

ДІЄВІСТЬ МОДИФІКОВАНОГО ПОЖИВНОГО СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ КУЛЬТУРИ *IN VITRO* ЗА РОЗМНОЖЕННЯ ГЕНЕТИЧНО ІДЕНТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ СЕЛЕРИ КОРЕНЕПЛІДНОЇ ТА ЇЇ ПРОДУКТИВНІСТЬ У ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ

Поліщук Т.В., Кецкало В.В.

ВСТУП. Цінність овочевої культури визначається хімічним складом її продукції. Тому більш цінними є ті культури, що містять, окрім білків, жирів і вуглеводів, цілий комплекс вітамінів, мікро- та макроелементів. Типовим представником останніх є коренеплідні овочеві культури, зокрема селера. При роботі з селерою коренеплідною (*Apium graveolens, L.*), як правило, вдаються до розсадного способу вирощування з пікіровкою. Ці роботи займають 80–100 діб та потребують значних затрат людських і матеріальних ресурсів. Тому логічним постає питання доцільності використання біотехнологічних методів для розмноження садивного матеріалу селери [1, 2].

Біотехнологія є новим підходом на сучасному етапі використання методів генетики і селекції, який надалі дозволить підвищити врожайність культур, поліпшити якість продукції та бути економічно вигідними у виробництві і не завдавати шкоди навколишньому середовищу [3, 4, 5].

Впродовж декількох десятиліть в селекції рослин та насінництві біотехнологічні методи використовують все частіше і поряд з традиційними способами розмноження і збереження рослин все більшого значення набуває використання для цих цілей мікророзмноження, яке знаходить широке застосування для вирішення науково-теоретичних та практичних завдань. Саме за допомогою мікророзмноження рослин можна отримати за короткий термін велику кількість рослин, які будуть генетично ідентичними вихідному виду. Так, полуниця, картопля, овочеві та деякі лікарські рослини здатні до

вегетативного розмноження традиційними методами культури, а також успішно впроваджені *in vitro* і можуть досягти високих темпів розмноження. Однак пришвидшене розмноження дефіцитних генотипів *in vitro* має сенс лише тоді, коли в процесі мікроклонування спадковість племінної особини залишається недоторканою [6].

Метод мікроклонального розмноження з меристем у культурі *in vitro* отримав в останні роки великий розвиток в нашій країні і за її межами [7, 8, 9]. Переваги методу полягають у тому, що він дозволяє брати експланти з рослин, які знаходяться на різних фазах розвитку, що дає можливість значно пришвидшити розмноження цінного селекційного матеріалу [10, 11, 12].

Сучасна біотехнологія рослин – це сума технологій, розроблених з молекулярних та клітинних рослин; це новий етап у розвитку технології селекції рослин. Внесок біотехнологій у різні галузі, включаючи овочівництво, полягає у сприянні традиційним методам розмноження рослин та розробці нових технологій, що дозволяють підвищити ефективність сільського господарства. Саме за допомогою біотехнології та генної інженерії створені рослини, стійкі до шкідників, хвороб, генотипів гербіцидів. Розроблена методика зцілення рослин від накопичення інфекцій, що особливо важливо для вегетативно розмножуваних культур (картопля та ін.). Проводяться дослідження щодо вдосконалення амінокислотного складу рослинних білків, розробляються нові регулятори росту рослин, мікробіологічні засоби захисту рослин від шкідників та хвороб, розробляються бактеріальні добрива [13].

Розпочинаючи роботу з новим видом *in vitro*, науковець стикається з рядом проблем. Для початку необхідно розробити систему стерилізації десяти експлантів для очищення їх від збудників хвороб. Наступним етапом є добір живильного середовища для введення експлантів до стерильної культури. В більшості випадків для цього використовуються традиційні живильні середовища [14, 15]. Залишаючи незмінними солі мікроелементів, джерело заліза та вуглецю, середовища модифікують за вмістом вітамінів і регуляторів росту. Нерідко до експериментальних живильних середовищ додають

комплексні органічні добавки. Це речовини, хімічний склад яких остаточно невідомий, але експериментально встановлено, що введення їх до складу живильного середовища сприяє кращому введенню експлантів до стерильної культури [16].

Поживне середовище є головним фактором клонального мікророзмноження і рекомендується для більшості біовидів використовувати *Murasige-Scuga*, що містить сприятливі для росту рослин речовини, на якому легко укорінюються рослини [17]. Метод культури ізольованих клітин і тканин розроблений для багатьох видів плодових, лісових, декоративних та інших сільськогосподарських рослин. В культурі *in vitro* введено тільки 30 видів овочів, що у порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами недостатньо. Технологія клонального мікророзмноження картоплі, коренеплідів поставлена на промислову основу, з іншими рослинами проводяться селекційно-генетичні дослідження [18, 19, 20, 21].

Значну увагу зараз вчені усього світу приділяють лікувальним властивостям селери. Вивчаються детально її антиоксидантні [23], протипухлинні [24] та інші фармакологічні властивості [25].

