

АГРОНОМІЯ

УДК 606:582.573.16

Мінеральна складова живильних середовищ як детермінант культивування *in vitro* *Allium sativum* L.

Філіпова Л.М. , Мацкевич В.В. , Єзерковська Л.В. ,
Караульна В.М. , Омельченко О.В., Лясківська О.О.

Білоцерківський національний аграрний університет

Філіпова Л.М., Мацкевич В.В., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Омельченко О.В., Лясківська О.О. Мінеральна складова живильних середовищ як детермінант культивування *in vitro* *Allium sativum* L. «Агробіологія», 2025. № 2. С. 211–222.

Filipova L., Matskevych V., Yezerkovska L., Karaulna V., Omelchenko O., Liaskivska O. Mineral composition of nutrient media as a determinant of *in vitro* cultivation of *Allium sativum* L. «Agrobiology», 2025. no. 2, pp. 211–222.

Рукопис отримано: 26.09.2025 р.

Прийнято: 13.10.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-199-2-211-222

Для розвитку комерційного насінництва та проведення сучасних наукових досліджень у сфері сільськогосподарського виробництва, зокрема за вирощування часнику городнього (*Allium sativum* L.), актуальним завданням є удосконалення наявних та створення нових біотехнологічних протоколів для перспективних сортів. Одним із ключових аспектів вирішення цього завдання є дослідження впливу живильних середовищ із різним мінеральним складом на ефективність культивування *in vitro* регенерантів, що обумовлює необхідність підбору оптимальних умов для конкретного сорту.

Метою дослідження було визначення впливу живильних середовищ, відмінних за мінеральним складом, на ріст і розвиток рослин часнику сортів Український білий Гуляйпільський та Любаша в умовах *in vitro* з подальшою можливістю регулювання онтогенезу в умовах промислового вирощування.

Експериментальні дослідження виконували у біотехнологічній лабораторії Фермерського господарства «Беррі Фарм Юкрейн» та науково-навчальній лабораторії «Біотехнологія рослин» Білоцерківського національного аграрного університету. Культивування проводили згідно із загальноприйнятими методиками із застосуванням живильних середовищ MS, B5, Hi, BDS та KB, що відрізнялися за мінеральним складом, на трьох етапах мікрোকлонального розмноження: введення експлантів в асептичну культуру, мультиплікації та ризогенезу.

У результаті досліджень виявлено сортові відмінності в ефективності *in vitro* культивування регенерантів часнику залежно від складу живильних середовищ. За комплексом біометричних і фенологічних показників сорт Любаша переважав сорт Український білий Гуляйпільський, що свідчить про його вищий морфогенетичний потенціал у культурі тканин. Щодо оптимізації технології мікрোকлонального розмноження часнику сортів Український білий Гуляйпільський та Любаша на етапі введення експлантів в асептичну культуру доцільним є застосування живильного середовища BDS. На цьому живильному середовищі спостерігалася найменша кількість вітрифікованих рослин – 2,4–2,9 %. На етапі мультиплікації рекомендовано використовувати циклічну схему чергування середовищ: чотири послідовні пасажі на середовищі BDS із подальшим одним пасажем на розвантажувальному середовищі Hi, що забезпечує стабільність ростових процесів упродовж тривалого культивування. На етапі ризогенезу оптимальним виявилось використання середовища KB. Отримані дані є основою для вдосконалення біотехнологічних методів масового розмноження та збереження генофонду часнику, а також становлять практичний інтерес для селекції, зокрема у доборі генотипів із високим морфогенетичним потенціалом.

Ключові слова: мікрোকлональне розмноження, мінеральний склад середовища, регенерант, розвантажувальне середовище, асептичні умови, мікропагони, ризогенез.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Агрокліматичні умови більшості регіонів України є сприятливими для комерційного вирощування часнику городнього (*Allium sativum* L.), що створює потенціал як для задоволення внутрішнього попиту, так і для виходу на міжнародні ринки [1]. Технологія вирощування часнику в Україні стандартизована [2]. Для конкурентоспроможного позиціювання українського часнику на світовому ринку необхідне вирішення низки технологічних завдань, зокрема, у сфері зберігання, переробки, а також удосконалення селекційних програм та масового виробництва високоякісного незараженого садивного матеріалу [3, 4]. Впродовж останніх років в Україні створено низку перспективних сортів часнику [5], розмноження яких здійснюється традиційними методами [6]. На відміну від вітчизняного підходу, у розвинених зарубіжних країнах у насінництві часнику активно застосовують біотехнологічні методи [7, 8]. В Україні також застосовують *in vitro* технології, зокрема для створення і підтримання колекцій часнику [9]. Це дозволяє ефективно контролювати збудники бактеріальних, вірусних, грибних та інших захворювань, а також забезпечити масштабне виробництво оздоровленого садивного матеріалу для первинних ланок насінництва [10]. Крім того, ізольовані *in vitro* рослини широко використовують як модельні об'єкти у наукових дослідженнях, зокрема для вивчення впливу екологічних чинників на рослинний організм [11]. Особливу увагу приділяють аналізу трофічних та гормональних детермінант онтогенезу, що дозволяє покращити адаптивні властивості рослин та оптимізувати технології їх вирощування.

In vitro культури характеризуються гетеротрофним типом живлення, за якого основні пластичні та енергетичні потреби забезпечуються завдяки органічним і неорганічним речовинам, наявним у складі живильного середовища. Щодо потреби у елементах мінерального живлення, слід зазначити, азот у формах амонію (NH_4^+) та нітрату (NO_3^-) стимулює ріст надземної частини рослин – фотосинтезуючих органів, що забезпечить у подальшому перехід на автотрофне живлення. Коренева система потребує високих концентрацій фосфору для забезпечення енергетичної діяльності у формі дихання, яке, зокрема, забезпечить постачання наземній частині необхідні елементи мінерального живлення. Тому склад живильного середовища, зокрема, його мінеральної частини, першо-

чергово визначає онтогенез рослин *in vitro*. Для розвитку комерційного насінництва та проведення сучасних наукових досліджень в галузі сільськогосподарського виробництва, зокрема вирощування часнику городнього, в Україні необхідним є удосконалення наявних та створення нових біотехнологічних протоколів для перспективних сортів. Для вирішення цього завдання актуальним питанням є вивчення впливу відмінних за мінеральним складом живильних середовищ на культивування регенерантів часнику городнього (*Allium sativum* L.).

В асептичних умовах *in vitro* часник найчастіше культивують на середовищі MS [11–20] у повній або половинній концентрації та середовищі BDS [21, 22]. У дослідженнях El–Nil [23] для культивування калусних культур, індукції органогенезу часнику використовували середовище AZ з амонійним та нітратним азотом.

