

УДК 633.15:582.644.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.1.25>

ПОСТАСЕПТИЧНА АДАПТАЦІЯ ВИНОГРАДУ *IN VITRO*

Зеленянська Н. М. – д.с.-г.н., с.н.с.,

заступник директора з науково-інноваційної діяльності,

Національний науковий центр

«Інститут виноградарства і виноробства імені В. Є. Таїрова»

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-9303-8686

Гогулінська О. І. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач лабораторії культури винограду *in vitro*,

Національний науковий центр

«Інститут виноградарства і виноробства імені В. Є. Таїрова»

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0003-3542-6143

Борун В. В. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач лабораторії фізіології винограду,

Національний науковий центр

«Інститут виноградарства і виноробства імені В. Є. Таїрова»

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-3431-5612

Самофалов М. О. – м.н.с.,

Національний науковий центр

«Інститут виноградарства і виноробства імені В. Є. Таїрова»

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-8785-0651

Адаптація мікроклональних рослин винограду після культивування *in vitro* є відповідальним етапом технології мікроклонального розмноження, оскільки саме в цей період спостерігаються найбільші втрати рослин-регенерантів. Метою дослідження було визначення впливу складу поживних середовищ *in vitro*, зокрема концентрацій фітогормонів та додавання структуруючих компонентів, на приживлюваність мікроклонів винограду під час адаптації до умов *in vivo*. Дослідження проводили у 2020–2022 рр. у Національному науковому центрі «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова» НААН України. Матеріалом для роботи були мікроклони винограду сортів «Добриня», «Гарант», «Ярило» та «Загрей». Рослини культивували на поживному середовищі MS (Murasice і Скуга) із різними концентраціями ІОК і 6-БАП, а також із додаванням препаратів Радіфарм, Clonex gel, агроперліту, вермикуліту та їх сумішей. Приживлюваність мікроклонів визначали через 30, 60 і 90 діб адаптації *in vivo*. Встановлено, що рівень приживлюваності мікроклонів винограду суттєво залежав від умов їх культивування *in vitro*. Найвищі показники життєздатності рослин спостерігали у варіантах, де мікроклони культивували на поживних середовищах із структуруючими компонентами – агроперліт, вермикуліт та їх суміші, у поєднанні зі зменшеними концентраціями фітогормонів (0,3 мг/л ІОК та 0,2 мг/л 6-БАП). У цих варіантах приживлюваність мікроклонів через 30 діб адаптації дорівнювала 80,0–98,0 %, через 60 діб – 72,5–90,0 %, через 90 діб – 65,0–82,5 %. У варіантах досліджу, де до поживних середовищ додавали препарати Радіфарм і Clonex gel також було відмічено підвищену приживлюваність мікроклонів, але тільки на ранніх



© Зеленянська Н. М., Гогулінська О. І., Борун В. В., Самофалов М. О., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

етапах адаптації: у перший місяць – 46,9–68,0 %, у другий місяць – 47,0–65,5 %, з подальшим зниженням показника до 44,5–58,5 % на 90 добу. Мікроклони винограду, вирощені на поживних середовищах із меншим вмістом фітогормонів, мали вищу приживлюваність на всіх етапах адаптації: на 30 добу перевищення (порівняно з варіантами із більшими концентраціями фітогормонів) дорівнювало 7,2–9,1 % для підщепних та 8,5–9,1 % для технічних сортів, на 60 добу – 6,8–8,0 % та 8,5–9,1 %, відповідно, на 90 добу – 6,9–7,8 % та 6,7–9,2 %.

Ключові слова: виноград, *in vitro*, *in vivo*, мікроклони, поживні середовища, фітогормони, адаптація, приживлюваність.

Zelenianska N. M., Gogulinska O. I., Borun V. V., Samofalov M. O. Post-Aseptic Adaptation of Grapevine In Vitro

The adaptation of microclonal grapevine plants after *in vitro* cultivation is a critical stage of micropropagation technology, as this period is associated with the highest losses of plant regenerants. The aim of the study was to determine the effect of the composition of *in vitro* nutrient media – specifically phytohormone concentrations and the addition of structuring components – on the survival rate of grapevine microclones during adaptation to *in vivo* conditions. The research was conducted in 2020–2022 at the National Scientific Center “V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking” of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. The experimental material comprised grapevine microclones of the cultivars ‘Dobrynia’, ‘Garant’, ‘Yarylo’, and ‘Zahrei’. Plants were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium with varying concentrations of IAA and 6-BAP, as well as with the addition of Radifarm, Clonex gel, agropelrite, vermiculite, and their mixtures. The survival rate of microclones was assessed after 30, 60, and 90 days of *in vivo* adaptation.

