного середовища. Так, за культивування на сахарозі, у рослин *in vitro* *G. acaulis* в умовах 2.1 варіанту показники інтенсивності транспірації знижуються на 9,1 %, порівняно із 1.1 варіантом; водний дефіцит зменшується в 1,34 рази. Вологотримуюча здатність тканин рослин *G. acaulis* культивованих за умов 2.1 варіанту СК підвищується на 15,27 %, а кількість води в одиниці маси сухої речовини знижується на 32,5 % порівняно із рослинами з 1.1 варіанту СК.

Виявлені відмінності параметрів водного балансу вказують на те, що корекцією світлового режиму культивування можна ініціювати перебудову механізмів, що регулюють водообмінні процеси цих видів, навіть за специфічних умов культивування *in vitro*, зокрема, високої відносної вологості культиватійного повітря та низького водного потенціалу живильних середовищ, спричиненого додаванням до його складу сахарози.

Проте, стійкість рослин *in vitro*, культивованих на живильних середовищах, що містять сахарозу, до дефіциту атмосферної та ґрунтової вологи є низькою. Саме тому, одним із завдань нашого дослідження було вивчення динаміки водного балансу рослин *in vitro* за заміни джерела карбону у складі живильного середовища з сахарози на маніт. Така модифікація живильного середовища здатна імітувати водний стрес у рослин.

Встановлено, що у рослин *in vitro* *G. acaulis* за імітування водного стресу інтенсивність транспірації, порівняно із контрольними групами рослин, що культивувалися на сахарозі, знижується: за умов 1.1 варіанту на 18,2 %, а 2.1 варіанту – на 30 %. При цьому, водний дефіцит за 1.1 варіанту СК зменшується

на 53,97 %, а 2.1 – на 23,78 %, порівняно із контролем. Показники вологоутримуючої здатності у рослин цього виду на сахарозі є найвищими, а в умовах штучної посухи зменшуються на 30,6 % (1.1 варіант) і 51,2 % (2.1 варіант), порівняно із контролем. Відомо, що у рослин стійкіших до нестачі води, показники водного дефіциту є нижчими [1]. Тому, отримані нами результати лише вказують на генетично обумовлену підвищену стійкість рослин *G. acaulis* до дефіциту вологи. Регулюючі системи, що контролюють водний баланс, здатні швидко перелаштовуватися та підтримувати певний рівень водонасичення тканин навіть в умовах водного стресу. Це позначається як на прирості біомаси рослин та їх ростових процесах, так і забезпечує високий адаптивний потенціал до умов *ex vitro*.

Отже, оптимізацією світлових умов росту рослин *in vitro* *G. acaulis* можна цілеспрямовано впливати на механізми, що регулюють їх водний баланс, як в умовах високої відносної вологості культиваційного повітря, низького водного потенціалу живильних середовищ, так і за імітації водного стресу, викликаного додаванням сахарози або маніту.

Список літератури

1. Орлова Л. Д., Власенко Н. А. Водний дефіцит лучних рослин лівобережного лісостепу України. *Вісник проблем біології і медицини*. Полтава: ПНПУ імені В. Г. Короленка. Т. 2 (125), Вип. 4. 2015. С. 84–87.
2. Mohammed M., Munir M., Ghazzawy H. S. Design and evaluation of a smart *ex vitro* acclimatization system for tissue culture plantlets. *Agronomy*. 2023. 13(1):78. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010078>.
3. Pasternak T. P., Steinmacher D. Plant growth regulation in cell and tissue culture *in vitro*. *Plants*. 2024. Vol. 13, 327. <https://doi.org/10.3390/plants13020327>.
4. Phillips G. C., Garda M. Plant tissue culture media and practices: An overview. *Vitr. Cell. Dev. Biol. Plant*. 2019. Vol. 55. P. 242–257.
5. Shiwani K., Sharma D., Kumar A. Improvement of plant survival and expediting acclimatization process. In: Gupta S., Chaturvedi P. (eds) *Commer scale tissue cult hortic plant crops*. Springer, Singapore, 2022. P. 277–291.