S.S. Bhojwani [24] для індукції коренотворення новозеландського комерційного часнику (*Allium sativum* L.) та безвірусного французького сорту «Rose–de–Kakylis» використовували середовище B–5.

M. Rauber, J. Grunewaldt [25] для індукції регенерації пагонів із експлантів листкових дисків *Allium sativum* L., *A. porrum* L. та *A. schoenoprasum* L., а також із окремих квітконосів *A. Porrum* використовували середовище Linsmaier and Skoog. Незважаючи на низьку частоту регенерації за використання листкових експлантів, культивування ізольованих квітконосів дало змогу розробити ефективний метод мікроклонального розмноження *A. porrum*. До того ж авторами виявлено суттєву генотипову залежність регенераційної здатності пагонів. На цьому ж середовищі (Linsmaier and Skoog) без фітогормонів M. Ayabe та S. Sumi [26] розробили метод культивування стеблових дисків для виробництва насінневих рослин часнику, включаючи вільну від вірусів розсаду. Автори запропонували нову систему польового вирощування часнику, оскільки розсада, отримана з цибулин, індукованих *in vitro*, використовувалася як насіння замість звичайних зубчиків.

У дослідженнях інших авторів [27] з двадцяти генотипів часнику *Allium sativum* (L.), проаналізованих щодо генетичної варіабельності їхньої здатності утворювати калус та регенерувати пагони, найкращі властивості продемонстрував сорт Printanor на середовищі МВО без регуляторів росту. Отже, підбір середовища для конкретного сорту має важливе значення.

Мета дослідження – визначити вплив живильних середовищ, відмінних за мінеральним складом, на ріст і розвиток рослин часнику сортів Український білий Гуляйпільський і Любаша в умовах культивування *in vitro* для подальшого регулювання онтогенезу рослин в умовах промислового вирощування.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у 2024–2025 рр. в умовах біотехнологічної лабораторії Фермерського господарства «Беррі Фарм Юкрейн» та науково-навчальній лабораторії «Біотехнологія рослин» Білоцерківського національного аграрного університету. У дослідженнях використано сорти:

Український білий Гуляйпільський – середньоранній, утворює цибулини щільні, масою 20–23 г із багатьма дрібними зубками; зубки неправильної видовженої форми,

інтенсивно часникового запаху; урожайність сорту середня, зберігання тривале.

Любаша – сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин [28], формує цибулини масою 90–110 г, кількість зубків – 4–6 штук, має високий уміст ефірних олій, морозо-, посухостійкість та лежкість.

Культивування рослин *in vitro* проводили відповідно до загальноприйнятих методик [29, 30]. Фотоперіод 16 годин на добу світло, 8 годин темнота. Інтенсивність освітлення 2400 люкс. Температура 24 ± 2 °C. Вологість 70–80 %. Вентиляція – повний обмін усього об'єму повітря впродовж доби з використанням системи надлишкового тиску. У дослідженні використовували живильні середовища MS (Мурасіге і Скуга) [31], B₅ (Гамборга) [32], BDS (модифіковане B₅) [33], Ні, KB (модифікації середовища MS Мацкевича В.В.) [34], які відрізнялися за мінеральною частиною (табл. 1).

Таблиця 1 – Мінеральний склад живильних середовищ для культивування експлантів *in vitro*

Компонент, мг/л	Середовище				
	MS	Ni	BDS	B ₅	KB
Солі макроелементів					
NH ₄ NO ₃	1650	1250	320,0	—	417
KNO ₃	1900	1100	2530	2500	367
KH ₂ PO ₄	170	970	—	—	324
MgSO ₄ x 7H ₂ O	370	770	247,0	252	257
(NH ₄) ₂ SO ₄	—	—	134,0	134,0	—
NaH ₂ PO ₄ x 2H ₂ O	—	—	172,0	130,5	—
NH ₄ H ₂ PO ₄	—	—	230,0	—	—
Солі кальцію					
Ca(NO ₃) ₂ x 4H ₂ O	—	440	150,0	—	239
CaCl ₂ x 2H ₂ O	440	—		150	—
Хелат заліза					
NaЕДЕТА	37,25				
FeSO4 x 7H ₂ O	27,85				
Солі мікроелементів					
H ₃ BO ₃	6,2		3,0	3,0	6,2
MnSO ₄ x 4 H ₂ O	22,3		13,2	18,28	22,3
CoCl ₂ x 6H ₂ O	0,025				
CuSO ₄ x 5H ₂ O	0,025		0,039	0,025	0,025
ZnSO ₄ x 7H ₂ O	8,6		2,0	2,0	8,6
NaMoO ₄ x 2H ₂ O	0,25				
KJ	0,83		0,75	0,75	0,83

Приготування середовищ проводили із заздалегідь приготовлених маточних розчинів. У живильне середовище додавали як гелеутворювач агар, дежерело цукру – сахароза. Кислотність середовища до необхідного рівня доводили з використанням розчинів ортофосфорної кислоти або КОН. Живильні середовища стерилізували автоклавуванням за температури 121 °C та тиску 1,1 атм. Окрім етапу введення в асептичні умови, рослинний матеріал розміщували по п'ять екземплярів у скляні ємності об'ємом 250 мл, які герметично закривали прозорими поліпропіленовими кришками, стійкими до стерилізації автоклавуванням.

Стерильні умови забезпечували на всіх етапах мікроклонального розмноження. Дезінфекцію вихідного рослинного матеріалу здійснювали із застосуванням антисептичного препарату Бланідас 300. Для цього до автоклавованого дистильованого водного розчину об'ємом 100 мл додавали 1,65 г препарату. Стерилізацію первинних експлантів (*ex vivo*) проводили в умовах ламінарного боксу, де зразки промивали в автоклавованому дистилаті та висаджували на стерильне штучне живильне середовище.

Стерильність повітря в робочій зоні досягалася завдяки його фільтрації через НЕРА-фільтри класу Н13–Н14, а також періодичному опроміненню приміщення бактеріцидними лампами.

На підготовчому етапі проведення дослідження відбір рослинного матеріалу (цибулин часнику) здійснювали у польових умовах за морфологічними та фітосанітарними критеріями. Відбирали здорові рослини без видимих ознак фітопатологічних уражень, з господарсько цінними ознаками та характерними сортовими якостями.

Після завершення періоду спокою відібрані цибулини розділяли на окремі зубки, які обробляли фунгіцидами, після чого закладали у термостат для проведення термотерапії. Температурний режим у термостаті поступово підвищували від +24 до +40 °C.