It was established that the survival rate of grapevine microclones significantly depended on their *in vitro* cultivation conditions. The highest levels of plant viability were observed in variants where microclones were grown on nutrient media supplemented with structuring components – agropelrite, vermiculite, and their mixtures – in combination with reduced phytohormone concentrations (0.3 mg/L IAA and 0.2 mg/L 6-BAP). Under these conditions, microclone survival reached 80.0–98.0 % after 30 days of adaptation, 72.5–90.0 % after 60 days, and 65.0–82.5 % after 90 days. In experimental variants where Radifarm and Clonex gel were added to the nutrient media, increased microclone survival was also observed; however, this effect was limited to the early stages of adaptation: 46.9–68.0 % during the first month and 47.0–65.5 % during the second month, followed by a decrease to 44.5–58.5 % by day 90. Grapevine microclones cultivated on nutrient media with lower phytohormone content exhibited higher survival rates at all stages of adaptation. On day 30, the increase (compared with variants containing higher phytohormone concentrations) amounted to 7.2–9.1 % for rootstock cultivars and 8.5–9.1 % for technical cultivars; on day 60, 6.8–8.0 % and 8.5–9.1 %, respectively; and on day 90, 6.9–7.8 % and 6.7–9.2 %.

Key words: grapevine, *in vitro*, *in vivo*, microclones, nutrient media, phytohormones, adaptation, survival rate.

Постановка проблеми. Сучасне виноградарство потребує впровадження ефективних біотехнологічних підходів для отримання високоякісного, здорового та генетично однорідного садивного матеріалу. Одним із найперспективіших методів розмноження винограду є мікроклональне розмноження в культурі *in vitro*. Воно забезпечує швидке відтворення цінних сортів і клонів, а також їх оздоровлення від вірусних та бактеріальних хвороб.

Адаптація є фінальним і найважливішим етапом у цілісній схемі мікроклонального розмноження, яка передбачає переведення рослин-регенерантів із умов *in vitro* в умови *in vivo* [1, с. 300–302; 2]. Саме на цьому етапі гине чи ушкоджується найбільша кількість рослин. Це пов'язано з тим, що в культурі *in vitro* рослини перебувають в умовах, які відрізняються від природних за багатьма фізико-хімічними параметрами: світловим, водним, температурним, газовим складом повітря у середині культуральних емкостей, консистенцією поживного середовища [2]. Як результат, в умовах *in vitro*, формуються рослини з недосконалими

анатомічними і фізіологічними характеристиками: недорозвинена або неактивна воскова кутикула листків, пошкоджений продиховий апарат, слабка фотосинтетична активність, вітрифікація, слабкий судинний зв'язок між коренем і пагоном, недорозвинені (а часто і відсутні) кореневі волоски, тому вони дуже легко піддаються зневодненню і впливу патогенної інфекції [1, с. 303].

Сьогодні є багато способів підвищення адаптивного потенціалу мікроклональних рослин, зокрема шляхом регулювання вологості, освітлення, складу субстратів, застосування біопрепаратів і фітогормонів. Разом із тим питання оптимізації поживних середовищ *in vitro* з використанням структуруючих компонентів, а також їх впливу на подальшу приживлюваність мікроклонів винограду в умовах *in vivo* залишаються недостатньо вивченими, особливо з урахуванням сортових особливостей винограду. У зв'язку з цим дослідження, спрямовані на підвищення ефективності адаптації мікроклонів винограду шляхом удосконалення складу поживних середовищ та умов культивування *in vitro*, є актуальними та мають важливе наукове й практичне значення.

Метою дослідження було визначення впливу складу поживних середовищ *in vitro*, зокрема різних концентрацій фітогормонів та додавання структуруючих компонентів, на рівень приживлюваності мікроклонів винограду під час їх адаптації до умов *in vivo*.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для підвищення приживлюваності мікроклональних рослин після перенесення з умов *in vitro* до умов *in vivo* часто застосовують комплекс агротехнологічних і фізіолого-біохімічних прийомів. Найпоширенішими серед них є зниження відносної вологості повітря в культуральних ємкостях, стимуляція ризогенезу на етапі *in vitro*, поетапне загартування рослин після пересаджування, використання мікоризи, а також застосування фотоавтотрофних систем мікроклонального розмноження [1, с. 303].

Зниження вологості в культуральних ємкостях на етапі передадаптації здійснюють різними способами, зокрема шляхом часткового відкривання кришечок або використання перфорованої ПВХ-плівки. Такі прийоми сприяють зменшенню інтенсивності транспірації та покращенню газообміну, що доведено в дослідженнях з культивуванням *in vitro* рослини паутерії гарднеріанської (*Pouteria gardeneriana* (A.DC.) та евкаліпту сольового (*Eucalyptus saligna* Sm.). Після ці рослини пересаджували у субстрат Bioplant® і вирощували в тепличних умовах із поступовим зниженням вологості, що забезпечувало 62,2 % приживлюваності [3; 4, с. 180–181].

У дослідженнях Х. М. Колісник передадаптацію рослин роду *Carlina* (*C. onopordifolia*, *C. cirsioides*, *C. acaulis*) здійснювали за багатоступеневою схемою. Живці культивували на поживному середовищі з мінімальним вмістом сахарози (5 г/л) без додавання фітогормонів. Через 30 діб відбирали рослини з добре розвинутою кореневою системою та 3–5 листовими пластинками і додатково витримували їх протягом 5–7 діб у культуральному посуді з поступовим зниженням вологості до 60–65 %, що сприяло підвищенню адаптивного потенціалу рослин [5].

