

<https://doi.org/10.15407/frg2026.01.054>

УДК 634.19:578.53

ТЕХНОЛОГІЯ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ *ARONIA MELANOCARPA* СОРТУ GALICJANKA

Т.А. НАТАЛЬЧУК, Т.В. МЕДВЕДЄВА, Н.О. ЯРЕМКО, К.М. УДОВИЧЕНКО

*Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України
03027 Київ, вул. Садова, 23
e-mail: Natalchuk_tetiana@ukr.net*

Розроблено технологію мікроклонального розмноження *Aronia melanocarpa* сорту Galicjanka з визначенням оптимальних умов введення в культуру *in vitro*, проліферації, укорінення, адаптації та дорощування контейнерної продукції. Встановлено, що вихідний матеріал для введення аронії в культуру *in vitro* рекомендовано відбирати з пророщених у контрольованих умовах рослин у першій—другій декаді березня, використовуючи молоді зелені пагони розміром 1—1,5 см. На етапі введення в культуру *in vitro* досліджено три режими стерилізації та чотири типи поживних середовищ. Оптимальними для введення в культуру виявилось застосування 0,1 %-го розчину хлориду ртуті з експозицією 2 хв 30 с та середовище $\frac{1}{2}$ MS із додаванням 0,2 мг/л 6-бензиламінопурину (БАП), що дало змогу отримати 100 % стерильних регенеруючих експлантатів. Найефективнішими для проліферації виявилися поживні середовища: MS, Quorin&Lepoivre (QL), MS + етилендіаміндігідроксифенілацетат заліза (Fe-EDDHA, 100 мг/л), MS + мікросолі та вітаміни за Lee-Fossard (LF). Найвищий коефіцієнт розмноження 5,72 отримано на середовищі MS, доповненому 0,5 мг/л БАП. Середня висота мікропагонів за цих умов становила 2,3 см. Встановлено, що укорінення мікропагонів на рівні 95 % можливе без додаткової стимуляції ауксинами. Водночас додавання індолілмасляної кислоти у концентрації 0,3 мг/л підвищує ефективність укорінення до 100 % та покращує кількісні показники кореневої системи (в середньому на одну рослину утворюється 5 коренів першого порядку з довжиною 3,4 см, а також формуються розгалужені корені другого порядку — 8 шт/рослину). Адаптацію аронії рекомендовано проводити на кокосовому субстраті — ефективність становить 92 %. Дорощування контейнерної продукції рекомендується проводити з використанням дво- і трикомпонентних сумішей, що містять у своєму складі перліт.

Ключові слова: *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott, *in vitro*, цитокініни, ауксини, *ex vitro*, мікроклональне розмноження, адаптація

Аронія чорноплідна (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) — кушова, листопадна, дрібноплідна багаторічна культура, яка походить з Північної Америки. Її широко культивують у багатьох країнах світу заради плодів, які вирізняються надзвичайно високим вмістом біофла-

Цитування: Натальчук Т.А., Медведєва Т.В., Яремко Н.О., Удовиченко К.М. Технологія мікроклонального розмноження *Aronia melanocarpa* сорту Galicjanka. *Фізіологія рослин і генетика*. 2026. 58, № 1. С. 54—69. <https://doi.org/10.15407/frg2026.01.054>

This is open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

воноїдів, що зумовлює їхні лікувально-профілактичні властивості, також їх використовують як натуральний барвник та ароматизатор в харчовій промисловості [1]. Рослина досить довговічна, має високу толерантність до умов навколишнього середовища, що дає змогу вирощувати її в широкому спектрі ґрунтово-кліматичних умов [2] і використовувати не лише як плодіву, а й декоративну культуру [3].

У країнах Європи аронія чорноплідна набула значного промислового поширення, насамперед у Польщі, яка є світовим лідером з виробництва плодів цієї культури [4]. Найпоширенішими сортами в європейському садівництві є Nero, Viking, Galicjanka, Melrom, Hygin, Aron [5, 6]. Ґрунтово-кліматичні умови України є близькими до умов Центральної та Східної Європи, що створює передумови для успішного вирощування аронії та розширення площ її насаджень. Водночас в Україні дана культура залишається нішевою, попри доведену економічну рентабельність виробництва плодів як у свіжому, так і сушеному чи замороженому вигляді. Також досить високий економічний потенціал має перероблення сушених плодів у порошкоподібний стан. Порошки з плодів аронії чорноплідної можна використовувати для виробництва чаїв, настоянок, напоїв, їх можна купажувати з іншими порошками і використовувати як наповнювачі для виробництва продукції лікувально-профілактичного призначення і сировину для випуску окремих лікарських засобів [7, 8].

З огляду на попит функціональних продуктів харчування та фітосировини, вирощування аронії має значний потенціал як для внутрішнього ринку, так і для експорту. Одним зі стримувальних чинників розширення насаджень аронії в Україні є обмежена доступність якісного садивного матеріалу сучасних європейських сортів, а також його висока вартість. Традиційні вегетативні способи розмноження кореневою порослю, відсадками, зеленими живцями та щепленням мають низку обмежень [9]. Ефективність залежить значною мірою від віку маточних рослин, сезонності заготівлі живців, фізіологічного стану рослин та рівня ураження інфекціями. Крім того, для цінних сортів, зокрема нових форм, вихідного матеріалу часто недостатньо, що істотно звужує можливості їх швидкого впровадження у виробництво [10].

У зв'язку з цим перспективним напрямом є використання технології мікроклонального розмноження, яка дає змогу в короткі строки, маючи обмежену кількість вихідного матеріалу, отримати велику кількість генетично однорідного та високоякісного садивного матеріалу.

Питанням культивування аронії *in vitro* присвячено низку зарубіжних досліджень, у яких вивчали вплив регуляторів росту, типу та складу поживного середовища, а також умов культивування на процеси проліферації й укорінення різних сортів аронії чорноплідної [6, 11–14]. Накопичений досвід свідчить, що універсальної технології, яка придатна для всіх або навіть однієї групи рослин, немає. Поживні середовища та умови культивування, як і тип мікроклонального розмноження для кожного виду, а часто і для конкретного генотипу, підбирають дослідним шляхом.

Тому метою наших досліджень було розроблення технології мікроклонального розмноження затребуваного сорту аронії чорноплідної Galicjanka для швидкого промислового отримання якісного садивного матеріалу.