На етапі введення в асептичну культуру під біокулярним мікроскопом здійснювали ізоляцію меристематичних тканин, які використовували як первинні експланти. Одержані меристеми висаджували на поживні середовища з варіативним складом мінеральних елементів, що відповідали умовам конкретного досліджу.

У разі виявлення патогенів у регенерантів під час діагностичного тестування вся меристемна лінія підлягала вибракуванню.

За наявності контамінації поживного середовища або експлантів також здійснювали їх заміну з повторним введенням нового стерильного матеріалу.

На етапі мультиплікації регенеранти розділяли на окремі експланти й культивували в кількості п'яти одиниць у відповідних ємностях. Для стимуляції утворення адвентивних бруньок та пагонів до поживного середовища додавали регулятори росту: бензиламінопурин (1,25 мг/л), аденін (0,5 мг/л) – як попередник синтезу цитокінінів, а також індоліл-масляну кислоту (ІМК) [5, 29, 30].

На етапі індукції ризогенезу концентрацію бензиламінопурина знижували до 0,1 мг/л, аденіну – до 0,25 мг/л, водночас концентрацію ІМК збільшували до 1,25 мг/л. Така комбінація регуляторів росту відповідно до принципу Скуга–Міллера сприяла індукції ризогенезу [35, 37].

Повторюваність досліджень у часі та просторі – чотирикратна. За одне біологічне повторення на першому етапі МКР вважали 50 первинних експлантів, висаджених окремо; на другому та третьому етапах – 50 рослинних об'єктів у культиваційних асептичних ємностях.

Визначали біометричні характеристики (висоту регенерантів, кількість листків на одному регенеранті, кількість експлантів, довжину кореневої системи та кількість коренів), відсоток вітрифікованих регенерантів, відсоток утворених мікроцибулин, фенологічні показники – початок ризогенезу, період культивування. На етапі мультиплікації обліки проводили на час першого, п'ятого та десятого пасажів.

Достовірність даних визначали методами математичної статистики з використанням точкової оцінки показників, для чого розраховували середнє арифметичне та стандартну помилку, рівень значущості $P < 0,05$. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою пакета аналізу MS Excel.

Результати дослідження та обговорення. За результатами досліджень встановлено сортову реакцію первинних експлантів на склад живильних середовищ в умовах культивування *in vitro*. Зокрема, сорт Любаша за усіма морфогенетичними показниками переважав сорт Український білий Гуляйпільський. У сорту Любаша на усіх живильних середовищах формувалися вищі регенеранти з більшою кількістю листків та мікроцибулин, спостерігалася менша кількість вітрифікованих експлантів (табл. 2).

Таблиця 2 – Трофічна детермінація морфогенезу меристемних експлантів на 45-ту добу культивування *in vitro*

Показник	Сорт	Середовище				
		MS	Hi	BDS	B ₅	KB
Висота регенера- нта, мм	Український білий Гуляйпільський	44,31±0,62	48,99±0,65	41,60±0,59	31,20±0,28	33,71±0,31
	Любаша	49,77±0,64	53,41±0,73	54,16±0,76	37,4±0,38	38,43±0,40
Кількість лист- ків, шт.	Український білий Гуляйпільський	2,3±0,02	2,2±0,02	4,1±0,05	3,7±0,05	3,3±0,04
	Любаша	2,7±0,02	2,7±0,02	4,4±0,05	3,9±0,04	3,6±0,04
Вітрифікова- них регенера- нтів, %	Український білий Гуляйпільський	59,2±0,80	51,2±0,71	2,9±0,02	14,5±0,22	13,2±0,20
	Любаша	53,4±0,75	47,2±0,70	2,4±0,02	9,7±0,14	6,7±0,09
Індукція утво- рення мікро- цибулін, %	Український білий Гуляйпільський	3,2±0,12	3,9±0,13	11,4±0,15	7,1±0,10	6,4±0,08
	Любаша	9,4±0,12	14,5±0,19	16,8±0,21	11,3±0,15	7,5±0,10

Слід зазначити, що порівнювані у дослідах середовища відрізнялися за кількісним та якісним складом мінеральної частини, а саме, середовища MS, Hi містили найбільші концентрації мінеральних елементів. Середовище BDS мало проміжні концентрації, KB, B₅ – містили нижчі концентрації. Вищі концентрації елементів мінерального живлення у складі живильного середовища сприяли формуванню високих регенерантів у обох сортів. Водночас, і відсоток вітрифікованих регенерантів на цих варіантах дослідів був найвищим. Зокрема, у сорту Український білий Гуляйпільський вітрифікація становила 59,2 % на середовищі MS та 51,2 % – на середовищі Hi, у сорту Любаша – відповідно 53,4 та 47,2 %. Як відомо, це пов'язано з умістом азоту, особливо його амонійної форми [18, 34]. Найнижчі показники вітрифікації були на середовищі BDS – 2,4–2,9 %. На інших варіантах кількість вітрифікованих регенерантів залежно від сорту та живильного середовища не перевищувала 14,5 %.

Щодо формування листової поверхні, на варіантах з різними прописами живильних середовищ встановлено: у регенерантів на середовищах MS, Hi формувалися листки більших лінійних розмірів, але їх кількість порівняно з іншими варіантами була в середньому 2,7 шт. на один регенерант у сорту Любаша та 2,2–2,3 шт./регенерант у сорту Український

білий Гуляйпільський. Найбільше листків у розрахунку на один регенерант в обох сортів формувалося на середовищі BDS – 4,1 у сорту Український білий Гуляйпільський та 4,4 у сорту Любаша. На цьому ж середовищі формувалося найбільше мікроцибулін – 16,8 % у сорту Любаша та 11,4 % у сорту Український білий Гуляйпільський. Щодо індукції утворення мікроцибулін встановлено позитивну реакцію сорту Любаша на середовище Hi – 14,5 % проти 9,4 % на середовищі MS.

Існує залежність між складом живильних середовищ, зокрема, мінеральних елементів, та співвідношенням донорсько-акцепторних зв'язків у рослинному організмі [29, 35, 36]. У наших дослідів впродовж 45-добового культивування експлантів (рис.1) на середовищах, на яких формувалися вищі регенеранти (MS, Hi), строки індукції утворення мікроцибулін спостерігалися пізніше, формувалася менша кількість мікроцибулін. Регенеранти на варіанті BDS мали найбільший відсоток таких, в яких почалося закладання мікроцибулін (індукція).