Значну увагу в наукових роботах приділено оптимізації субстратів для адаптації мікроклонів в умовах *in vivo*. Так, для мікроклонів перцевої м'яти (*Mentha piperita* L.) ефективною виявилась ґрунтосуміш із торфу, універсального ґрунту, перлиту та піску у співвідношенні 2 : 1 : 1 : 1, що забезпечувало 96,0–98,9 % приживлюваності рослин після перенесення їх в умови *in vivo* [6, с. 52–54].

В інших дослідженнях адаптацію проводили поетапно з попереднім відбором рослин із добре сформованою кореневою системою. Рослини висаджували

у касети з субстратом (торф : перліт = 3 : 1) і адаптували в кліматичних камерах зі штучним туманом та клімат-контролем 20 діб, а далі дорощували у плівковій теплиці. Така схема адаптації забезпечувала приживлюваність мікроклональних рослин на рівні 85,0–95,0 % [7].

Ефективним підходом до підвищення приживлюваності мікроклонів є також адаптація в тепличних умовах, що дозволяє регулювати параметри температури, вологості, освітлення та вентиляції. У роботах Jofre-Garfias A. et al., Teixeira da Silva J. et al., Подгаєцького А. А. та ін. таким способом успішно адаптовано рослини полуниці садової (*Fragaria ananassa* (Weston) Duchesne ex Rozier), дендробіуму (*Dendrobium* spp.), туї західної (*Thuja occidentalis* L.) та малини звичайної (*Rubus idaeus* L.). При цьому рівень приживлюваності знаходився в межах 80,0–97,0 % [8; 9, с. 111–112; 10].

Важливим фактором успішної адаптації рослин є оптимізація світлового режиму на етапі мікророзмноження *in vitro*. Застосування природного та флуоресцентного освітлення, регулювання тривалості фотоперіоду, інтенсивності й спектрального складу світла забезпечувало високий рівень приживлюваності мікроклональних рослин різних культур – від 78,0 до 96,0 % у картоплі їстівної (*Solanum tuberosum* L.) [11, с. 153–154], 90,0–95,0 % у алоказії амазонської (*Alocasia amazonica* André) [12, с. 207] та 85,0–92,0 % у хризантеми шовковицелистої (*Chrysanthemum grandiflorum* L.) після перенесення в тепличні умови [13, с. 348].

У роботі Н. В. Титаренко адаптацію мікроклонів ожини звичайної (*Rubus fruticosus* L.) проводили у два етапи: поступове підвищення газообміну в умовах *in vitro* та інокуляцію рослин актинобактеріями (*Conc11*, *Myt7ch*, *Conc4*, *Conc32*, *Lim4*), що забезпечило приживлюваність 85,0 % на 30-ту добу адаптації [14, с. 25].

Незважаючи на значну кількість узагальнених досліджень щодо адаптації мікроклональних рослин до умов *in vivo*, для винограду (*Vitis vinifera* L. та міжвидових гібридів) ця проблема має низку специфічних особливостей, пов'язаних із високою чутливістю рослин до зміни мікрокліматичних умов, водного режиму та субстратів.

Сьогодні адаптацію мікроклонів винограду здійснюють як у контрольованих умовах *in vitro*, так і безпосередньо в умовах *in vivo* з використанням різних схем передаптації. Зокрема, Bettoni J. проводив адаптацію мікроклонів винограду сорту «IAC 571-6» (*Vitis caribaea* Pirovano 57) на сумішах поживних субстратів, що включали Dystroferic Red Nitosol (природний фералітний ґрунт із високим вмістом заліза й алюмінію), Тесномат® (торф + пісок + вермікуліт) та пісок у співвідношенні 1 : 1 : 1. Рослини культивували в лотках, накритих склом, протягом 60 діб у приміщенні з контрольованими умовами, що забезпечило 100,0 % приживлюваності мікроклонів [15, с. 1806].

Подібний підхід застосовували Melyan G. et al. при адаптації мікроклонів винограду сорту «Parvana». Рослини з добре сформованою кореневою системою пересаджували у стерильний субстрат (ґрунт + пісок + торф, 1 : 1 : 1), накривали поліетиленовими пакетами та утримували у міні-тепличці при температурі 26 °С, відносній вологості 75 % і 16-годинному фотоперіоді. Поступове зниження вологості протягом 4–6 тижнів забезпечило 82,2 % приживлюваності після адаптації [16, с. 254–255].

З метою підвищення виходу адаптованих *in vivo* мікроклонів винограду низка дослідників рекомендує використання мінеральних субстратів. Застосування перліту, вермікуліту як у чистому вигляді, так і в поєднанні з кокосовим субстратом або торфом забезпечувало приживлюваність мікроклонів сортів «Pusa Navrang»,

«Hybrid 76-1», «Жемчуг Саба», «Julesky Muscat» [17, с. 2108], а також сорту «Піон» на рівні 85,0–90,0 % [18, с. 929–930].

Т. М. Черевата досліджувала адаптацію мікроклонів різних сортів винограду, які з добре сформованою кореневою системою висаджували у суміш іонітного субстрату «Біона» та цеоліту з поетапним відкриванням ємкостей, що забезпечило 92,0 % приживлюваності вже через 10 діб культивування в тепличних умовах [19].