Методика

Досліди проводили упродовж 2023—2024 рр. у відділі вірусології, оздоровлення та розмноження плодових і ягідних культур Інституту садівництва НААН України. Об'єктом досліджень був сорт аронії чорноплідної Galicjanka. Це — сорт польської селекції, особливістю якого є ранній перехід до плодоношення і висока врожайність, зумовлена величиною ягід (1,2—1,5 г). Культура має також декоративне значення завдяки темно-зеленим листкам, які восени набувають фіолетового і червоного забарвлення. Для сорту властива невибагливість до ґрунтів, стійкість до шкідників і грибних захворювань, добра приживлюваність після пересадки і висока морозостійкість [15].

Дослідження включали такі етапи: введення в культуру *in vitro*; розмноження *in vitro*; індукція ризогенезу; акліматизація та дорощування.

Введення в культуру in vitro. Експлантати для введення в культуру *in vitro* відбирали з маточних рослин за відповідністю до помологічних ознак сорту, відсутністю симптомів бактеріальних і вірусних хвороб та карантинних об'єктів. Використовували зелені пагони, які вилучали з маточних рослин у першій декаді березня.

Вилучені пагони нарізали на сегменти 1—1,5 см завдовжки та промивали проточною водою, після чого занурювали у 0,25 %-й розчин гіпохлориту натрію на 20 хв. Отримані експлантати стерилізували 0,1 %-м розчином хлориду ртуті (HgCl_2) використовуючи три варіанти: 30 с 70 %-й етанол + 2 хв 30 с HgCl_2 ; 30 с 70 %-й етанол + 3 хв HgCl_2 ; 30 с 70 %-й етанол + 4 хв HgCl_2 .

Оброблений рослинний матеріал промивали дистильованою водою і висаджували на поживні середовища для введення в культуру *in vitro*, MS [16] повної та половинної концентрації, QL [17] та Almehti&Parfitt (AP) [18], що містили БАП у концентрації 0,2 мг/л. Середовища стерилізували автоклавуванням за температури 120 °С і тиску 1 бар упродовж 20 хв.

Спостереження за реалізацією морфогенного потенціалу проводили щотижня. У кожному із варіантів визначали ефективність стерилізації обліком стерильних (життєздатних і некротичних) та інфікованих експлантатів (як співставлення кількості стерильних/інфікованих експлантатів до загальної кількості експлантатів, виражену у відсотках).

Мікроклональне розмноження. Наступним етапом дослідження було визначення оптимального поживного середовища для розмноження аронії. Варіанти підбирали, з огляду на аналіз робіт попередніх дослідників, які займалися вивченням даної культури. Схема досліджень містила такі варіанти: 1) MS; 2) $\frac{1}{2}$ MS; 3) MS модифіко-

ване для розмноження кісточкових культур (MS1) [19]; 4) MS + Fe-EDDHA (100 мг/л) (MS2); 5) MS + подвійна концентрація FeNaEDTA (MS3); 6) LF [20]; 7) MS + мікросолі та вітаміни за LF (MS+LF); 8) Lloyd&McCown (WPM) [21]; 9) AP; 10) QL.

Кожен варіант із середовищем було закладено у трьох повтореннях по 10 мікропагонів. Спостереження проводили через чотири тижні культивування. Коефіцієнт розмноження розраховували за співвідношенням між кількістю пагонів, регенерованих на один експлантат, та кількістю пагонів у кожній субкультури для кожного поживного середовища, що використовувалося для мікроклонального розмноження.

Дослідження впливу типу та концентрації цитокініну на пагоноутворювальну здатність. Для досліджень застосовували наступні цитокініни: БАП, кінетин (Кн) та тидіазурон (ТДЗ) з досить широким діапазоном концентрацій. БАП та Кн — 0,2; 0,5; 1,0; 2,0 і 3,0 мг/л. Для Кн додатково включали в схему варіанти 5,0; 7,0 та 10,0 мг/л. Концентрація ТДЗ у схемі досліджень становила 0,05 мг/л. Контролем слугувало середовище MS без регуляторів росту. Для кожного варіанта було використано 18 рослин, по 6 у кожен окрему культуральну посудину. Пагоноутворювальну здатність та висоту рослин визначали через 35 днів культивування.

Індукція ризогенезу. Для індукції ризогенезу виконували серію дослідів на основі середовища MS. Випробовували різні типи та концентрації ауксинів в якості індукторів ризогенезу: індолілмасляна кислота (ІМК), альфа-нафтилоцтова кислота (НОК) та індол-3-оцтова кислота (ІОК) в концентраціях 0,3, 0,5 і 0,7 мг/л. Контролем слугувало середовище MS, яке не містило жодних регуляторів росту. Для кожного варіанта використовували 30 рослин, по 10 в окрему культуральну посудину. Перші зачатки коренів почали з'являтися через 14 днів. Через 45 днів культивування фіксували кількість укорінених мікропагонів, середню кількість та довжину адвентивних коренів, утворених на пагонах рослин.

Адаптація та дорощування. Вкорінені пагони, що досягли розміру 2 см і більше, адаптували до умов *ex vitro* з початку квітня в теплиці на торф'ї «Domoflor», який змішували в різних об'ємах з піском та перлітом. Дослід включав наступні варіанти: торф (контроль); торф : перліт : пісок (2 : 1 : 1); торф : пісок (3 : 1); торф : перліт (3 : 1); кокосовий субстрат. Через два місяці визначали біометричні показники росту та розвитку рослин залежно від варіантів.

Для підтримання високого рівня вологості (до 90—100 %) касети з висадженими рослинами накривали прозорими пластиковими кришками, які поступово відкривали, починаючи з другого тижня культивування. Температуру в теплиці підтримували в межах 18—24 °С.

Статистична обробка даних. Статистичну обробку експериментальних даних проводили методом дисперсійно-кореляційного аналізу (ANOVA). Вірогідність різниці між середніми значеннями оці-

новали за критерієм найменшої істотної різниці (НІР) за рівня значущості $p < 0,05$.

Результати та обговорення

Введення в культуру in vitro. При введенні в культуру *in vitro* аронії всі використані режими стерилізації були ефективними та дали змогу отримати 100 %-й стерильний матеріал. Зокрема, застосована схема стерилізації на 43 % перевищувала ефективність ініціації сорту Galicjanka, описану для аналогічного вихідного матеріалу, де використовували розчин відбілювача АС 80 % упродовж 20 хв (57 %) [22]. Водночас встановлено, що збільшення тривалості експозиції стерилізувального агента негативно впливало на пагоноутворювальну здатність. Так, за режимів 2 хв 30 с і 3 хв на стерильних експлантах мікропагони розвивалися на всіх використаних середовищах. Подовження експозиції до 4 хв призводило до зниження кількості новоутворених мікропагонів на середовищі QL на 2 %, а на середовищі MS — аж на 50 %.