1. Матеріали та методи досліджень

Дослідження виконували в Уманському національному університеті садівництва. Вивчали сорти селери коренеплідної Аніта та Цілитель, внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для вирощування в Україні та поживне середовище для вирощування рослин у культурі *in vitro* [22]. З метою визначення оптимальної концентрації регулятору росту рослин бензолоамінопурин у живильному середовищі *Murasige-Scuga* (MS) для отримання генетично-ідентичного матеріалу досліджували його склад з концентрацією регулятору росту рослин бензолоамінопурин (6-БАП) – 0,2 %, 0,3, 0,5 %. За контроль використовували живильне середовище *Murasige-Scuga*.

Відмиті від залишків субстрату рослини висаджували з культурального посуду у касети по 1 рослині у чарунку з субстратом розміром 4×4 см. Касети з висадженими рослинами розміщували у вологій камері з вологістю повітря

85 %, температурою 20–22⁰С і освітленістю 5–10 клк. Рослини регулярно поливали дистильованою водою та раз на тиждень підживлювали.

Для вирощування рослин-регенерантів використовували родючий, легкий за фізичним складом, з доброю вологоємністю стерильний субстрат з такими компонентами: перегній 30 % + дернова земля 10 % + перліт 30 % + торф 30 % та перегній 30 % + дернова земля 10 % + вермикуліт 30 % + торф 30 %.

Розсаду селери вирощували упродовж 60 діб. Висаджували рослини у відкритий ґрунт в першій декаді травня за схемою 45×20 см, що відповідає густоті 111 тис. шт. росл./га. Догляд за рослинами у наступний період вегетації був загальноприйнятим для селери. Біометричні вимірювання проводили на 10 типових маркованих рослинах у повтореннях кожного варіанту досліду. Дослід закладали у чотириразовій повторності.

Проводили у динаміці фенологічні і біометричні спостереження, в ході яких відмічали початок фази, коли до неї вступило 10–15 % рослин і повну фазу, коли вона спостерігалась у 75 % рослин. У дослідах дотримувалися одночасного строку сівби насіння та пересаджування рослин-регенерантів на живильне середовище. У відкритому ґрунті рослини вирощувалися за загальноприйнятою технологією.

2. Результати та обговорення

Розмноження посадкового матеріалу та виділення безвірусних форм різних видів рослин застосовують з метою клонального мікророзмноження в культурі тканин *in vitro*. Метод культури ізольованих клітин і тканин розроблений для багатьох видів сільськогосподарських рослин та широко застосовується для вирощування овочевих рослин.

Спосіб розмноження селери коренеплідної в культурі *in vitro* полягає у використанні традиційного живильного середовища *Murasige-Scuga*, яке доповнюється додаванням фітогормону у певній концентрації для індукції утворення листків і пагонів з меристематичних зон плодових рослин, що дозволяє посилити утворення калусної тканини та відповідно розеток листків у рослин.

Отримання і розмноження рослин-регенерантів. Інтенсивне утворення калусної тканини на інтродукційному середовищі розпочиналося через 1,5–2 тижні після пересаджування експлантів. Розвиток рослин-регенерантів відбувався за типом прямого органогенезу (рис. 1).



а)



б)



в)

Рис. 1. Розвиток рослин-регенерантів:

а – утворення дрібних пагонів

б – пересаджування для додаткового розмноження

в – утворення кореневої системи рослин

Під час першого етапу розмноження рослин утворювались чисельні дрібні пагони, які через кожні 3–4 тижні ми розділяли і пересаджували для додаткового розмноження на свіже живильне середовище, аналогічне за складом. Впродовж останнього пересаджування одержані рослини-регенеранти з добре розвиненими листками висаджували для укорінення на живильне середовище до складу якого входили ауксини.

За висадженими на живильне середовище рослинами-регенерантами селери коренеплідної проводилися фенологічні спостереження, які показали, що проростання насіння у всіх варіантах досліду відбувалось майже одночасно з різницею в дві–три доби. Встановлено, що рослини сорту Цілитель краще утворювали калусну тканину, на відміну від сорту Аніта.

З культурального посуду рослини селери для акліматизації до умов навколишнього середовища і подальшого дорощування висаджували у теплицю у першій декаді квітня, коли рослини після укорінення мали 4–6 листків та 5–7 і

більше розвинених корінців. Дослідженнями встановлено, що рослини селери за вирощування у культуральному посуді залежно від складу живильного середовища мали різний зовнішній вигляд і різні розміри. Тому для визначення впливу живильного середовища і умов вирощування на ріст і розвиток рослин селери досліджуваних сортів ми провели біометричні вимірювання та спостереження, насамперед визначали висоту рослин перед висаджуванням у теплицю.

Отримані дані свідчать, що рослини сортів Аніта і Цілитель мали більшу висоту за застосування середовища 6-БАП 0,2 – 8,9 і 9,4 см відповідно, що істотно нижче контролю на 3,1–3,2 см ($HP_{05} = 0,3$ см). Застосування більшої концентрації 6-БАП 0,3 % приводило до істотного зниження висоти рослин відповідних сортів до 6,6 і 8,2 см і різниця до контролю складала 0,9–1,9 см. Підвищення концентрації 6-БАП до 0,5% не сприяло підвищенню інтенсивності росту рослин і відбувалося зниження показника до 6,0 і 7,9 см (рис. 2).