Комплексний підхід до адаптації мікроклонів винограду запропоновано у роботі Н. М. Зеленянської. Автором розроблено три способи адаптації, що включали поступове зниження вологості в культуральних ємкостях, застосування анти-транспірантів, пересаджування рослин на різні органічні та мінеральні субстрати, поєднання етапів укорінення й адаптації безпосередньо в умовах *in vitro*. Приживлюваність мікроклонів винограду *in vivo* збільшувалась до 85,5–94,0 % [2].

Попри значну кількість наукових праць, присвячених адаптації мікроклонів винограду до умов *in vivo*, залишаються недостатньо вивченими питання впливу складу поживних середовищ *in vitro* на формування адаптивних ознак рослин та їх приживлюваність на етапі акліматизації, що й зумовило необхідність проведення даних досліджень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Методика дослідження. Робота проводилась у відділі розсадництва, розмноження та біотехнології винограду Національного наукового центру «Інституту виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова» НААН України протягом 2020–2022 рр.

Матеріалом для дослідження були мікроклони винограду сортів «Добриня», «Гарант», «Ярило» і «Загрей». Схема проведення дослідження: варіант 1 (контроль 1) – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП; варіант 2 (контроль 2) – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП; варіант 3 – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + Радіфарм 2,5 мл/л; варіант 4 – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП + Радіфарм 2,5 мл/л; варіант 5 – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + Clonex gel; варіант 6 – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП + Clonex gel; варіант 7 – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + агроперліт (1:1); варіант 8 – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП + агроперліт (1:1); варіант 9 – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + вермикуліт (1:1); варіант 10 – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП + вермикуліт (1:1); варіант 11 – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + (агроперліт + вермикуліт) (1:1:1); варіант 12 – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП + (агроперліт + вермикуліт) (1:1:1).

Роботи, пов'язані з розмноженням винограду *in vitro*, здійснювали в асептичних умовах ламінарних та культуральних боксів. Фізичні параметри культивування: температура 24–25 °С, 16-годинний фотоперіод, освітлення 2500–3000 люкс, вологість повітря 60–70 %.

Приживлювання мікроклонів винограду (%) визначали через 30, 60 та 90 діб культивування.

Результати дослідження та їх обговорення. Після проведення переадаптації в умовах *in vitro* мікроклони винограду висаджували у касети, заповнені сумішшю агроперліту та вермикуліту (1 : 1) і переносили до адаптаційної кімнати (умови не контрольовані). Безпосередньо після пересадки рослини накривали поліетиленовою плівкою, під якою вони знаходилися протягом чотирьох діб для забезпечення стабільної вологості та зменшення випаровування. Полив рослин проводили дистильованою водою, рослини додатково обробляли фунгіцидним препаратом Хорус. Починаючи з четвертої доби адаптації, плівку поступово привідкривали для збільшення доступу повітря та зниження рівня вологості (від 15 хв. до 60 хв.),

а надалі до 7 годин (з 8:00 до 15:00). Через тиждень після висадки, проводили полив розчином Мурагіе-Скуга, але без додавання сахарози та агару.

На 30 добу адаптації визначали кількість рослин, що збереглися після першого етапу адаптації.

Впродовж другого місяця культивування мікроклони винограду щоденно виносили до теплиці з природними умовами освітлення, температури та вологості, щоденно збільшуючи тривалість їх перебування (15 хв. – 6 год.). На 60 добу адаптації визначали кількість рослин, що збереглися після другого етапу загартування.

Впродовж третього місяця культивування рослини культивували в умовах теплиць і на 90 добу проводили остаточний облік приживлюваності адаптованих рослин.

Після першого місяця адаптації показники приживлюваності мікроклонів винограду, які культивували в умовах *in vitro* на стандартних поживних середовищах MS (контролі), дорівнювали для рослин сорту «Добриня» – 46,5 і 37,5 %, сорту «Гарант» – 53,5 і 49,0 %, сорту «Ярило» – 60,0 і 52,0 %, сорту «Загрей» – 57,0 і 47,5 % (рис. 1). Найбільшим показником приживлюваності характеризувалися мікроклони сьомого – 80,0 % («Добриня»), 96,0 % («Гарант»), 79,5 % («Ярило»), 75,0 % («Загрей»), дев'ятого – відповідно 85,5 %, 86,0 %, 81,0 %, 77,5 %, одинадцятого – 90,0 %, 87,5 %, 98,0 %, 94,0 % та дванадцятого варіантів – 80,0 %, 84,0 %, 80,0 %, 80,0 %. Це варіанти з додаванням структуруючих компонентів – агроперліту, вермикуліту та їх суміші до стандартного поживного середовища MS із вмістом фітогормонів – 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП. Порівняно з контролем показник приживлюваності мікроклонів винограду, у цих варіантах, збільшувався на 32,5–43,5 % (підщепні сорти), 18,0–38,0 % (технічні сорти) та на 16,0–17,2 %, на 12,4–14,1 % порівняно з іншими дослідними варіантами.