Биометричні показники мікропагонів аронії різнилися залежно від культивацийного середовища (рис. 1). Так, найбільшу їх висоту фіксували на середовищі QL (3—4 см); листки більшого розміру формувалися на середовищі MS повної та половинної концентрації; найвищий коефіцієнт розмноження зафіксовано на середовищі AP (3,0).

Мікроклональне розмноження. Дослідження з підбору поживного середовища для індукції органогенезу аронії сорту Galicjanka показали, що з десяти випробуваних варіантів виділяються середовища MS, QL, MS2 та MS+LF (рис. 2). Найвищий коефіцієнт розмноження 3,9 отримано на середовищі MS (табл. 1, рис. 2). Дещо нижчий показник зафіксовано на середовищі QL (3,8). На середовищах MS2 та MS+LF коефіцієнт розмноження статистично не відрізнявся — 3,2 і 3,1 відповідно.

Водночас середовище QL забезпечувало кращі морфологічні характеристики рослин. Мікропагони досягали висоти 3,0 см, що пере-

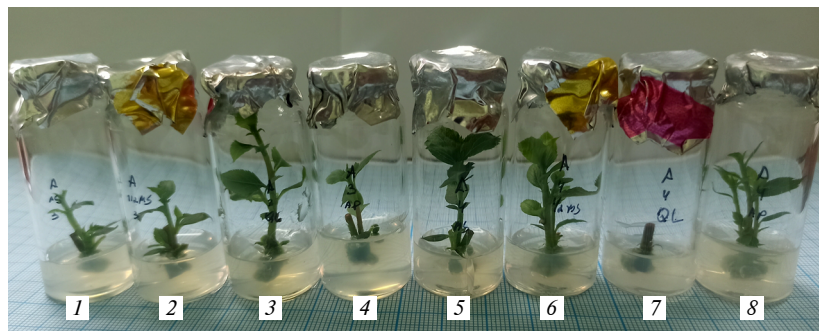


Рис. 1. Регенерація аронії сорту Galicjanka залежно від культивацийного середовища і тривалості експозиції в стерилізувальному розчині:

1, 5 — середовище MS; 2, 6 — середовище ½ MS; 3, 7 — середовище QL; 4, 8 — середовище AP; 1—4 — режим стерилізації 30 с 70 %-й етанол + 3 хв сулема; 5—8 — режим стерилізації 30 с 70 %-й етанол + 4 хв сулема

ТАБЛИЦЯ 1. Проліферація аронії сорту *Galicjanka* залежно від середовища культивування

№	Варіант середовища	Коефіцієнт розмноження	Висота рослин, см
1	MS	3,9±0,8	1,7±0,06
2	½ MS	2,5±0,47	1,5±0,15
3	MS1	2,1±0,24	1,0±0,03
4	MS2	3,2±0,23	1,3±0,03
5	MS3	2,0±0,12	1,2±0,06
6	LF	2,9±0,12	1,6±0,03
7	MS+LF	3,1±0,18	2,1±0,09
8	WPM	1,9±0,06	2,0±0,04
9	AP	3,0±0,12	1,5±0,06
10	QL	3,8±0,15	3,0±0,09
НІР ₀₅		0,97	0,21

вищувало показники інших варіантів у 1,4–3 рази (табл. 1) та мали добре розвинений листковий апарат.

На середовищі WPM отримано найнижчий показник ефективності пагоноутворювальної здатності — 1,9. Хоча в літературі це середовище рекомендоване для культивування аронії та забезпечує коефіцієнт розмноження на рівні 4,3–8,3 з висотою рослин 4,3–6,5 см [22–24], за нашими даними воно не сприяло проліферації. Разом з тим, WPM позитивно впливало на висоту пагонів (2,0–2,7 см), а утворені конгломерати мали потовщені стебла (рис. 2).

Вплив типу та концентрації цитокініну на пагоноутворення. Нами встановлено, що для проліферації і отримання найбільшої кількості придатних для подальшого культивування рослин аронії сорту *Galicjanka* оптимальним є варіант з додаванням 0,5 мг/л БАП, що забезпечує коефіцієнт розмноження 5,72 з середньою висотою мікропагонів 2,3 см (табл. 2, рис. 3).

Підвищення концентрації БАП до 1 мг/л супроводжувалося збільшенням кількості отриманих мікропагонів до 6,28, але при цьому погіршувалась загальна їх якість та знижувалась висота рослин на 0,61 см і становила 1,71 см. Подальше підвищення концентрації до 2 і 3 мг/л забезпечувало зростання коефіцієнта розмноження до 8,50 і 10,06 відповідно, проте висота рослин знижувалась до 1,43–1,15 см та істотно погіршувалась морфологічна якість експлантатів (рис. 4, варіанти 6, 7).



Рис. 2. Зовнішній вигляд аронії залежно від середовища культивування:

1 — MS; 4 — MS2; 7 — MS+LF; 8 — WPM; 10 — QL

Відомо, що для культивування рослин аронії можна використовувати досить широкий діапазон концентрацій БАП від 0,5 до 5 мг/л [9, 25–28]. Зокрема, подібні до наших результати отримано для двох видів аронії — *A. arbutifolia* та *A. melanocarpa*, де найвищий коефіцієнт розмноження (8,8 і 5,6) спостерігався за використання БАП у концентрації 0,5–1,0 мг/л [29], інші автори відзначали оптимальну концентрацію 2,0 мг/л для сорту Viking (64,0) [14], а для сорту Nero — 1,0 мг/л (4,7) [30].

Використання кінетину у досліджених концентраціях мало низьку стимулювальну дію, збільшення коефіцієнта розмноження спостерігали лише за підвищених концентрацій — 7,0 і 10,0 мг/л (табл. 2). Водночас із підвищенням концентрації відзначали поступове збільшення висоти пагонів. Так, при добавлянні 0,2 мг/л висота становила 2,12 см і зростала до 3,12 см за максимальної концентрації 10 мг/л (рис. 3). Також відзначено, що за нижчих концентрацій 0,2–0,5 мг/л спостерігали утворення коренів (рис. 4, варіанти 8, 9), що свідчить про зміну регуляторного балансу в бік ризогенезу.