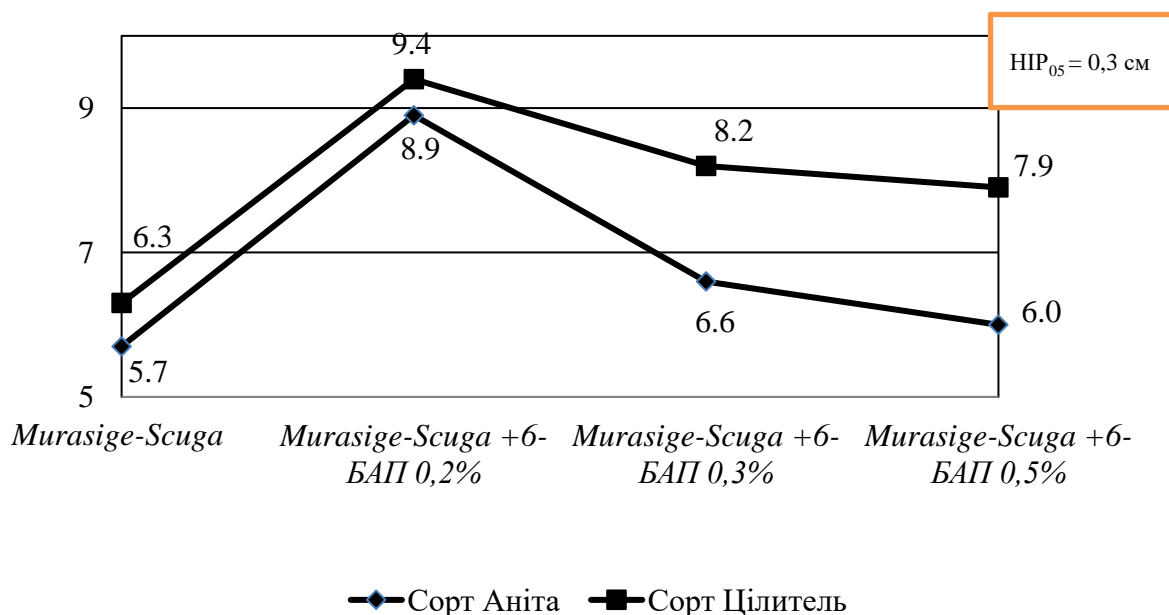


Рис. 2. Висота рослин селери коренеплідної перед висаджуванням з культурального посуду в теплицю, см (середнє за 2015–2017 р.)

Фенологічні та біометричні спостереження за ростом і розвитком рослин селери коренеплідної, вирощених in vitro, після висаджування у

відкритий ґрунт. Ріст і розвиток рослин у непередбачуваних умовах відкритого ґрунту на перших етапах був дуже повільним, а у міру їхнього пристосування до цих умов пришвидшувався. Висота рослин селери коренеплідної сортів Аніта і Цілитель у період інтенсивного росту через 30 та 60 діб після висаджування у відкритий ґрунт залежала від способу вирощування рослин-регенерантів у культурі *in vitro* (рис. 3, рис. 4).

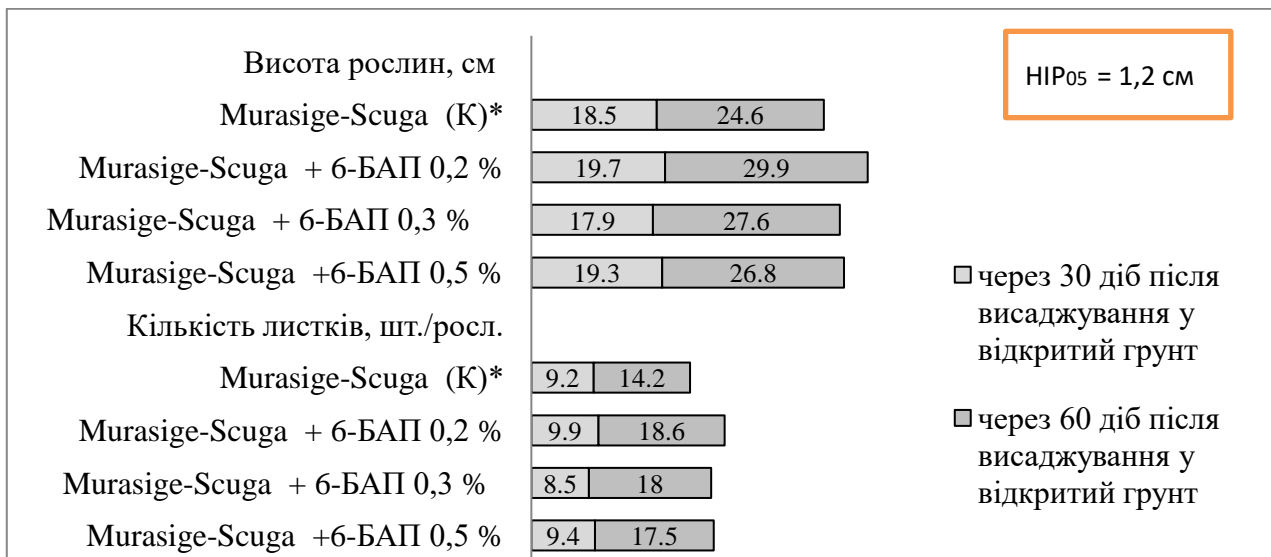


Рис. 3. Біометричні показники селери коренеплідної сорту Аніта, вирощених в умовах культури *in vitro* (середнє за 2015–2017 рр.)