У варіантах, де до поживного середовища додавали агроперліт (восьмий варіант), вермикуліт (десятий варіант), де поживне середовище містило більшу кількість фітогормонів, приживлюваність мікроклонів також була більшою у порівнянні з контролем, але поступалася аналогічним варіантам з їх меншим вмістом. Так, для мікроклонів підщепних сортів цей показник дорівнював 76,0–81,5 %, для мікроклонів технічних сортів 64,0–75,0 %. Порівняно з контролем це на 16,5–39,5 % більше.

У варіантах, де до поживного середовища додавали препарат Радіфарм (третій, четвертий варіанти) приживлюваність мікроклонів також збільшувалася порівняно з контролем: для сорту «Добриня» до 54,5–60,0 % (що на 13,5–17,0 % більше від контрольних значень), для сорту «Гарант» до 55,0–68,0 % (що на 6,0–14,5 % більше контрольних значень). Слід зазначити, що для сорту «Ярило» дія препарату була найбільш вираженою: показник приживлюваності дорівнював 58,0–65,0 %, що на 5,0–6,0 % перевищувало контрольні значення. Для сорту «Загрей» показник приживлюваності збільшувався до 58,0–65,5 %, що перевищувало контрольні значення на 8,5–10,5 %. Подібна тенденція відзначалася у мікроклонів п'ятого і шостого варіантів після застосування препарату Clonex gel.

Мікроклони, які культивували на поживних середовищах із меншим вмістом фітогормонів (0,2 мг/л 6-БАП, 0,3 мг/л ІОК) краще приживалися в неконтрольованих умовах довкілля, порівняно з мікроклонами, які культивували на поживних середовищах із більшим вмістом фітогормонів (0,5 мг/л 6-БАП, 0,6 мг/л ІОК). Така перевага перебувала у межах 7,2–9,1 для мікроклонів підщепних, 8,5–9,1 для мікроклонів технічних сортів.

Після двох місяців адаптації показники приживлюваності мікроклонів винограду зменшувалися за всіма варіантами досліджень, що є закономірним для

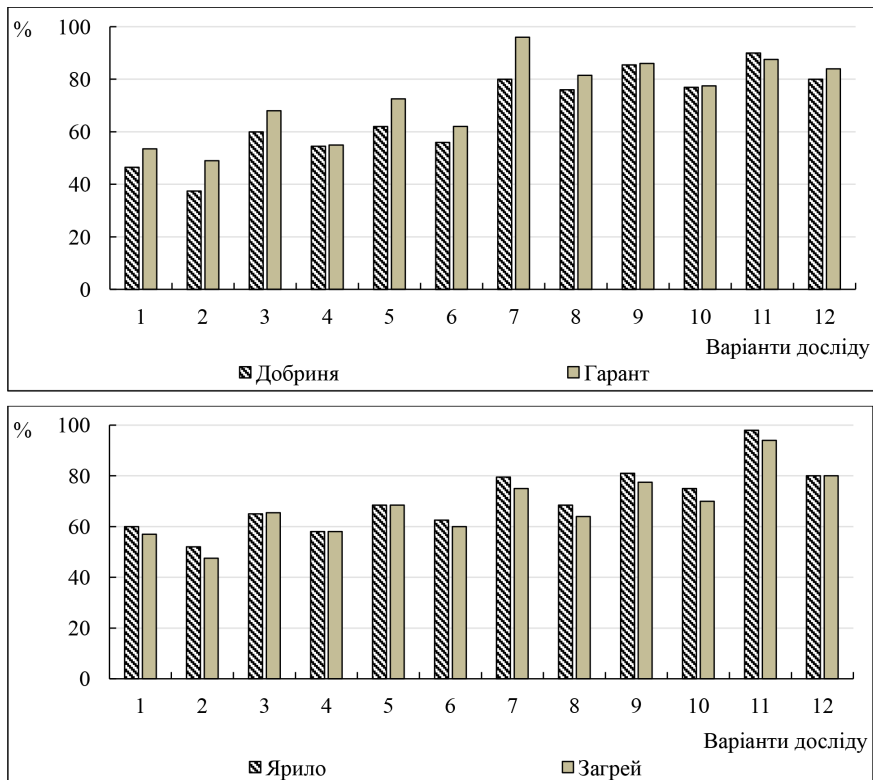


Рис. 1. Приживлюваність мікроклонів винограду в умовах *in vivo* через 30 днів культивування

періоду переходу рослин до умов *in vivo*. У контрольних варіантах рівень приживлюваності дорівнював 29,5–36,3 % для підщепних сортів та 29,5–40,0 %, для технічних сортів (рис. 2). Незважаючи на загальне зменшення цього показника, у ряді дослідних варіантів спостерігалось збереження високої життєздатності рослин.