Проведений кореляційний аналіз підтвердив залежність між концентрацією цитокінінів та показниками проліферації. Для БАП встановлено прямий сильний зв'язок між концентрацією і кількістю пагонів ($r = 0,982$) та помірний ($r = 0,394$) зв'язок з їх висотою. За використання Кн виявлено позитивні сильні кореляційні зв'язки між показниками ($r = 0,832$ і $r = 0,720$). Отже, дані кореляційного аналізу статистично підтверджують отримані нами результати, які вказують, що використання БАП в якості регулятора росту сприяє кращій пагоноутворювальній здатності аронії чорноплідної, а високий коефіцієнт

ТАБЛИЦЯ 2. Вплив тину цитокініну на пагоноутворювальну здатність

Цитокінін, мг/л	Кількість пагонів
Контроль	1,00
0,2 БАП	3,94
0,5 БАП	5,72
1,0 БАП	6,28
2,0 БАП	8,50
3,0 БАП	10,06
0,2 Кінетин	1,00
0,5 Кінетин	1,00
1,0 Кінетин	1,00
2,0 Кінетин	1,00
3,0 Кінетин	1,00
5,0 Кінетин	1,1
7,0 Кінетин	1,3
10,0 Кінетин	2,6
0,05 ТДЗ	4,56
НІР ₀₅	1,63

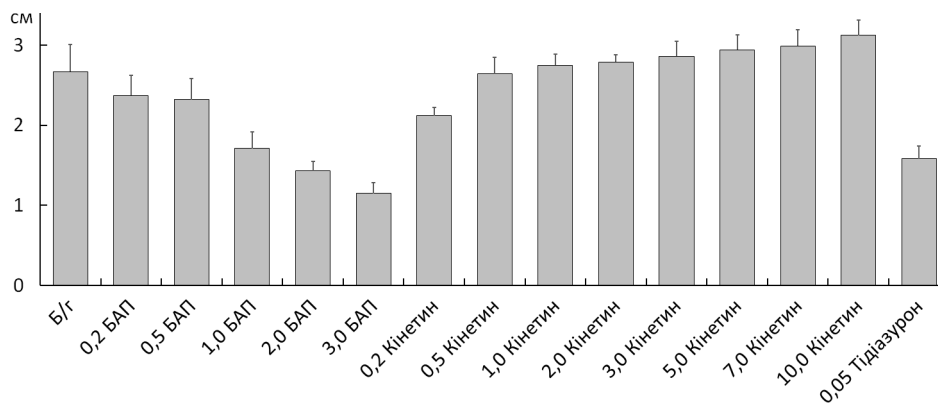


Рис. 3. Висота експлантатів аронії залежно від концентрації цитокініну



Рис. 4. Зовнішній вигляд рослин аронії залежно від типу та концентрації цитокиніну: 1 – контроль; 2 – 0,2 БАП; 3 – 0,5 БАП; 4 – 1,0 БАП; 5 – 2,0 БАП; 6 – 3,0 БАП; 7 – 0,2 кінетин; 8 – 0,5 кінетин; 9 – 1,0 кінетин; 10 – 2,0 кінетин; 11 – 3,0 кінетин; 12 – 0,05 ТДЗ

ент детермінації свідчить, що варіювання кількості утворених пагонів на 96,5 % визначається варіюванням концентрації цитокиніну.

Використання ТДЗ у концентрації 0,05 мг/л дало змогу отримати коефіцієнт розмноження 4,56, але при цьому висота рослин коливалась в межах 1–2,2 см (табл. 2, рис. 3). Конгломерати формувались з дрібних та не здатних до самостійного подальшого культивування мікропагонів, які потрібно було розсаджувати по 2–3 разом для подальшого дорощування. Вплив ТДЗ на висоту отриманих пагонів при розмноженні *in vitro* аронії описує низка авторів, які також вказують, що за його використання кількість отриманих пагонів висока, але якість їх низька [31]. Надлишок ТДЗ може призводити до вітрифікації, хлорозу та пригнічення процесів росту в рослин-регенерантів [32]. Проте й використання БАП у підвищених концентраціях (5 мг/л) у поєднанні з 3 % цукрози також спричинює вітрифікацію рослин, що було продемонстровано на сорті аронії Negro [25].

Отже, оптимізація складу середовища для конкретного генотипу має принципове значення, оскільки навіть у межах одного виду реакція рослин на цитокиніни може бути різною [33]. Хоча існують дослідження щодо використання цитокинінів природного походження: зеатин, ізопентеніладенін (2-іР), мета-тополін (mТ), 6-(3-гідроксисбензиламіно)-9-(тетрагідропіран-2-іл)пурин (mТТНР), однак їх ви-

ТАБЛИЦЯ 3. Вплив ауксинів на індукцію ризогенезу аронії сорту *Galicjanka*

Варіант досліду	Ефективність укорінення, %	Кількість коренів, шт/експлантат		Довжина коренів, см	
		першого порядку	другого порядку	першого порядку	другого порядку
Контроль	95	3,0±0,58	2,0±0,24	1,5±0,18	0,2±0,04
MS+НОК 0,3 мг/л	100	3,0±0,30	4,4±0,23	5,1±0,33	2,8±0,36
MS+НОК 0,5 мг/л	90	3,8±0,43	6,5±0,12	9,6±1,39	3,2±0,31
MS+НОК 0,7 мг/л	90	3,0±0,48	7,0±0,12	7,3±0,32	0,6±0,18
MS+ІОК 0,3 мг/л	95	4,4±0,15	6,3±0,15	5,6±0,24	1,8±0,21
MS+ІОК 0,5 мг/л	100	4,0±0,33	6,0±0,12	4,5±0,03	0,5±0,15
MS+ІОК 0,7 мг/л	90	3,4±0,20	3,2±0,09	3,4±0,43	0,6±0,18
MS+ІМК 0,3 мг/л	100	5,0±0,15	8,0±0,12	3,4±0,20	0,5±0,19
MS+ІМК 0,5 мг/л	90	4,0±0,12	6,0±0,09	3,2±0,26	0,4±0,20
MS+ІМК 0,7 мг/л	95	3,0±0,35	10,0±0,12	2,6±0,19	1,2±0,20
НІР ₀₅	—	0,79	0,39	0,34	0,24

користання обмежене високою вартістю [34]. У цьому контексті використання БАП має свої переваги завдяки більшій стабільності й стійкості до окиснення порівняно з іншими цитокінінами, а також меншій вартості та більшій доступності [35].

Індукція ризогенезу. В результаті досліджень встановлено, що всі використані у досліді ауксини достатньою мірою сприяли процесу укорінення аронії з ефективністю на рівні 90-100 % (табл. 3). Навіть на безгормональному середовищі (контроль) відсоток укорінення становив 95 %, але якість кореневої системи поступалася варіантам із додаванням ауксинів.