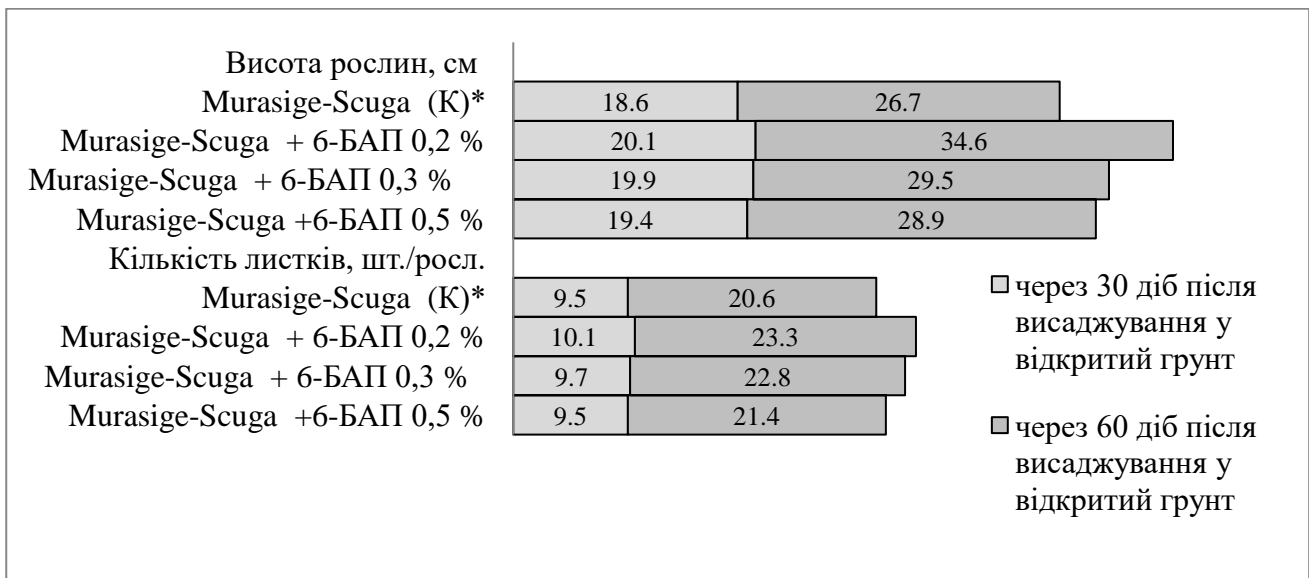


Рис. 4. Біометричні показники селери коренеплідної сорту Цілитель, вирощених в умовах культури *in vitro* (середнє за 2015–2017 рр.)

Так, у досліджуваних сортів селери через 30 діб після висаджування вищими були рослини за вирощування з додаванням до поживного середовища

фітогормону 6-БАП у концентрації 0,2 % – 19,7 і 20,1 см відповідно. Менші показники у сорту Аніта відмічено за додавання до поживного середовища 6-БАП 0,3 % – 17,9 см, а у сорту Цілитель – 18,6 см у контролю. Облиствленість рослин більшою була також за використання 6-БАП 0,2 %. У сорту Аніта даний показник був на рівні 9,9 шт./роsl., у сорту Цілитель – 10,1 шт./роsl. Меншу кількість листків на рослині у сорту Аніта спостерігали за застосування 6-БАП 0,3 %, у сорту Цілитель цей показник був нижчим у контролі і за використання 6-БАП 0,5 % – 9,5 шт./роsl. (рис. 5).



сорт Аніта

сорт Цілитель

Рис. 5. Коренеплоди сортів Аніта та Цілитель за вирощування рослин *in vitro* на живильному середовищі *Murasige-Scuga* + 6-БАП 0,2 %

Проте через 60 діб після висаджування у відкритий ґрунт рослини сортів Аніта і Цілитель більшу висоту мали за вирощування рослин-регенерантів з додаванням до поживного середовища 6-БАП 0,2 % – 29,9 і 34,6 см відповідно, облиствленість рослин становила 18,6 і 23,3 шт./роsl. відповідно. Меншу висоту і облиствленість мали рослини досліджуваних сортів за вирощування рослин-регенерантів у контролі, у сорту Аніта дані показники були на рівні 24,6 см і 14,2 шт. /роsl., а у сорту Цілитель – 26,7 см і 20,6 шт./роsl.