Найкращі результати були характерні для варіантів, де мікроклони культивували на поживних середовищах із агроперлітом (сьомий варіант), вермикулітом (дев'ятий варіант) та сумішшю агроперліту і вермикуліту (одинадцятий, дванадцятий варіанти). У цих варіантах показник приживлюваності мікроклонів сорту «Добриня» дорівнював 72,0–84,5 %, мікроклонів сорту «Гарант» – 67,0–77,0 %, мікроклонів сорту «Ярило» – 70,0–85,5 %, мікроклонів сорту «Загрей» – 58,8–77,2 %. У порівнянні з контрольними значеннями він був більший на 30,7–48,5 % (підщепні сорти), та на 21,9–40,5 % (технічні сорти). У порівнянні з іншими дослідними варіантами цей показник збільшувався на 9,3–20,2 % і 9,3–10,5 %. З використанням структурованих поживних середовищ (восьмий, дев'ятий, десятий варіанти) показник приживлюваності був меншим, але достовірно відмінним від контролю.

Варіанти, де до складу поживних середовищ додавали препарат Радіфарм (третій, четвертий варіанти), приживлюваність мікроклонів була на рівні 47,0–52,0 % («Добриня», «Гарант»), 46,9–58,0 % («Ярило», «Загрей»), що на 14,0–18,0 % та на 17,4–18,0 % було більшими за контрольні показники. Позитивний вплив БАП

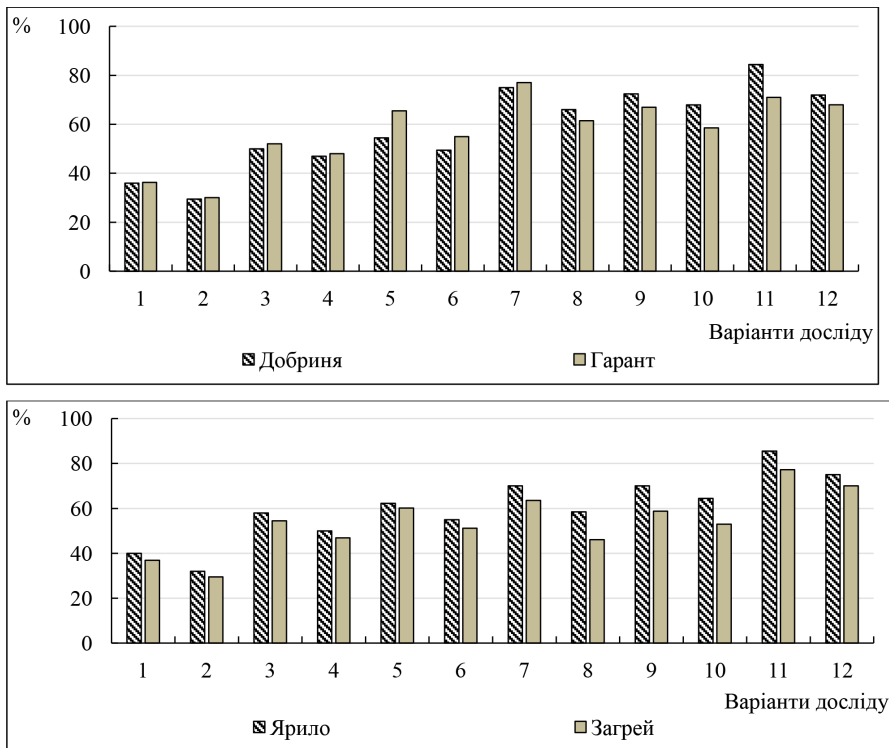


Рис. 2. Приживлюваність мікроклонів винограду в умовах *in vivo* через 60 діб культивування

також відмічено і в п'ятому, шостому варіантах. У підщепних сортів показник приживлюваності був на рівні 47,0–65,5 %, у технічних сортів – 51,2–62,3 %.

Мікроклони, які культивували на поживних середовищах із меншим вмістом фітогормонів (0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л 6-БАП) характеризувалися вищим рівнем приживлюваності і після двох місяців адаптації. У середньому їх приживлюваність перевищувала варіанти з підвищеним вмістом фітогормонів (0,5 мг/л 6-БАП, 0,6 мг/л ІОК) на 6,8–8,0 % для підщепних сортів і 8,5–9,1 % – для технічних сортів винограду.

Після трьох місяців адаптації мікроклонів винограду їх рівень приживлюваності *in vivo* знижувався, але у подальшому вже залишався постійним. За цей період, у першому та другому варіантах (контролі), показник приживлюваності мікроклонів винограду сортів «Добриня», «Гарант», «Ярило» і «Загрей» дорівнював 21,5–28,1 %, 25,5–28,5 %, 28,0–35,5 % і 25,0–28,5 % (рис. 3).

Найбільше було життєздатних мікроклонів винограду після культивування на MS + 0,3 мг/л ІОК + 0,3 мг/л ІОК + Clonex gel; MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + агроперліт (1:1); MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + вермікуліт (1:1); MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + (агроперліт + вермікуліт) (1:1:1); MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП + (агроперліт + вермікуліт) (1:1:1) (п'ятий, сьомий, дев'ятий, одинадцятий і дванадцятий варіанти).