Детальний аналіз якості утвореної кореневої системи показав, що при використанні ІМК кількість та довжина коренів мають показники, які істотно перевершують отримані при використанні інших ауксинів. Найефективніше процес укорінення стимулювала ІМК в концентрації 0,3 мг/л — 100 %, що дає змогу отримати в середньому по 5 коренів першого порядку з довжиною 3,4 см, а також досить розгалужені корені другого порядку — 8 шт/рослину середньою довжиною 0,5 см. Підвищення концентрації ІМК до 0,5—0,7 мг/л знижувало ефективність укорінення до 90—95 %, проте сприяло певному покращенню якості кореневої системи. Відзначали незначне збільшення коренів другого порядку при використанні 0,7 мг/л ІМК до 10 шт/рослину середньою довжиною 1,2 см. Проте з економічної точки зору застосування вищих концентрацій ІМК призводить лише до здорожчання кінцевої продукції, але не дає статистично значимого підвищення ефективності укорінення.

Кореляційний аналіз підтверджує сильний прямий зв'язок між концентрацією ІМК і довжиною коренів другого порядку ($r = 0,803$) та помірний з кількістю коренів ($r = 0,500$), а також помірний зворотний зв'язок ($r = -0,500$) з ефективністю укорінення.

Отримані нами результати суперечать даним роботи [23], де оптимальне укорінення отримано при добавлянні у середовище 3,0 мг/л ІМК, проте укорінення було здійснено на середовищі ½WPM. У наших дослідженнях дане середовище не забезпечувало оптимального росту і розвитку рослин аронії. Водночас Sivanesan та співавт. [36] у своїх дослідженнях рекомендують використовувати ІМК у концентрації 1,0 мг/л на середовищі ½ MS, що забезпечує ефективність на рівні 100 %.

Використання НОК порівняно з ІМК стимулювало утворення більшої довжини коренів як першого, так і другого порядків, незалежно від концентрації. Так, концентрація 0,3 мг/л НОК забезпечувала 100 % укорінення рослин аронії, довжина коренів першого порядку становила 5,1 см, а другого — 2,8 см, тоді як за аналогічної концентрації ІМК ці показники були менші (1,7 см та 2,5 см, відповідно). Отже, використання НОК незалежно від концентрації сприяло збільшенню довжини коренів, але кількість коренів була менша.

За дослідження впливу низки концентрацій НОК на укорінення та якісні показники кореневої системи встановлено, що із збільшенням концентрації знижується ефективність укорінення та деякі якісні показники. Дане твердження має підґрунтя на основі проведеної множинної кореляції, де доведено, що між концентрацією НОК та ефективністю укорінення і довжиною коренів другого порядку існує сильний зворотний зв'язок ($r = -0,866$ і $r = -0,786$), а з кількістю коренів першого і другого порядків підтверджено прямий дуже сильний зв'язок ($r = 0,996$ і $r = 0,942$) та помірний ($r = 0,489$) з довжиною коренів першого порядку.

Використання ІОК також забезпечує ефективність укорінення 90—100 %, але якість кореневої системи як за кількістю, так і довжиною коренів поступається іншим досліджуваним ауксином. Кореляційний аналіз засвідчив дуже сильні зворотні зв'язки між концентрацією ІОК та кількістю коренів першого ($r = -0,993$) і другого порядків ($r = -0,907$) та сильні зворотні зв'язки з їх довжиною ($r = -0,878$ і $r = -0,829$).

Адаптація та дорощування. На етапі адаптації встановлено, що використання однокомпонентного субстрату торфу для аронії сорту Galicjanka є найменш ефективним, кількість адаптованих рослин становила 78 % (табл. 4).

ТАБЛИЦЯ 4. Ефективність адаптації залежно від субстрату, %

Варіант	Ефективність
Торф (контроль)	78
Торф : перліт : пісок (2 : 1 : 1)	82
Торф : перліт (3 : 1)	82
Торф : пісок (3 : 1)	84
Кокосовий субстрат	92

Використання дво- і трикомпонентних субстратів, а саме торф : перліт і торф : пісок : перліт, забезпечувало 82—84 % адаптованих рослин. Результати наших досліджень узгоджуються з даним інших дослідників про різні культури щодо ефективності використання двокомпонентних сумішей торф



Рис. 5. Дорошування адаптованих саджанців аронії сорту Galicjanka:

а – торф «Домофлор» (контроль); *б* – торф : перліт : пісок; *в* – торф : перліт; *г* – торф : пісок; *д* – кокосовий субстрат

: перліт для адаптації [37]. Найвищий відсоток адаптації (92 %) отримали на кокосовому субстраті. Однак на етапі дорошування ріст і розвиток рослин сповільнювався порівняно з дво- і трикомпонентними субстратами. Тому потрібно підбирати такий субстрат, який забезпечує не лише ефективну адаптацію, а й сприятиме росту і розвитку рослин.

Після проходження етапу адаптації рослини пересаджували у пластикові контейнери для дорошування (рис. 5). Якість контейнерних саджанців залежала від субстрату, використаного на етапі адаптації. Отже, суміш субстрату при адаптації має безпосередній вплив як на ефективність власне адаптації, так і на дорошування рослин. Найкраще саджанці росли і розвивалися за використання дво- і трикомпонентних сумішей (рис. 5, варіант *б*, *в*, *г*). Рослини, адаптовані на чистому торфі, були дещо меншого розміру (варіант *а*), а найменші — за використання кокосового субстрату, хоча на ньому і спостерігали найвищу ефективність адаптації (варіант *д*). Отже, при комерційному розмноженні культури аронії доцільно використовувати для адаптації суміші, до складу яких входить перліт, або ж кокосовий субстрат, але за умови якнайшвидшого пересадження адаптованих саджанців у придатнішу для дорошування суміш.

Таким чином, на підставі проведених досліджень розроблено технологію мікроклонального розмноження *Aronia melanocarpa* сорту Galicjanka з визначенням оптимальних умов введення в культуру *in vitro*, проліферації, укорінення, адаптації та дорошування контейнерної продукції.

Внесок авторів: концепція та дизайн дослідження — Т.А. Натальчук, Т.В. Медведєва; отримання даних — Т.А. Натальчук, Т.В. Медведєва; аналіз та інтерпретація результатів — Т.А. Натальчук, Т.В. Медведєва, К.М. Удовиченко; підготовка рукопису — написання первинного тексту статті — Т.А. Натальчук; підготовка рукопису — перегляд і редагування — Т.А. Натальчук, Т.В. Медведєва, Н.О. Яремко, К.М. Удовиченко.

Всі автори переглянули і схвалили остаточну версію рукопису.