На час збирання врожаю наростання загальної площі листків у селери сорту Аніта і Цілитель інтенсивніше проходив за додавання до поживного

середовища БАП 0,2 – 18,6 і 25,4 тис м²/га відповідно проти контролю – 16,1 і 20,7 тис м²/га відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Біометричні показники сортів селери коренеплідної, вирощених в умовах культури *in vitro* перед збиранням врожаю (середнє за 2015–2017 рр.)

Живильне середовище	Кількість листків, шт./росл.	Площа листка, см ²	Площа листків, тис м ² /га	Листковий індекс
сорт Аніта				
Murasige-Scuga (контроль)	23,2	63,2	16,1	1,5
Murasige-Scuga + 6-БАП 0,2 %	25,6	66,1	18,6	1,8
Murasige-Scuga + 6-БАП 0,3 %	24,6	65,9	17,8	1,7
Murasige-Scuga + 6-БАП 0,5 %	23,9	63,7	16,7	1,6
сорт Цілитель				
Murasige-Scuga (контроль)	26,5	75,9	20,7	2,0
Murasige-Scuga + 6-БАП 0,2 %	29,3	78,7	23,9	2,3
Murasige-Scuga + 6-БАП 0,3 %	28,7	77,6	22,9	2,2
Murasige-Scuga + 6-БАП 0,5 %	27,4	76,1	21,5	2,1

Урожайність та якісні показники селери коренеплідної залежно від живильного середовища для вирощування рослин in vitro. Урожайність та якість товарної продукції є важливим показником, що характеризує вплив застосування різного живильного середовища для вирощування рослини. Погодні умови років дослідження також вплинули на рівень врожайності селери. У 2015 р. у сорту Аніта вона досягнула меж 19,2–22,9 т/га і вищу врожайність отримано за вирощування рослин на живильному середовищі з концентрацією 6-БАП 0,2 %, що на 3,7 т/га більше, ніж у контролі. Деяко меншу врожайність у сорту Аніта отримано за вирощування рослин на живильному середовищі *Murasige-Scuga* + 6-БАП 0,3 % та *Murasige-Scuga* + 6-БАП 0,5 % – 21,7 та 20,6 т/га відповідно.

У 2016 р. врожайність коренеплідів також вищою відмічено за вирощування рослин на живильному середовищі з додаванням до нього 6-БАП у концентрації 0,2 % – 24,7 т/га, що на 3,6 т/га більше, ніж в контролі та на 1,1 т/га й 1,7 т/га більше, ніж за вирощування рослин-регенерантів на

середовищі *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,3 % та *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,5 % (табл. 2).

Таблиця 2

Товарна урожайність селери коренеплідної залежно від способу вирощування рослин у культурі *in vitro*, т/га

Живильне середовище	Рік			Середнє за три роки	± до контролю
	2015	2016	2017		
сорт Аніта					
<i>Murasige-Scuga</i> (контроль)	19,2	21,1	27,0	22,4	0
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,2 %	22,9	24,7	30,4	26,0	+3,6
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,3 %	21,7	23,6	28,8	24,7	+2,3
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,5 %	20,6	23,0	27,9	23,8	+1,4
НІР ₀₅	1,1	1,0	1,3	–	–
сорт Цілитель					
<i>Murasige-Scuga</i> (контроль)	17,0	20,3	25,9	21,1	0
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,2 %	20,5	24,2	29,8	24,8	+3,7
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,3 %	18,6	23,3	27,2	23,0	+1,9
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,5 %	17,8	23,5	26,5	22,6	+1,5
НІР ₀₅	0,9	1,0	1,2	–	–

Аналогічна ситуація була і в 2017 році. Врожайність коренеплідів сорту Аніта вищою була за вирощування рослин на живильному середовищі з додаванням до нього 6-БАП у концентрації 0,2 % – 30,4 т/га, що на 3,4 т/га більше, ніж в контролі та на 1,6 т/га й 2,5 т/га більше, ніж за вирощування рослин-регенерантів на середовищі *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,3 % та *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,5 %.

У сорту Цілитель в 2015 р. врожайність становила 17,0–20,5 т/га і вищою була за вирощування рослин на живильному середовищі з концентрацією 6-БАП 0,2 %, що на 3,5 т/га більше, ніж у контролі. Дещо меншу врожайність у сорту Цілитель отримали за вирощування рослин на живильному середовищі *Murasige-Scuga* + 6-БАП 0,3 % та *Murasige-Scuga* + 6-БАП 0,5 % – 18,6 та 17,8 т/га відповідно.

У 2016 р. врожайність коренеплідів також вищою відмічено за вирощування рослин на живильному середовищі з додаванням до нього 6-БАП

у концентрації 0,2 % – 24,2 т/га, що на 3,9 т/га більше, ніж в контролі та на 0,9 т/га й 0,7 т/га більше, ніж за вирощування рослин-регенерантів на середовищі *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,3 % та *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,5 %.

Аналогічна ситуація була і в 2017 році. Врожайність коренеплодів сорту Цілитель вищою була за вирощування рослин на живильному середовищі з додаванням до нього 6-БАП у концентрації 0,2 % – 29,8 т/га, що на 3,9 т/га більше, ніж в контролі та на 2,6 т/га й 3,3 т/га більше, ніж за вирощування рослин-регенерантів на середовищі *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,3 % та *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,5 %.