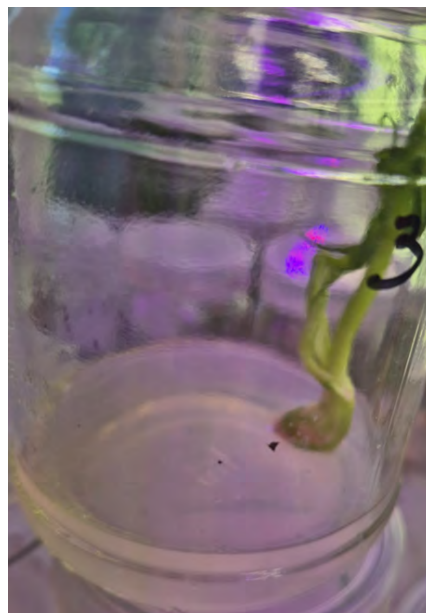
На етапі мультиплікації передбачається отримання максимальної кількості регенерантів за збереження їхньої стабільної та тривалої регенераційної здатності [29, 36]. Досліджено вплив на показники мультиплікації тривалого культивування (10 пасажів) на беззмінному живильному середовищі (табл. 3).

Встановлено, що на усіх живильних середовищах тривале культивування п'яти і більше пасажів беззмінно на одному середовищі спричинює зменшення коефіцієнта розмноження та збільшення періоду між живцюваннями. На нашу думку, це пов'язано з тим, що "ідеального пропису" живильного середовища не створено. Незбалансована кількість

мінеральних елементів спричинює явища, описані законами живлення, а саме, законами мінімуму та максимуму [37, 38]. Негативний ефект тривалого культивування на беззмінному середовищі пояснюється не лише трофічними детермінантами, а й фітогормонами у складі середовищ, які мають здатність накопичуватися у тканинах регенерантів [30, 35].



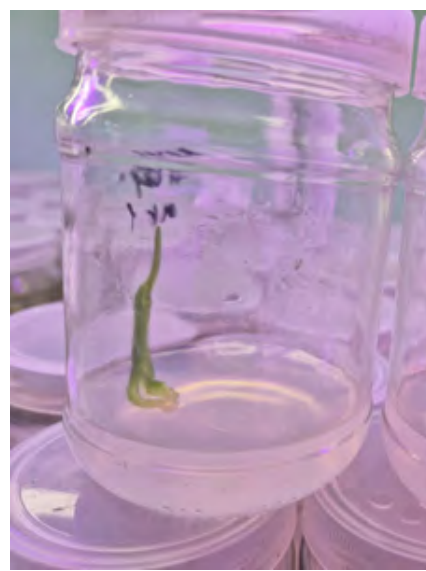
На живильному середовищі MS



На живильному середовищі BDS



На живильному середовищі B₅



На живильному середовищі KB

Рис. 1. Розвиток первинних експлантів *in vitro* сорту Любаша на різних живильних середовищах на 30-ту добу культивування.

Таблиця 3 – Вплив тривалого беззмінного культивування на показники мультиплікації

Показник	Сорт	Пасаж	Середовище				
			MS	Hi	BDS	B ₅	KB
Кількість експлантів, шт.	Український білий Гуляй-пільський	1	4,1±0,07	5,3±0,08	4,9±0,06	3,1±0,04	3,9±0,07
		5	3,4±0,05	3,8±0,06	4,2±0,05	3,4±0,04	3,1±0,05
		10	2,6±0,05	2,1±0,04	3,0±0,04	2,6±0,03	2,8±0,04
	Любаша	1	3,8±0,05	5,7±0,07	5,2±0,06	3,6±0,06	4,4±0,06
		5	3,1±0,05	3,9±0,06	4,9±0,05	3,4±0,05	3,5±0,05
		10	2,9±0,04	2,2±0,03	4,1±0,05	2,9±0,04	3,1±0,05
Період культивування, діб	Український білий Гуляй-пільський	1	61±1,05	56±1,05	47±1,05	59±1,06	44±1,03
		5	63±1,08	58±1,07	49±1,05	63±1,07	49±1,06
		10	65±1,09	64±1,08	54±1,07	66±1,11	52±1,06
	Любаша	1	59±1,03	51±1,00	41±1,01	48±1,04	42±1,02
		5	52±1,03	58±1,06	44±1,02	51±1,05	45±1,05
		10	62±1,05	58±1,05	45±1,03	59±1,05	47±1,05

Як відомо, колекції зразків часнику та низки інших культур впродовж кількох років можуть підтримуватися на середовищі зі зменшеним вмістом мінеральних елементів та низьким вмістом гормонів (БАП 0,1 мг/л; ІМК 0,1 мг/л) [9]. Швидкість мультиплікації за таких умов відносно низька, однак зразки колекції не втрачають морфогенних властивостей. У разі клієнтського запиту для мультиплікації колекційні зразки висаджують на середовища з більш високим вмістом елементів живлення (MS, Hi, BDS). Впродовж перших живцювань досягаєть-

ся необхідна кількість (до 10 тис. шт.) регенерантів. За потреби отримання значно більших кількостей рослин постає потреба у вдосконаленні трофічної стратегії мультиплікації. Нами проведено дослідження з використанням чергування двох різних за прописом варіантів живильних середовищ (табл. 4) впродовж 10-ти живцювань. За основу брали середовище BDS і як «розвантажувальне» MS в одному варіанті та Hi в другому варіанті. На контрольному варіанті досліді практикували беззмінне живцювання на середовищі BDS.

Таблиця 4 – Вплив зміни складу живильного середовища на показники мультиплікації впродовж тривалого культивування

Показ- ник	Сорт	Середовища та їх чергування								
		BDS беззмінно (контроль)			BDS–BDS–BDS–BDS– MS –BDS–BDS–BDS– BDS– MS			BDS–BDS–BDS–BDS– Hi –BDS–BDS–BDS– BDS– Hi		
		Пасаж								
		1-й	5-й	10-й	1-й	5-й	10-й	1-й	5-й	10-й
Кіль- кість екс- план- тів, шт.	Україн- ський бі- лий Гуляй- пільський	4,9±0,07	4,2±0,06	3,0±0,04	4,9±0,06	5,6±0,06	4,3±0,04	4,8±0,06	5,9±0,08	4,6±0,05
	Любаша	5,2±0,07	4,9±0,07	4,1±0,04	5,2±0,07	6,1±0,08	5,3±0,07	5,1±0,06	6,0±0,08	5,2±0,05
Період культи- вуван- ня, діб	Україн- ський бі- лий Гуляй- пільський	47±0,74	49±0,74	54±0,75	47±0,65	44±0,65	48±0,67	47±0,73	41±0,62	48±0,73
	Любаша	41±0,61	44±0,62	45±0,63	41±0,61	40±0,61	46±0,64	41±0,61	39±0,60	42±0,62

Випробувано підхід стабільніші показники порівняно з контролем із беззмінним живцюванням на середовище BDS.