Конфлікт інтересів: автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Park C.-H., Kim J.-H., Lee E.-B., Hur W., Kwon O.-J., Park H.-J., Yoon S.K. Aronia melanocarpa extract ameliorates hepatic lipid metabolism through PPAR γ 2 down regulation. *PLoS ONE*. **12**(1). e0169685. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169685>

2. Rusea I., Popescu A., Isac V., Şuţan A.N., Hoza D. Adventitious shoot regeneration from petiole explants in black chokeberry (*Aronia Melanocarpa*). *Horticulture*. **62**, P. 83–91.
3. Гребенюк В.М., Балабак А.Ф. Перспективи використання аронії чорноплідної (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) у ландшафтному дизайні Правобережного Лісостепу України. *Зб. наук. праць Умань. нац. ун-ту*. 103(1). С. 172–181. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-103-1-172-181>
4. Aronia, il superfood dei nativi americani che ha conquistato la Polonia. Italian Berry. URL: <https://italianberry.it/en/news/aronia-superfood-poland> (Дата звернення: 09.02.2026)
5. Borowska S., Brzóska M.M. Chokeberries (*Aronia melanocarpa*) and their products as a possible means for the prevention and treatment of noncommunicable diseases and unfavorable health effects due to exposure to xenobiotics. *Compr. Rev. Food Sci. food safety*. **15**(6). P. 982–1017. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12221>
6. Şuţan N.A., Isac V., Duminiţă C., Popescu A. Studies on the *in vitro* micropropagation ability of *Aronia Melanocarpa* (Michx.) Elliot. *Cur. Trends Nat.l Sci.*. **6**(11). P. 85–92.
7. Касянчук В.Д., Івашків Т.С. Економічна ефективність вирощування та переробки чорноплідної горобини. *Наук.-інформ. вісн. Івано-Франків. ун-ту права ім. Короля Данила Галицького. Серія Економіка*. 9. С. 312–316.
8. Савенко Г.Є. Розвиток ринку продукції ягідних культур України в умовах євроінтеграції. *Наук. вісн. Міжнар. гуманітар. ун-ту. Економіка і менеджмент*. 5. С. 132–135.
9. Pruski K., Nowak J., Grainger G. Micropropagation of four cultivars of saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia* NUTT.). *Plant Cell Tiss Org*. **21**(2). P. 103–109. <https://doi.org/10.1007/BF00033428>
10. Kleparski J. Aronia “czarny koń” naszego sadownictwa. *Hasło Ogrodnicze*. 22.
11. Brandová P., Sedlák J., Paprštejn F. Mikrorozmnožování jeřábu a aronie. *Vědecké práce ovoceňářské*. P. 29–36.
12. Litwińczuk W. Micropropagation of chokeberry by *in vitro* axillary shoot proliferation. *Methods in molecular biology*. P. 179–186. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-074-8_13
13. Kulling S.E., Rawel H.M. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) — A review on the characteristic components and potential health. *Planta Medica*. **74**(13), P. 1625–1634. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088306>
14. Almokar H., Pirlak L. Propagation of Aronia (*Aronia melanocarpa*) with tissue culture. *Selcuk J. Agric. Food Sci*. **32**(3). P. 549–558. <https://doi.org/10.15316/SJAIFS.2018.136>
15. Arus L., Rätsep R. Sordi moju aroonia (*Aronia* sp.) viljade kvaliteedile. *Agrooomia 2022*, 2022, 206–213.
16. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*. 15, P. 473–497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
17. Quoirin M., Lepoivre P. Improved media for *in vitro* culture of *Prunus* sp. *Acta Hort.* 78.P. 437–442.
18. Almehti A.A., Parfitt Dan. *In vitro* propagation of peach: I. Propagation of ‘Lovell’ and ‘Nemaguard’ peach rootstocks. *Fruit Var. J*. P. 12–17.
19. Натальчук Т.А., Медведєва Т.В., Запольський Я.С., Барбан О.Б. Особливості введення в культуру *in vitro* вишні сорту «Ксенія» та черешні сорту «Василиса прекрасна». *Сортовивч. та охорона прав на сорти рослин*. **16**(1). С. 97–102. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201353>
20. Lee E.C.M., de Fossard R.A. Some factors affecting multiple bud formation of strawberry *Fragaria x ananassa in vitro*. *Acta Hort.* P. 187–195.
21. Lloyd G., McCown B.H. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. Combined Proc.-Intern. Plant Propagator’s Society. 421.
22. Jakab-I.Z., Vlasin L-D., Chiorean A. Behaviour of several chokeberry cultivars (*Aronia melanocarpa*) at the *in vitro* micropropagation. *Roman. J Hort.* 3, P. 31–36. <https://doi.org/10.51258/RJH.2022.04>

23. Kwak M.C., Choi C.H., Choi Y.E., Moon H.K. Micropropagation of Aronia (*Aronia melanocarpa* Elliot, black chokeberry) and its 5 varieties. *J. Plant Biotechnol.* **42**(4). P. 380–387. <https://doi.org/10.5010/JPB.2015.42.4.380>
24. Demirel F., Upur R., Popescu G.C., Demirel S., Popescu M. Usage of machine learning algorithms for establishing an effective protocol for the in vitro micropropagation ability of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott). *Horticulturae*. **9**. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9101112>
25. Bayhan N., Yücesan B. The impact of sucrose and 6-benzylaminopurine on shoot propagation and vitrification in *Aronia melanocarpa* (Black chokeberry). *Plant Cell, Tissue Organ Cult.* <https://doi.org/10.1007/s11240-023-02652-x>
26. Du B., Yang T., Wei A., Yang F. Tissue culture of *Amelanchier alnifolia*. *Acta Bot. Bor. Sin.* **25**(2). P. 400–404.
27. Fira A., Magyar-Tábori K., Hudák I., Clapa D., Dobránszki J. Effect of gelling agents on in vitro development of *Amelanchier canadensis* ‘Rainbow Pillar’. *Int. J. Hort. Sci.* **19**(3-4). P. 75–79.
28. Pinker, I. & Wagner, T. (2004). Stem development of *Amelanchier lamarekii* (FG Schroeder) in vitro and its importance for in vitro rooting. *Prop. Orn. Plants.* **4**(1). P. 53–57.
29. Brand M.H., Cullina W.G. Micropropagation of red and black chokeberry (*Aronia* spp.). *Hort Sci.* **27**(1). <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.1.81>
30. Polat M., Eskimez I. The effects of different hormone combinations on in vitro micropropagation of Aronia (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott). *Fresen. Environ. Bull.* P. 1219–1227.
31. Nas Z., Eşitken A., Pirlak L. Determination of plant regeneration protocol of “Viking” aronia cultivar in the in vitro conditions. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3004327/v1>
32. Kereša S., Mihovilović Bošnjak A., Barić M., Habuš Jerčić I., Šarčević H., Biško A. Efficient axillary shoot proliferation and in vitro rooting of apple cv. «Topaz». *Notulae Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca.* **40**(1). P. 113–118. <https://doi.org/10.15835/nbha4017211>
33. Nas Z. Anaclik potansiyel gösteren 42-01 zerdali genotipinin in vitro mikrozopaltım özelliklerinin araştırılması. Selcuk University. Konya. 56.
34. Moyo M., Aremu A., Plačková L., Plíhalová L., Pencík A., Novak O., Holub J., Doležal K., van Staden J. Deciphering the growth pattern and phytohormonal content in Saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia*) in response to in vitro cytokinin application. *New Biotechnol.* P. 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2018.02.001>
35. Рогач В.В., Кур’ята В.Г., Стасик О.О., Кірізії Д.А., Рогач Т.І. Застосування стимуляторів росту для регуляції морфогенезу, оптимізації трофічного забезпечення та підвищення продуктивності культурних рослин. *Фізіологія рослин і генетика.* Т. 57 № 3. С. 223–257. <https://doi.org/10.15407/frg2025.03.223>
36. Sivanesan I., Saini R.K., Kim D.H. Bioactive compounds in hyperhydric and normal micropropagated shoots of *Aronia melanocarpa* (michx.) Elliott. *Indust. Crops Products.* P. 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.042>
37. Олійник О.О. Особливості добору субстратів для адаптації рослин-регенерантів троянди ефіроолійної до умов in vivo. *Вісн. Полтав. держ. аграр. академії.* **1**. P. 143–146. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.28>