Дослідження показали, що в середньому впродовж 2015–2017 рр. вищу врожайність селери отримано за вирощування експлантів на середовищі *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,2 % і у сорту Аніта вона становить 26,0 т/га, що на 3,6 т/га істотно вище, ніж у контролі, а у сорту Цілитель – 24,8 т/га, що на 3,7 т/га істотно вище, ніж у контролі. Отже, кращим варіантом досліду є вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,2 %, що дозволяє додатково отримати 3,6–3,7 т/га високоякісної продукції.

Важливим показником якості коренеплодів є їх довжина і діаметр. В дослідах проводили встановлення якісних показників коренеплодів – вимірювали їх довжину та діаметр. Також визначали їх індекс форми, який у сорту Аніта в середньому за роки знаходився в межах 0,86–0,98, а у сорту Цілитель 0,83–0,94.

У середньому за роки досліджень довжина коренеплоду сорту Аніта досягнула рівня 5,5–6,1 см. Більшим цей показник відмічено за вирощування рослин-регенерантів з додаванням до живильного середовища 6-БАП в концентрації 0,2 %, що на 0,6 см більше, ніж у контролі. Майже однаковою була висота коренеплодів за додавання до живильного середовища 6-БАП в концентрації 0,3 та 0,5 % – 5,9 см та 5,8 см відповідно. У середньому за роки досліджень довжина коренеплоду сорту Цілитель досягнула рівня 5,6–6,9 см. Більшим цей показник відмічено за вирощування рослин-регенерантів з

додаванням до живильного середовища 6-БАП в концентрації 0,2 %, що на 1,3 см більше, ніж у контролі. Майже однаковою була висота коренеплодів за додавання до живильного середовища 6-БАП в концентрації 0,3 та 0,5 % – 6,0 см та 5,8 см відповідно (табл. 3).

Таблиця 3

Якісні показники коренеплодів селери за різного способу вирощування рослин в культурі *in vitro* (середнє за 2015–2017 рр.)

Живильне середовище	Довжина коренеплоду, см	Діаметр коренеплоду, см	Індекс форми коренеплоду
сорт Аніта			
<i>Murasige-Scuga</i> (контроль)	5,5	5,9	0,93
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,2 %	6,1	7,1	0,86
<i>Murasige-Scuga</i> +6-БАП 0,3 %	5,9	6,0	0,98
<i>Murasige-Scuga</i> +6-БАП 0,5 %	5,8	6,2	0,94
сорт Цілитель			
<i>Murasige-Scuga</i> (контроль)	5,6	6,0	0,93
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,2 %	6,9	7,8	0,88
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,3 %	6,0	7,2	0,83
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,5 %	5,8	6,2	0,94

Діаметр коренеплодів сорту Аніта в середньому за три роки знаходився в межах 5,9–7,1 см. Збільшувався цей показник за вирощування рослин-регенерантів на середовищі *Murasige-Scuga* + 6-БАП 0,2 % – 7,1 см, що на 1,2 см більше, ніж у контролі. Діаметр коренеплодів за вирощування рослин-регенерантів на середовищі *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,3 % та *Murasige-Scuga* + 6-БАП 0,5 % становив 6,0 та 6,2 см відповідно, що також перевищувало показники контрольного варіанту.

Діаметр коренеплодів сорту Цілитель в середньому за роки проведення дослідження був на рівні 6,0–7,8 см. Збільшувався цей показник за вирощування рослин-регенерантів на середовищі *Murasige-Scuga* + 6-БАП 0,2 % – 7,8 см, що на 1,8 см більше, ніж у контролі. Діаметр коренеплодів за вирощування рослин-регенерантів на середовищі *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,3 % та *Murasige-Scuga* + 6-БАП 0,5 % становив 7,2 та 6,2 см відповідно, що також перевищувало показники контрольного варіанту.

Отже, проведені дослідження з вивчення підбору різної концентрації регулятора росту рослин до живильного середовища для вирощування *in vitro* за урожайністю і якістю одержаної продукції показали, що кращим варіантом для вирощування рослин-регенерантів є живильне середовище із складовими *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,2 %.

Визначення співвідношення маси вегетативної частини рослин і коренеплоду показали, що у сорту Аніта сира маса рослин є більшою за вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,2 % і становила 150 г або 40,5 % від сирої маси рослин, а меншою у контролі і на живильному середовищі *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,5 % – 100 і 110 г або 41,6 і 40,7 % відповідно (табл. 4).

Таблиця 4

Структура товарної продукції селери коренеплідної (середнє за 2015–2017 рр.)