Встановлено, для підтримання сталих темпів мультиплікації серед порівнюваних комбінацій середовищ кращим для сортів Український білий Гуляйпільський та Любаша є поєднання середовищ BDS–BDS–BDS–BDS–**Hi**–.... Така схема забезпечувала одержання найбільшої кількості експлантів за найкоротший період культивування у обох сортів. Порівняно з контролем (використання BDS беззмінно) ефективним було й використання схеми BDS–BDS–BDS–BDS–**MS**–..., однак меншою мірою. Водночас, тривале культивування впродовж 10-ти пасажів характеризувалося погіршенням показників мультиплікації на усіх варіантах. Тому вважаємо, що варто окрім трофічних детермінант досліджувати інші, наприклад, ендogenous фактори та способи коригування гормональних детермінант, що буде завданням наших подальших експериментів.

Серед живильних середовищ, використаних у дослідженні, найвищий вміст фосфору був у формі однозаміщеного калій фосфату (KH_2PO_4) у складі середовища **Hi** – 970 мг/л. У середовищі **KB** на фоні загального низького вмісту мінеральних елементів, концентрація фосфору становила

324 мг/л, що є другим показником серед проаналізованих варіантів.

Знижений загальний вміст мінеральних елементів у живильному середовищі сприяє стимуляції росту кореневої системи, яка прагне охопити більший об'єм культурального простору.

Регенеранти на середовищі **KB** формували кореневу систему у найкоротші строки. Порівняно із регенерантами на інших середовищах, на **KB** у регенерантів вже у перші дні закладалися кореневі бугорки в 1–1,5 мм.

Також у цих регенерантів на 45-ту добу культивування за спостереженнями встановлено найкращі біометричні показники ризогенезу: довжина кореневої системи 7,1 мм у сорту Український білий Гуляйпільський та 9,3 мм у сорту Любаша, кількість коренів становила 5,6–5,9 шт. на один регенерант. На нашу думку, саме середовище **KB** (табл. 5) виявилось оптимальним для ризогенезу завдяки поєднанню двох ключових чинників: високому вмісту фосфору на фоні загального низького кількісного вмісту інших мінеральних елементів живлення.

Неефективним для ризогенезу є застосування середовищ **MS** та **BDS**.

Під час порівняння сортів за коренотворенням *in vitro* встановлено, сорт Український білий Гуляйпільський поступався сорту Любаша.

Таблиця 5 – Вплив середовища на ризогенез регенерантів

Показник	Сорт	MS	Hi	BDS	B ₅	KB
Початок ризогенезу, днів	Український білий Гуляйпільський	31±0,45	23±0,34	26±0,32	18±0,28	17±0,25
	Любаша	24±0,35	19±0,29	17±0,25	16±0,24	13±0,21
Довжина кореневої системи, мм	Український білий Гуляйпільський	2,2±0,03	5,1±0,05	5,5±0,08	6,8±0,09	7,1±0,10
	Любаша	3,9±0,05	5,7±0,07	5,9±0,07	7,6±0,09	9,3±0,14
Кількість коренів, шт.	Український білий Гуляйпільський	4,9±0,06	5,5±0,06	4,2±0,05	5,1±0,06	5,6±0,06
	Любаша	5,1±0,07	5,7±0,08	4,8±0,06	4,9±0,06	5,9±0,07

Висновки. У процесі досліджень встановлено суттєві сортові відмінності у рівні ефективності культивування *in vitro* регенерантів часнику городнього (*Allium sativum* L.) залежно від мінерального складу живильних середовищ. За всіма комплексними біометричними та фенологічними показниками сорт Любаша перевищував сорт Український білий Гуляйпільський, що свідчить про його вищий морфогенетичний потенціал у культурі тканин. Отримані результати мають важливе значення для оптимізації біотехнологічних підходів до розмноження та збереження генофонду часнику, а також можуть бути використані у селекційній практиці для добору сортів з високою регенераційною здатністю.

На основі емпіричних досліджень впливу трофічних детермінант розроблено напрями удосконалення технології мікроклонального розмноження часнику городнього (*Allium sativum* L.) сортів Український білий Гуляйпільський та Любаша. Зокрема, на етапі введення експлантів в асептичну культуру рекомендовано застосування живильних середовищ на мінеральній основі BDS. Для забезпечення стабільності ростових процесів упродовж тривалого культивування на етапі мультиплікації доцільним є використання циклічної схеми чергування середовищ: чотири послідовні пасажі на середовищі BDS із подальшим одним пасажем на розвантажувальному середовищі Ні. На етапі ризогенезу оптимальним визначено застосування середовища KB, що сприяє формуванню повноцінних кореневих систем у регенерантів. Також у цих регенерантів на 45-ту добу культивування за спостереженнями встановлено найкращі біометричні показники ризогенезу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельник О.В., Митенко І.М. Вирощування часнику озимого: рекомендації. Київ: Аграрна наука, 2020. 52 с.
2. ДСТУ 5048:2008 Часник. Технологія вирощування. Загальні вимоги. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 11 с.
3. Сич З.Д., Кубрак С.М. Основні проблеми розсадництва і технологій вирощування часнику озимого в Україні. Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті: мат. міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених, аспірантів і докторантів. Біла Церква: БНАУ, 2017. Ч. 1. С. 15–16. URL: https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/1839/1/Osnovni_problemy%20%282%29.pdf.
4. Маковей Ю. Дефіцит часнику в Україні – на скільки вигідне його вирощування? 2025. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1665-defitsit-chasniku-v-ukrayini-naskilki-vigidne-yogo-viroshchuvannya>.
5. Сич З.Д., Кубрак С.М. Оцінка сортів і місцевих форм часнику озимого за господарсько цінними ознаками в умовах Правобережного Лісостепу України. Агробіологія: зб. наук. праць. Біла Церква: БНАУ, 2020. 1 (157). С. 169–174.
6. Яценко В.В. Адаптивна мінливість часнику озимого і біологізація технології вирощування: монографія. Дніпро: Середняк Т.К., 2021. 179 с.
7. Efficient Elimination of Viruses from Garlic Using a Combination of Shoot Meristem Culture, Thermotherapy, and Chemical Treatment / A.P. Benke et al. Pathogens. 2023. 12(1). 129 p. DOI: 10.3390/pathogens12010129.
8. Production of Virus-Free Garlic Plants through Somatic Embryogenesis / S. Kereša et al. Agronomy. 2021. 11. 876 p. DOI: 10.3390/agronomy11050876.
9. Гіпотермічне та низькотемпературне зберігання рослин-регенерантів і меристем часнику (*Allium sativum* L.) для створення *in vitro* колекцій / Т.В. Івченко та ін. Problems of cryobiology and cryomedicine: наук.-теорет. журн. 2017. 27(2). С. 110–120. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/KrioBiol_2017_27_2_4.
10. Мацкевич В.В. Як отримують безвірусний часник. Плантатор. 2018. № 5. С. 44–45.
11. *In vitro* Induction and Phenotypic Variations of Autotetraploid Garlic (*Allium sativum* L.) With Dwarfism / Y. Wen et al. Front. Plant Sci. 2022. 13. 917910. DOI: 10.3389/fpls.2022.917910
12. Yanmaz R., Yazar E., Kantoglu Y.T., Alper A. *In vitro* plant regeneration and bulblet formation of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum* (Kollman) Özhatay, Matthew, Siraneci) by shoot and root culture. Journal of Food, Agriculture & Environment. 2010. 8(3–4). P. 572–576.
13. *In vitro* culture techniques for disease free propagules production in garlic (*Allium sativum*), a spicy vegetable with therapeutic characteristics / S. Rajesh et al. Applied Ecology and Environmental Research. 2024. 22. P. 2941–2957. DOI: 10.15666/aecer/2204_29412957.
14. Assessment of antibacterial activity of *in vitro* and *in vivo* grown garlic (*Allium sativum* L.) / A. Fatima et al. Pakistan Journal of Botany. 2011. 43(6). P. 3029–3033.
15. Bekheet S.A. A synthetic seed method through encapsulation of *in vitro* proliferated bulblets of garlic (*Allium sativum* L.). Arab J Biotech. 2006. 9(3). P. 415–426.
16. Metwally E.I., El-Denari M.E., Dewir Y.H., Naidoo Y. *In vitro* propagation of garlic (*Allium sativum* L.) through adventitious shoot organogenesis. African Journal of Biotechnology. 2014. 13(38). P. 623–638.
17. *In vitro* propagation of Tunisian local garlic (*Allium sativum* L.) from shoot tip culture / C. Ayed et al. Journal of Horticulture and Postharvest Research. 2018. 1(2). P. 75–86. DOI: 10.22077/jhpr.2018.1457.1016
18. Mujica H., Sanabria M.E., Mogollón N., Perozo Y. Formación *in vitro* del bulbo del ajo