У підщепних сортів приживлюваність мікроклонів дорівнювала 50,5–81,0 % («Добриня»), 58,5–74,0 % («Гарант»), у технічних сортів – 58,5–82,0 % («Ярило»),

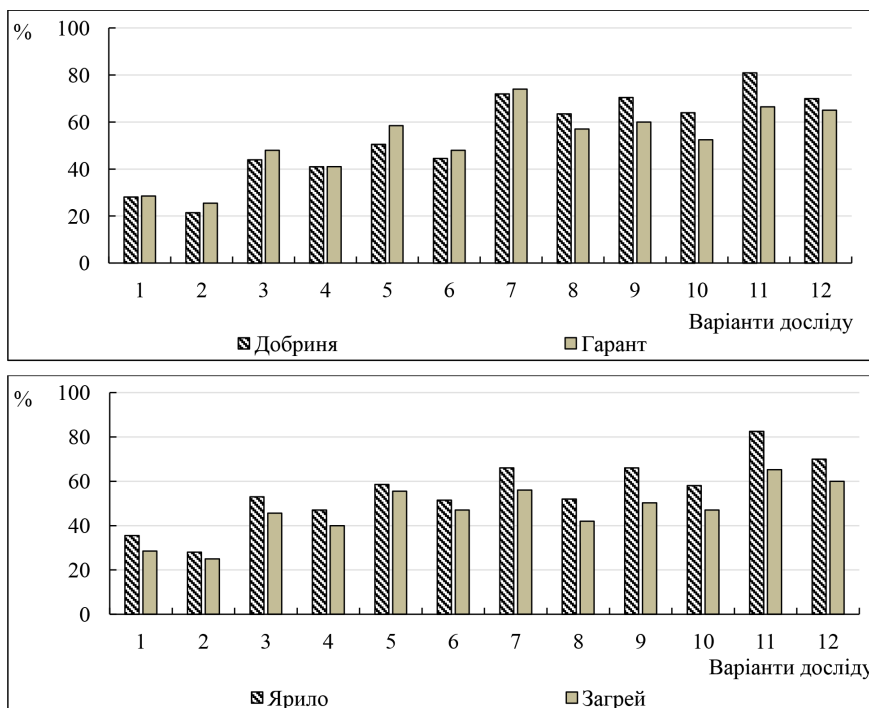


Рис. 3. Приживлюваність мікроклонів винограду в умовах *in vivo* через 90 діб культивування

50,3–65,2 % («Загрей»), при 24,8 % («Добриня»), 27,0 % («Гарант»), 31,8 % («Ярило») та 26,8 % («Загрей») у контрольних варіантах. У третьому і четвертому дослідних варіантах приживлюваність була на середньому рівні – 40,0–53,0 %, проте для всіх сортів вона була більшою, ніж у контролі. У п'ятому та шостому варіантах приживлюваність збільшувалася ще суттєвіше, як у підщепних, так і у технічних сортів, і знаходилась на рівні 44,5–58,5 %.

Висновки даного дослідження та перспективи подальшого розвитку в цьому напрямі.

1. Етап адаптації мікроклонів рослин після культивування *in vitro* є критичним для подальшого росту і розвитку мікроклонів винограду, оскільки саме в цей період відбувається поступова перебудова фізіологічних процесів: активується робота продигового апарату, інтенсифікується фотосинтез, формується кутикула, відновлюється водозатримувальна здатність клітин, що загалом визначає рівень приживлюваності рослин у неконтрольованих умовах. Як показують результати наших досліджень, приживлюваність мікроклонів винограду *in vivo* залежала від особливостей їх культивування в умовах культури *in vitro*.

2. Приживлюваність мікроклонів винограду суттєво залежала від складу поживних середовищ за умов культивування *in vitro*. Найбільші показники життєздатності протягом 30, 60 та 90 діб адаптації відмічено у варіантах зі структурними компонентами (агроперліт чи вермикуліт або їх суміші), які додавали до стандартного MS. У цих варіантах показники приживлюваності у 1,5–2,0 рази перевищували контроль. Використання агроперліту та суміші агроперліту з вермикулітом забезпечувало найкращі умови культивування, за яких зберігалася

80,0–98,0 % життєздатних мікроклонів через 30 діб та 65,0–82,5 % – через 90 діб адаптації.

Адаптаційна здатність мікроклонів винограду суттєво залежала і від фітогормонального складу поживного середовища. Найвищий рівень приживлюваності, на всіх етапах обліку рослини, був характерний для мікроклонів, які культивували на поживних середовищах із меншим вмістом фітогормонів (0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л 6-БАП). На 90-ту добу культивування *in vivo* цей показник перевищував контроль на 6,9–7,8 % для підщепних і на 6,7–9,2 % для технічних сортів. Застосування Радіфарму і Clonex gel підвищувало приживлюваність переважно на початковому етапі адаптації, особливо у сортів «Ярило» та «Загрей», однак у подальші строки ця закономірність не зберігалася.