Живильне середовище	Показник	Вегетативна частина рослини		Коренеплід		Маса сирої товарної продукції, г	Маса сухої товарної продукції, г
		сиря маса, г	суха маса, г	сиря маса, г	суха маса, г		
сорт Аніта							
<i>Murasige-Scuga</i> – контроль	Маса,г	100,0	25,0	140,0	30,0	240,0	55,0
	%	41,6	45,5	58,4	54,5	100,0	100,0
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,2%	Маса,г	150,0	34,0	220,0	35,0	370,0	69,0
	%	40,5	49,3	59,5	50,7	100,0	100,0
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,3%	Маса,г	130,0	28,0	180,0	32,0	310,0	60,0
	%	41,9	46,6	58,1	53,4	100,0	100,0
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,5%	Маса,г	110,0	30,0	160,0	29,0	270,0	59,0
	%	40,7	50,8	59,3	49,2	100,0	100,0
сорт Цілитель							
<i>Murasige-Scuga</i> – контроль	Маса,г	120,0	28,0	150,0	40,0	270,0	68,0
	%	44,4	41,2	55,6	58,8	100,0	100,0
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,2%	Маса,г	170,0	40,0	220,0	55,0	390,0	95,0
	%	43,6	42,1	56,4	57,9	100,0	100,0
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,3%	Маса,г	130,0	32,0	170,0	40,0	300,0	72,0
	%	43,3	44,4	56,7	55,6	100,0	100,0
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,5%	Маса,г	130,0	28,0	150,0	35,0	280,0	63,0
	%	46,4	44,4	53,6	55,6	100,0	100,0

Суша маса вегетативної частини рослин становила 25–34 г, більшим цей показник відмічено за вирощування рослин на живильному середовищі з додаванням 6-БАП в концентрації 0,2 %, а меншим в контролі. На живильному середовищі з додаванням 6-БАП в концентрації 0,3 % та 0,5 % показники були 28 і 30 г відповідно.

Сира маса коренеплоду у сорту Аніта збільшувалась також за вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі з додаванням 6-БАП в концентрації 0,2 % – 220 г або 59,5 % від сирої маси рослини, а меншою у контролі – 140 г або 58,4 % від сирої маси рослини. Суша маса коренеплоду сорту Аніта знаходилась в межах 29–35 г. Більшим цей показник відмічено за додавання до живильного середовища 6-БАП в концентрації 0,2 % – 35 г або 50,7 % від сухої маси рослини, а меншим з додаванням 6-БАП в концентрації 0,5 % – 29 г або 49,2 % від сухої маси рослини.

Сира маса вегетативної частини сорту Цілитель знаходилась в межах 120–170 г, більшим цей показник відмічено, як і в сорту Аніта, за вирощування рослин з додаванням до живильного середовища регулятора росту рослин 6-БАП в концентрації 0,2 % – 170 г або 43,6 % від сирої маси рослини, а меншим контролі 120 г або 44,4 %. Однаковим даний показник був за вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі з додаванням 6-БАП в концентрації 0,3 % та 0,5 % – 130 г. Суша маса вегетативної частини рослини знаходилась в межах 28–40 г, більшим цей показник є з додаванням до живильного середовища 6-БАП в концентрації 0,2 % – 40 г, а меншим у контролі та живильному середовищі з компонентами *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,5 % – 28 г.

Сира маса коренеплоду більшою відмічено також за вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі з додаванням до нього 6-БАП в концентрації 0,2 % – 220 г або 56,4 % від сирої маси рослини, а меншим цей показник є у контролі та живильному середовищі *Murasige-Scuga* + 6-БАП 0,5 % – 150 г. Суша маса коренеплоду досягнула рівня 35–55 г. Меншим цей показник відмічено у рослин за вирощування на живильному середовищі з

концентрацією 6-БАП 0,5 % – 35 г, а більшим у середовищі з додаванням 6-БАП 0,2 % – 55 г. У контролі та живильному середовищі складовими якого є *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,3 % – 40 г. Отже, в структурі рослини селери коренеплідної за вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,2 % більшу частину займає коренеплід.

У процесі вирощування селери коренеплідної на живильному середовищі *in vitro* також визначали хімічний склад коренеплодів, який є важливим елементом якості. Вміст сухої розчинної речовини у сорту Аніта більшим був за вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі з додаванням 6-БАП в концентрації 0,2 % – 18,5 %, а меншим у контролі – 16,8 %. Відсоток сирого білку у коренеплодах сорту Аніта знаходився на рівні 1,0–1,5 %. Вміст золи у коренеплодах становив 0,7 % (табл. 5).

Таблиця 5

Хімічний склад товарних коренеплодів селери залежно від живильного середовища *in vitro* (середнє за 2015–2017 рр.)