REFERENCES

1. Park, C-H., Kim, J-H., Lee, E.B., Hur, W., Kwon, O-J., Park, H-J. & Yoon, S.K. (2017). *Aronia melanocarpa* extract ameliorates hepatic lipid metabolism through PPAR γ 2 down regulation. *PLoS ONE*, **12**(1), e0169685. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169685>
2. Rusea, I., Popescu, A., Isac, V., Şuţan, A.N. & Hoza, D. (2018). Adventitious shoot regeneration from petiole explants in black chokeberry (*Aronia Melanocarpa*). *Horticulture*, **62**, pp. 83-91.
3. Hrebenuk, V.M. & Balabak A.F. (2023). Prospects for the use of Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) in the landscape design of the Right-Bank Forest-

- Steppe of Ukraine. Zb. nauk. prats Umansko ho natsional. univ., 103(1). pp. 172-181 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-103-1-172-181>
4. Aronia, il superfood dei nativi americani che ha conquistato la Polonia. Italian Berry. Retrieved from <https://italianberry.it/en/news/aronia-superfood-poland>
 5. Borowska, S. & Brzóska, M.M. (2016). Chokeberries (*Aronia melanocarpa*) and their products as a possible means for the prevention and treatment of noncommunicable diseases and unfavorable health effects due to exposure to xenobiotics. *Comprehensive Rev. Food Sci. Food Safety*, 15(6), pp. 982-1017. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12221>
 6. Şuţan, N.A., Isac, V., Duminićă, C. & Popescu, A. (2017). Studies on the in vitro micropropagation ability of *Aronia Melanocarpa* (Michx.) Elliot. *Curr. Trends Nat. Sci.*, 6(11), pp. 85-92.
 7. Kasiyanchuk, V.D. & Ivashkiv, T.S. (2014). Economic efficiency of cultivation and processing of Aronia. *Nauk.-inform. visn. Ivano-Frank. univ. prava imeni Korolia Danyla Halytskoho. Seriiia Ekonomika*, 9, pp. 312-316 [in Ukrainian].
 8. Savenko, H.Ye. (2015). The development of the market of production of berries of Ukraine in conditions of the integration into the European Union. *Nauk. visn. Mizhnar. human. univer. Ekonomika i menezhment*, 5, pp. 132-135 [in Ukrainian].
 9. Pruski, K., Nowak, J. & Grainger, G. (1990). Micropropagation of four cultivars of saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia* NUTT.). *Plant Cell Tiss Org.*, 21(2), pp. 103-109. <https://doi.org/10.1007/BF00033428>
 10. Kleparski, J. (2000). Aronia “czarny koń” naszego sadownictwa. *Hasło Ogrodnicze*, 11, 22.
 11. Brandová, P., Sedlák, J. & Paprštejn, F. (2019). Mikrorozmnožování jeřábu a aronie. *Vědecké práce ovocnářské*, 26, 29-36.
 12. Litwińczuk, W. (2013). Micropropagation of chokeberry by in vitro axillary shoot proliferation. *Methods Mol. Biol.*, 11013, pp. 179-186. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-074-8_13
 13. Kulling, S.E. & Rawel, H.M. (2008). Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) — A review on the characteristic components and potential health. *Planta Medica*, 74(13), pp. 1625-1634. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088306>
 14. Almokar H. & Pirlak L. (2018). Propagation of Aronia (*Aronia melanocarpa*) with tissue culture, *Selcuk J. Agric. Food Sci.*, 32(3), pp. 549-558. <https://doi.org/10.15316/SJAIFS.2018.136>
 15. Arus, L. & Rätsep, R. (2022). Sordí moju aroonia (*Aronia* sp.) viljade kvaliteedile. *Agrooomia*, 2022, 206-213.
 16. Murashige, T. & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 15, pp. 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
 17. Quoirin, M. & Lepoivre, P. (1977). Improved media for in vitro culture of *Prunus* sp. *Acta Hortic.*, 78, 437-442.
 18. Almehtdi, A.A. & Parfitt, Dan. (1986). In vitro propagation of peach: I. Propagation of ‘Lovell’ and ‘Nemaguard’ peach rootstocks. *Fruit Var. J.*, 40, pp. 12-17.
 19. Natalchuk, T.A., Medvedieva, T.V., Zapolskyi, Ya.S., and Barban, O.B. (2020). Features of introduction of sour cherries cultivar ‘Kseniia’ and cherries cultivar ‘Vasylysa prekrasna’ into in vitro culture. *Sortovyvch. ta okhorona prav na sorty roslyn*, 16(1), pp. 97-102 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201353>
 20. Lee, E.C.M. & de Fossard, R.A. (1977). Some factors affecting multiple bud formation of strawberry *Fragaria x ananassa* in vitro. *Acta Hortic.*, 78, pp. 187-195.
 21. Lloyd, G. & McCown. (1980). Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. *B., Int. Plant Prop. Soc. Proc.*, 30, 421.
 22. Jakab-I., Z., Vlasin, L-D. & Chiorean, A. (2022). Behaviour of several chokeberry cultivars (*Aronia melanocarpa*) at the in vitro micropropagation. *Roman. J. Hortic.*, 3, pp. 31-36. <https://doi.org/10.51258/RJH.2022.04>
 23. Kwak, M.C., Choi, C.H., Choi, Y.E. & Moon, H.K. (2015). Micropropagation of Aronia (*Aronia melanocarpa* Elliot, black chokeberry) and its 5 varieties. *J. Plant Biotechnol.*, 42(4), pp. 380-387. <https://doi.org/10.5010/JPB.2015.42.4.380>
 24. Demirel, F., Upur, R., Popescu, G.C., Demirel, S. & Popescu, M. (2023). Usage of machine learning algorithms for establishing an effective protocol for the in vitro micro-