morado (*Allium sativum* L.). Revista de la Facultad de Agronomía. 2008. 25(2). P. 197–210. URL: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182008000200001.

19. Pardo A., Rivero S., Alvarado G. Conservación in vitro de microbulbos de ajo (*Allium sativum* L.). Bioagro. 2014. 26(2). P. 115–122.

20. Al-Safadi B., Faoury H. Evaluation of salt tolerance in Garlic (*Allium sativum* L.) cultivars using in vitro techniques. Advances in Horticultural Science. 2004. 18(3). P. 115–120. URL: <http://www.jstor.org/stable/42882324>.

21. Novák F.J., Havel L. Shoot production from in vitro cultured flower heads of *Allium porrum* L. Biol Plant. 1981. 23. P. 266–269. DOI: 10.1007/BF02895362.

22. Nair A.S., Seo B.B. Plantlet regeneration from callus initiated from flower buds in the wild species *Allium senescens* var. *minor*. Plant Cell Tissue Organ Cult. 1993. 34. P. 205–207. DOI: 10.1007/BF00036103.

23. El-Nil M.M.A. Organogenesis and embryogenesis in callus cultures of garlic (*Allium sativum* L.). Plant Science Letters. 1977. 9(3). P. 259–264. DOI: 10.1016/0304-4211(77)90035-9.

24. Bhojwani S.S. In vitro propagation of garlic by shoot proliferation. Scientia Horticulturae. 1980. 13(1). P. 47–52. DOI: 10.1016/0304-4238(80)90021-7.

25. Rauber M., Grunewaldt J. In vitro regeneration in *Allium species*. Plant Cell Reports. 1988. 7. P. 426–429.

26. Ayabe M., Sumi S. Establishment of a novel tissue culture method, stem-disc culture, and its practical application to micropropagation of garlic (*Allium sativum* L.). Plant Cell Reports. 1998. 17. P. 773–779. DOI: 10.1007/s002990050481.

27. Genetic variability in callus formation and regeneration of garlic (*Allium sativum* L.) / X. Barandiaran et al. Plant Cell Reports. 1999. 18. P. 434–437. DOI: 10.1007/s002990050599.

28. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/rejestr-sortiv-roslin>.

29. Кушнір Г.П., Сарнацька В.В. Мікроклональне розмноження рослин. Теорія і практика. Київ: Наук. думка, 2005. 270 с.

30. Мікроклональне розмноження рослин: навч.-метод. посіб. Суми, 2023. 215 с.

31. Murashige T., Skoog F.A. Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. Plant Physiology. 1962. 15. P. 473–497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x/.

32. Dunstan D.I., Short K.C. Improved Growth of Tissue Cultures of the Onion, *Allium cepa*. Physiologia Plantarum. 1977. 41 (1). P. 70–72. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1977.tb01525.x

33. Gamborg O.L., Murashige T., Thorpe T.A., Vasil I.K. Plant tissue culture media. In vitro. 1976. 12(7). P. 473–478.

34. Мацкевич В.В. Мікроклональне розмноження видів рослин in vitro та їх постасептична

адаптація: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.05. Суми, 2020. 478 с.

35. Мацкевич В.В., Філіпова Л.М., Олешко О.Г. Фізіологія та біотехнологія рослин: підручник. Біла Церква: БНАУ, 2022. 427 с.

36. Манушкіна Т.М. Біотехнологія в рослинництві: курс лекцій. Миколаїв: МНАУ, 2014. 51 с.

37. Геноміка: навч. посіб. / В.М. Попов та ін. Харків: ХНАУ, 2020. 104 с.

38. Терек О.І., Пацула О.І. Ріст і розвиток рослин: навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 328 с.

REFERENCES

1. Melnyk, O.V., Mytenko, I.M. (2020). Vyroshchuvannya chasnyku ozymoho: rekomendatsii [Growing winter garlic: recommendations]. Kyiv, Agrarian science, 52 p.

2. DSTU 5048:2008 Chasnyk. Tekhnolohiia vyroshchuvannya. Zahalni vymohy [Garlic. Cultivation technology. General requirements]. Kyiv, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2010, 11 p.