Перспективним напрямом подальших досліджень є вивчення особливостей розвитку продигового апарату нижнього епідермісу листових пластинок адаптованих мікроклонів, оскільки саме стан продигового апарату визначає інтенсивність випаровування води рослинами та рівень їх транспірації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Медведєва Т. В. Проблеми акліматизації культивованих *in vitro* рослин. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2008. Т. 40. № 4. С. 299–309.
2. Зеленянська Н. М. Наукове обґрунтування та розробка сучасної технології вирощування садивного матеріалу винограду: дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.08. Одеса, 2015. 642 с.
3. Leite M. S., Furtado-Pinto T. E., Rabelo-Centofante A., Rubio-Neto A., Guimaraes-Silva F., Goncalves-Selari P. J. R., Martins P. F. Acclimatization of *Pouteria gardenieriana* Radlk micropropagated plantlets: role of *in vitro* rooting and plant growth-promoting bacteria. *Current Plant Biology*. 2021. Vol. 27 27:100209.
4. Silva A. L. L., Oliveira Y., Costa J. L., Scheidt G. N., Carvalho D. C., Santos J. D., Guerra E. P. Pré-aclimatização e aclimatização em cultivo hidropônico de plantas micropropagadas de *Eucalyptus saligna* Sm. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*. 2011. Vol. 9, No. 2. P. 179–184.
5. Колісник Х. М. Розробка біотехнологічних підходів до підвищення адаптивного потенціалу рідкісних видів роду *Carlina* L. *in vitro*: дис. ... д-ра філософії : 091. Тернопіль, 2025. 176 с.
6. Таланкова-Середа Т. Є., Коломієць Ю. В., Григорюк І. П. Клональне мікро-розмноження сортів м'яти перцевої (*Mentha piperita*) української селекції. *Біотехнологія та безпека*. 2016. № 2(31). С. 50–56.
7. Manushkina T. M., Kovalenko O. A., Khomut V. P., Kolomiets N. P. Clonal micropropagation of *Paulownia in vitro*. *Аграрні інновації*. 2023. Вип. 17. С. 173–177. DOI: <https://doi.org/10.32848/аграр.innov.2023.17.24>
8. Jofre-Garfias A. E., Vazquez-Sanchez M. N., Hernandez-Razo A. R., Davalos-Gonzalez P. A. Production and acclimatization of *in vitro* produced strawberry plants. *Acta Horticulturae*. 2006. Vol. 727. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.727.5>
9. Teixeira da Silva J. A., Hossain M. M., Sharma M., Dobránszki J., Cardoso J. C., Songjun Z. Acclimatization of *in vitro*-derived *Dendrobium*. *Horticultural Plant Journal*. 2017. Vol. 3, No. 3. P. 110–124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2017.07.009>
10. Подгаєцький А. А. Особливості мікроклонального розмноження видів рослин : монографія / А. А. Подгаєцький, В. В. Мацкевич, А. А. Подгаєцький. Біла Церква : БНАУ, 2018. 209 с.
11. Rehana S., Ahmed F. Y. H., Zeba N., Husna A. Effect of sunlight and artificial light on micropropagation of potato (*Solanum tuberosum* L.) plantlets. *Archives of Agriculture and Environmental Science*. 2018. Vol. 3, No. 2. P. 151–156. DOI:10.26832/24566632.2018.030208

12. Jo E.-A., Tewari R. K., Hahn E.-J., Paek K. Y. Effect of photoperiod and light intensity on *in vitro* propagation of *Alocasia amazonica*. *Plant Biotechnology Reports*. 2008. Vol. 2, No. 3. P. 207–212. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11816-008-0063-6>
13. Miler N., Zalewska M. The influence of light colour on micropropagation of *Chrysanthemum*. *Acta Horticulturae*. 2006. Vol. 725, No. 1. P. 347–350.
14. Титаренко Н. В., Теслюк Н. І., Іваниця В. О. Вплив актинобактерій на адаптацію до умов *ex vitro* та ріст мікроклонованих рослин *Rubus fruticosus* L. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2023. Т. 1, № 57. С. 24–33. DOI: [https://doi.org/10.18524/2307-4663.2023.1\(57\).276078](https://doi.org/10.18524/2307-4663.2023.1(57).276078)
15. Bettoni J. C., Costa M. D., Gardin J. P. P., Kretzchmar A. A., Souza J. A. *In vitro* propagation of grapevine cultivars with potential for South of Brazil. *American Journal of Plant Sciences*. 2015. Vol. 6. P. 1806–1815. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.611181>
16. Melyan G., Sahakyan A., Harutyunyan A. Micropropagation of grapevine (*Vitis vinifera* L.) seedless cultivar ‘Parvana’ through lateral bud development. *Vitis*. 2015. Vol. 54 (Special Issue). P. 253–255.
17. Dev R., Singh S. K., Dayal V., Kumar K., Singh T. Standardization of *in vitro* hardening strategies for tissue cultured wine grape (*Vitis vinifera* L.) genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2019. Vol. 8, No. 2. P. 2108–2117. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.244>
18. Yang X., Pei Q., He S., Lu M., Jia H. Pi’ao ni putao butong jizhi zaifei tiaojian xia de shengzhang yu guoshi pinzhi fenxi. *Zhejiang Nongye Xuebao*. 2014. Vol. 26, No. 4. P. 929–932.
19. Черевата Т. М. Розробка і оптимізація прийомів клонального мікророзмноження для виробництва садивного матеріалу винограду: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.08. Одеса, 2006. 22 с.

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026