- propagation ability of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott). *Horticulturae*, 9, 1112. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9101112>
25. Bayhan, N. & Yücesan, B. (2024). The impact of sucrose and 6-benzylaminopurine on shoot propagation and vitrification in *Aronia melanocarpa* (Black chokeberry). *Plant Cell, Tissue and Organ Cult.*, 156, 55. <https://doi.org/10.1007/s11240-023-02652-x>
 26. Du, B., Yang, T., Wei, A. & Yang, F. (2005). Tissue culture of *Amelanchier alnifolia*. *Acta Bot. Bor. Sin.*, 25(2), pp. 400-404.
 27. Fira, A., Magyar-Tábori, K., Hudák, I., Clapa, D. & Dobránszki, J. (2013). Effect of gelling agents on in vitro development of *Amelanchier canadensis* 'Rainbow Pillar'. *Int. J. Hortic. Sci.*, 19(3-4), pp. 75-79.
 28. Pinker, I. & Wagner, T. (2004). Stem development of *Amelanchier lamarckii* (FG Schroeder) in vitro and its importance for in vitro rooting. *Prop. Orn. Plants*, 4(1), pp. 53-57.
 29. Brand, M.H. & Cullina, W.G. (1992). Micropropagation of red and black chokeberry (*Aronia* spp.). *Hort. Sci.*, 27 (1), pp. 81-81. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.1.81>
 30. Polat, M. & Eskimez, I. (2022). The effects of different hormone combinations on in vitro micropropagation of *Aronia* (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott). *Fresen. Environ. Bull.*, 31, pp. 1219-1227.
 31. Nas, Z., Eşitken, A. & Pirlak, L. (2023). Determination of plant regeneration protocol of "Viking" aronia cultivar in the in vitro conditions. *Res. Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3004327/v1>
 32. Kereša, S., Mihovilović Bošnjak, A., Barić, M., Habuš Jerčić, I., Šarčević, H. & Biško, A. (2012). Efficient axillary shoot proliferation and in vitro rooting of apple cv. «Topaz». *Notulae Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca*, 40(1), pp. 113-118. <https://doi.org/10.15835/nbha4017211>
 33. Nas, Z. (2021). Anacılık potansiyel gösteren 42-01 zerdali genotipinin in vitro mikrozoopaltım özelliklerinin araştırılması. Selcuk University. Konya. 56.
 34. Moyo, M., Aremu, A., Plačková, L., Plíhalová, L., Pencík, A., Novak, O., Holub, J., Doležal, K. & van Staden, J. (2018). Deciphering the growth pattern and phytohormonal content in Saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia*) in response to in vitro cytokinin application. *New Biotechnol.*, 42, pp. 85-94. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2018.02.001>
 35. Rogach, V., Kuryata, V.G., Stasik, O., Kiriziy, D.A. & Rogach, T.I. (2025). Use of growth stimulators for regulation of morphogenesis, optimization of trophic supply and increasing the productivity of cultivated plants. *Fiziol. rosl. genet.*, 57, pp. 223-257 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/frg2025.03.223>
 36. Sivanesan, I., Saini, R.K. & Kim, D.H. (2016). Bioactive compounds in hyperhydric and normal micropropagated shoots of *Aronia melanocarpa* (michx.) Elliott. *Indust. Crops Products*, 83, pp. 31-38. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.042>
 37. Oliinyk, O.O. (2018). Features of substrates selection for adaptation of regenerated plants of Damask rose for in vivo conditions. *Visn. Poltav. derzh. ahrar. akademii*, 1, pp. 143-146 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.28>

Отримано 24.02.2026. Схвалено до друку 11.03.2026. Опубліковано 01.04.2026

MICROPROPAGATION TECHNOLOGY FOR *ARONIA MELANOCARPA* CV. GALICJANKA

T.A. Natalchuk, T.V. Medvedieva, N.O. Yaremko, K.M. Udovychenko

Institute of Horticulture, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,
23 Sadova St., Kyiv 03027, Ukraine
e-mail: Natalchuk_tetiana@ukr.net

A protocol for microclonal propagation of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) cv. Galicjanka was developed, including the optimization of culture initiation, shoot proliferation, rooting, acclimatization, and container plant production. It was established that the optimal source material for in vitro introduction should be collected from plants grown under controlled conditions during the first—second decade of March, using young green shoots

1.0–1.5 cm in length, which exhibit high regenerative capacity. At the culture initiation stage, three sterilization regimes and four nutrient media types were evaluated. The most effective treatment consisted of 0.1 % HgCl₂ applied for 2 min 30 s combined with ½MS medium supplemented with 0.2 mg/L 6-benzylaminopurine (BAP), resulted in 100 % sterile regenerated explants. The most effective media for shoot proliferation were MS, Quoirin and Lepoivre (QL), MS supplemented with iron Fe-EDDHA, 100 mg/L, and MS with microelements and vitamins according to Lee and Fossard (LF). The highest multiplication coefficient (5,72) was achieved on MS medium supplemented with 0.5 mg/L BAP. The average shoot height under these conditions reached 2,3 cm. Rooting of microshoots occurred at a rate of 95 % without exogenous auxin application. However, supplementation with 0.3 mg/L indole-3-butyric acid (IBA) increased rooting efficiency to 100 % and significantly improved root system parameters. On average, five first-order roots per plant were formed with a mean length of 3.4 cm. During acclimatization, the highest survival rate (92 %) was achieved using a cocopeat-based substrate. For subsequent container plant production, two- and three-component substrate mixtures containing perlite are recommended, as they promote intensive plant growth and the formation of high-quality planting material.

Key words: *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott, in vitro, microclonal propagation, adaptation, cytokinin, auxin, ex vitro.

ORCID

Т.А. НАТАЛЬЧУК — Т.А. Natalchuk <https://orcid.org/0000-0003-0570-3488>

Т.В. МЕДВЕДЄВА — Т.В. Medvedieva <http://orcid.org/0000-0002-1916-7834>

Н.О. ЯРЕМКО — N.O. Yaremko <https://orcid.org/0000-0003-2895-0166>

К.М. УДОВИЧЕНКО — К.М. Udovychenko <https://orcid.org/0000-0002-8231-5027>