3. Sych, Z.D., Kubrak, S.M. (2017). Osnovni problemy rozsadnytstva i tekhnolohii vyroshchuvannya chasnyku ozymoho v Ukraini [The main problems of winter garlic nursery and growing technologies in Ukraine]. Naukovi poshuky molodi u tretomu tysiacholitti: mat. Mizhnar. nauk.-prakt. konferentsii molodykh uchenykh, aspirantiv i doktorantiv [Young scientific thoughts in the third millennium: materials of the international scientific and practical conference of young scientists, graduate and doctoral students]. Bila Tserkva, BNAU, Part 1, pp. 15–16. Available at: https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/1839/1/Osnovni_problemy%20%282%29.pdf

4. Makovei, Yu. (2025). Defitsyt chasnyku v Ukraini – na skilky vyhidne yoho vyroshchuvannya [Garlic shortage in Ukraine – how profitable is it to grow it?]. Available at: <https://kurkul.com/spetsproekty/1665-defitsit-chasnyku-v-ukraini-naskilki-vigidne-yogo-viroshchuvannya>

5. Sych, Z.D., Kubrak, S.M. (2020). Otsinka sortiv i mistsevykh form chasnyku ozymoho za hospodarsko tsinnymy oznakamy v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Evaluation of varieties and local forms of winter garlic according to economically valuable traits in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Ahrobiolohiia: zb. nauk. prats [Agrobiology: collection of scientific works]. Bila Tserkva, BNAU, Issue 1 (157), pp. 169–174.

6. Yatsenko, V.V. (2021). Adaptivna minlyvist chasnyku ozymoho i biolohizatsiia tekhnolohii vyroshchuvannya: monohrafiia [Adaptive variability of winter garlic and biologization of cultivation technology]. Dnipro, Seredniak T.K., 179 p.

7. Benke, A.P., Krishna, R., Khandagale, K., Gawande, S., Shelke, P., Dukare, S., Dhumal, S., Singh, M., Mahajan, V. (2023). Efficient Elimination of Viruses from Garlic Using a Combination of Shoot Meristem Culture, Thermo-therapy, and Chemical Treatment. Pathogens. no. 12(1), 129 p. DOI: 10.3390/pathogens12010129.

8. Kereša, S., Kurtović, K., Ban, S.G., Vončina, D., Jerčić, I.H., Bolarić, S., Lazarević, B., Godena, S., Ban, D., Mihovilović, A.B. (2021). Production of Virus-Free Garlic Plants through Somatic Embryogenesis. *Agronomy*. no. 11, 876 p. DOI: 10.3390/agronomy11050876.
9. Ivchenko, T.V., Vitsenia, T.I., Shevchenko, N.O., Bashtan, N.O., Kornienko, S.I. (2017). Hipotermichne ta nyzkotemperaturne zberihannia roslyn-rehenerativ i merystem chasnyku (*Allium sativum* L.) dlia stvorennia *in vitro* kolektsii [Hypothermic and low-temperature storage of regenerant plants and meristems of garlic (*Allium sativum* L.) for the creation of *in vitro* collections]. *Problems of cryobiology and cryomedicine: nauk.-teoret. zhurn. [Problems of cryobiology and cryomedicine: scientific-theoretical journal]*. Vol. 27, no. 2, pp. 110–120. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/KrioBiol_2017_27_2_4.
10. Matskevych, V.V. (2018). Yak otrymuiut bezvirusnyi chasnyk [How to get virus-free garlic]. *Plantator [Planter]*. no. 5, pp. 44–45.
11. Wen, Y., Liu, H., Meng, H., Qiao, L., Zhang, G., Cheng, Z. (2022). *In vitro* Induction and Phenotypic Variations of Autotetraploid Garlic (*Allium sativum* L.) With Dwarfism. *Front. Plant Sci.* no. 13. 917910. DOI: 10.3389/fpls.2022.917910.
12. Yanmaz, R., Yazar, E., Kantoglu, Y.T., Alper, A. (2010). *In vitro* plant regeneration and bulblet formation of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum* (Kollman) Özhatay, Matthew, Siraneci) by shoot and root culture. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. no. 8(3–4), pp. 572–576.
13. Rajesh, S., Meena, S., Radhamani, T., Sivakumar, P., Shenbagavalli, S., Srimathipriya, L., Prabh, T., Anitha, T., Sathish, G., Suganya Kanna, S., Balakumbahan, R., Rajadurai, K., Nageswari, K., Rajangam, J. (2024). *In vitro* culture techniques for disease free propagules production in garlic (*Allium sativum*), a spicy vegetable with therapeutic characteristics. *Applied Ecology and Environmental Research*. no. 22, pp. 2941–2957. DOI: 10.15666/aecer/2204_29412957.
14. Fatima, A., Ahmad, T., Khan, S.J., Deebe, F., Zaidi, N. (2011). Assessment of antibacterial activity of *in vitro* and *in vivo* grown garlic (*Allium sativum* L.). *Pakistan Journal of Botany*. no. 43(6), pp. 3029–3033.
15. Bekheet, S.A. (2006). A synthetic seed method through encapsulation of *in vitro* proliferated bulblets of garlic (*Allium sativum* L.). *Arab J Biotech.* no. 9(3), pp. 415–426.
16. Metwally, E.I., El-Denary, M.E., Dewir, Y.H., Naidoo, Y. (2014). *In vitro* propagation of garlic (*Allium sativum* L.) through adventitious shoot organogenesis. *African Journal of Biotechnology*. no. 13(38), pp. 623–638.
17. Ayed, C., Bayoudh, C., Rhimi, A., Mezghani, N., Haouala, F., AL Mohandes Dridi, B. (2018). *In vitro* propagation of Tunisian local garlic (*Allium sativum* L.) from shoot tip culture. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*. Issue 2, pp. 75–86. DOI: 10.22077/jhpr.2018.1457.1016 https://jhpr.birjand.ac.ir/article_780.html.
18. Mujica, H., Sanabria, M. E., Mogollón, N., Perozo, Y. (2008). Formación *in vitro* del bulbo del ajo morado (*Allium sativum* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía*. no. 25(2), pp. 197–210. Available at: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182008000200001.
19. Pardo, A., Rivero, S., Alvarado, G. (2014). Conservación *in vitro* de microbulbos de ajo (*Allium sativum* L.). *Bioagro*. no. 26(2), pp. 115–122.
20. Al-Safadi, B., Faoury, H. (2004). Evaluation of salt tolerance in Garlic (*Allium sativum* L.) cultivars using *in vitro* techniques. *Advances in Horticultural Science*. no. 18(3), pp. 115–120. Available at: <http://www.jstor.org/stable/42882324>.
21. Novák, F.J., Havel, L. (1981). Shoot production from *in vitro* cultured flower heads of *Allium porrum* L. *Biol Plant*. no. 23, pp. 266–269. DOI: 10.1007/BF02895362.
22. Nair, A.S., Seo, B.B. (1993). Plantlet regeneration from callus initiated from flower buds in the wild species *Allium senescens* var. minor. *Plant Cell Tiss Organ Cult*. no. 34, pp. 205–207. DOI: 10.1007/BF00036103.
23. El-Nil, M.M.A. (1977). Organogenesis and embryogenesis in callus cultures of garlic (*Allium sativum* L.). *Plant Science Letters*. no. 9(3), pp. 259–264. DOI: 10.1016/0304-4211(77)90035-9.
24. Bhojwani, S.S. (1980). *In vitro* propagation of garlic by shoot proliferation. *Scientia Horticulturae*. no. 13(1), pp. 47–52. DOI: 10.1016/0304-4238(80)90021-7.
25. Rauber, M., Grunewaldt, J. (1988). *In vitro* regeneration in *Allium* species. *Plant Cell Reports*. no. 7, pp. 426–429.
26. Ayabe, M., Sumi, S. (1998). Establishment of a novel tissue culture method, stem-disc culture, and its practical application to micropropagation of garlic (*Allium sativum* L.). *Plant Cell Reports*. no. 17, pp. 773–779. DOI: 10.1007/s002990050481.
27. Barandiaran, X., Martín, N., Rodríguez-Conde, M. (1999). Genetic variability in callus formation and regeneration of garlic (*Allium sativum* L.). *Plant Cell Reports*. no. 18, pp. 434–437. DOI: 10.1007/s002990050599.
28. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine]. 2025. Available at: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslyn>.
29. Kushnir, H.P., Sarnatska, V.V. (2005). Mikroklonalne rozmnozhenia roslyn. Teoriia i praktyka [Microclonal plant propagation. Theory and practice]. Kyiv, Scientific thought, 270 p.
30. Matskevych, V.V., Kravchenko, N.V., Podhaietskyi, A.A. (2023). Mikroklonalne rozmnozhenia roslyn: navch.-metodych. posib. [Microclonal propagation of plants: a teaching and methodological manual]. Sumy, 215 p.
31. Murashige, T., Skoog, F.A. (1962). Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays

with Tobacco Tissue Cultures. Plant Physiology. no. 15, pp. 473–497. DOI: 10.1111/j.1399–3054.1962.tb08052.x/.

32. Dunstan, D.I., Short, K.C. (1977). Improved Growth of Tissue Cultures of the Onion, *Allium cepa*. Physiologia Plantarum. no. 41 (1), pp. 70–72. DOI: 10.1111/j.1399–3054.1977.tb01525.x.

33. Gamborg, O.L., Murashige, T., Thorpe, T.A., Vasil, I.K. (1976). Plant tissue culture media. In vitro. no. 12(7), pp. 473–478.

34. Matskevych, V.V. (2020). Mikroklonalne rozmnozhenia vydiv roslin in vitro ta yikh postaseptychna adaptatsiia: dys. ... dok. s.-h. nauk: 06.01.05 [Microclonal propagation of plant species in vitro and their post-aseptic adaptation: dissertation of Doctor of Sciences]. Sumy, 478 p.

35. Matskevych, V.V., Filipova, L.M., Oleshko, O.H. (2022). Fiziologhiia ta biotekhnologhiia roslin: pidruchnyk [Plant Physiology and Biotechnology]. Bila Tserkva, BNAU, 427 p.

36. Manushkina, T.M. (2014). Biotekhnologhiia v roslinnytstvi: kurs leksii [Biotechnology in crop production: course of lectures]. Mykolaiv, MNAU, 51 p.

37. Popov, V.M., Dolhova, T.A., Lymanska, S.V. (2020). Henomika: navch. posib. [Genomics]. Kharkiv, KhNAU, 104 p.

38. Terek, O.I., Patsula, O.I. (2011). Rist i rozvytok roslin: navch. posibnyk [Plant growth and development]. Lviv, LNU after name Ivana Franka, 328 p.

Mineral composition of nutrient media as a determinant of *in vitro* cultivation of *Allium sativum* L.

Filipova L., Matskevych V., Yezerkovska L., Karaulna V., Omelchenko O., Liaskivska O.

For the development of commercial seed production and modern scientific research in the field of agricultural production, in particular the cultivation of garden garlic (*Allium sativum* L.), an urgent task is to improve existing and create new biotechnological protocols for promising varieties. One of the key aspects of this task is the study of the effects of nutrient media with different mineral compositions on the efficiency of *in vitro* regenerants, which necessitates the selection of optimal conditions for a specific variety.

The aim of this study was to determine the effect of nutrient media differing in mineral composition on the growth and development of garlic plants of the «Ukrainian White Gulyaypolsky» and «Lyubasha» varieties *in vitro*, with the subsequent possibility of regulating ontogenesis in industrial cultivation conditions.

Experimental studies were conducted in the biotechnology laboratory of the «Berry Farm Ukraine» agricultural enterprise and the scientific and educational laboratory «Plant Biotechnology» of Bila Tserkva National Agrarian University. Cultivation was carried out according to generally accepted methods using MS, B5, Hi, BDS та KB nutrient media, which differed in mineral composition, at three stages of microclonal propagation: initiation of aseptic culture, multiplication, and rhizogenesis.

The results showed varietal differences in the efficiency of *in vitro* garlic regenerants depending on the mineral composition of the nutrient media. Based on a set of biometric and phenological parameters, the cultivar «Liubasha» outperformed «Ukrainskyi Bilyi Hulaiipilskyi», indicating its higher morphogenetic potential in tissue culture. To optimize the microclonal propagation technology of «Ukrainian White», «Hulaiipilskyi», and «Lyubasha» garlic varieties at the stage of introducing explants into aseptic culture, it is advisable to use BDS nutrient medium. The smallest number of vitrified plants was observed in this nutrient medium – 2.4–2.9 %. At the multiplication stage, it is recommended to use a cyclic scheme of alternating media: four consecutive passages on BDS medium followed by one passage on Ni unloading medium, which ensures the stability of growth processes during long-term cultivation. At the rhizogenesis stage, the use of the KV medium proved to be optimal. The data obtained are the basis for improving biotechnological methods of mass propagation and preservation of the garlic gene pool, and are also of practical interest for selection, in particular in the selection of genotypes with high morphogenetic potential.

Key words: microclonal propagation, mineral composition of the medium, regenerant, unloading medium, aseptic conditions, micro shoots, rhizogenesis.



Copyright: Філіпова Л.М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Філіпова Л.М.

Мацкевич В.В.

Єзерковська Л.В.

Караульна В.М.

<https://orcid.org/0000-0002-7447-5418>

<https://orcid.org/0000-0002-9314-8033>

<https://orcid.org/0000-0002-6644-120X>

<https://orcid.org/0000-0002-9141-9880>