Живильне середовище	Суха розчинна речовина, %	Масова частка цукрів, %	Сирий білок, %	Зола, %	Аскорбінова кислота, мг/100 г	Каротин, мг/100 г	Тіамін (В ₁), мг/кг	Рибофлавін (В ₂), мг/кг	Кальцій, мг/100 г	Залізо, мг/100 г
Аніта										
<i>Murasige-Scuga</i> (контроль)	16,8	2,4	1,0	0,7	20	0,07	0,49	0,30	60	1,0
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,2%	18,5	3,5	1,5	0,7	25	0,10	0,53	0,36	65	1,9
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,3%	17,2	3,0	1,4	0,7	25	0,10	0,50	0,30	62	1,6
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,5%	17,0	2,8	1,2	0,7	22	0,08	0,49	0,31	62	1,2
Цілитель										
<i>Murasige-Scuga</i> (контроль)	17,4	1,1	1,0	0,6	29	0,10	0,46	0,30	60	1,1
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,2%	19,2	1,7	1,6	0,6	33	0,10	0,50	0,35	66	1,5
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,3%	18,8	1,5	1,4	0,6	33	0,10	0,50	0,32	64	1,5
<i>Murasige-Scuga</i> + 6-БАП 0,5%	17,9	1,2	1,4	0,6	30	0,10	0,48	0,32	63	1,2

Вищим вмістом аскорбінової кислоти виділилися рослини, які вирощувались на живильному середовищі з складовими *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,2 % та *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,3 % – 25 мг/100 г. Вміст каротину у коренеплодах збільшувався за вирощування рослин-регенерантів на

живильному середовищі з складовими *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,2 % та *Murasige-Scuga*+ 6-БАП 0,3 % і становив 0,10 мг/100 г, що на 0,03 мг/100 г більше, ніж у контролі. Тіамін знаходився у межах 0,49–0,53 мг/кг. За вмістом кальцію виділилися коренеплоди, рослин-регенерантів які вирощувались на живильному середовищі з додаванням 6-БАП в концентрації 0,2 % – 65 мг/100 г, що на 5 мг/100 г більше, ніж у контролі. Вміст заліза в коренеплодах був в межах 1,0–1,9 мг/100 г.

У сорту Цілитель вміст сухої розчинної речовини за вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі за додавання до нього регулятора росту рослин в різній концентрації досягнув рівня в межах 17,4–19,2 %. Більшим цей показник відмічено у рослин вирощених на живильному середовищі з додаванням до нього 6-БАП в концентрації 0,2 % – 19,2 %, що на 1,8 та 1,3 % більше, ніж в контролі та середовищі з додаванням до нього 6-БАП в концентрації 0,5 %. Масова частка цукрів знаходилась на рівні 1,1–1,7 %. Вміст сирого білку в коренеплодах збільшувався за вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі з концентрацією 6-БАП 0,2 % – 1,6 %, що на 0,6 % більше, аніж у контролі. Вміст золи та каротину у всіх варіантах дослідження знаходився на одному рівні і становив 0,6 % та 0,10 мг/100 г відповідно.

За вмістом аскорбінової кислоти виділилися способи вирощування рослин-регенерантів сорту Цілитель на живильному середовищі з додаванням до нього 6-БАП у концентрації 0,2 % та 0,3 % – 33 мг/100 г. Також за вмістом тіаміну виділилися середовища з додаванням 6-БАП в концентрації 0,2 та 0,3 % – 0,50 мг/кг, що на 0,04 мг/кг більше, ніж у контролі. Вміст рибофлавіну збільшувався за вирощування рослин-регенерантів сорту Цілитель на живильному середовищі з додаванням 6-БАП в концентрації 0,2 % – 0,35 мг/кг, що на 0,05 мг/кг більше, ніж у контролі. Вміст кальцію та заліза в коренеплодах селери знаходився на рівні 60–66 мг/100 г та 1,1–1,5 мг/100 г відповідно.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що застосування живильного середовища *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,2 % сприяло кращому росту розсади, збільшенню кількості

листоків та висоти рослини, що істотно підвищує вихід розмножувального матеріалу. Доведено, що для підвищення урожайності селери коренеплідної сортів Аніта та Цілитель доцільним є вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,2 %. Це дозволяє додатково отримати 3,6–3,7 т/га товарної продукції високої якості з діаметром коренеплідів 7,1–7,8 см та їх довжиною 6,1–6,9 см. Так, вищий вміст аскорбінової кислоти становив 25–33 мг/100 г, каротину – 0,10 мг/100 г, кальцію – 65–66 мг/100 г.

АНОТАЦІЯ

Дослідженнями, проведеними впродовж 2015–2017 рр. встановлено, що розмножувати селеру коренеплідну сортів Аніта та Цілитель у культурі *in vitro* з використанням традиційного живильного середовища *Murasige-Scuga* потрібно з доповненням фітогормоном. За контроль вибрано живильне середовище *Murasige-Scuga* (MS). Для отримання генетично-ідентичного матеріалу досліджували склад живильного середовища з концентрацією регулятора росту рослин бензолаамінопурин (БАП) 0,2 %, 0,3, та 0,5 %. Відмічено, що перед висаджуванням з культурального посуду в касети рослини сорту Цілитель утворили більше калусної тканини порівняно із сортом Аніта. Встановлено, що застосування живильного середовища *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,2 % сприяє кращому росту культуральних рослин, розсади, збільшенню кількості листків та висоти рослини, що істотно підвищує вихід розмножувального матеріалу. Збільшення концентрації 6-БАП 0,3 % призводило до істотного зниження даних показників, а підвищення до 0,5 % не сприяло росту рослин. Після висаджування касетної розсади у відкритий ґрунт ріст рослин на перших етапах був повільним, а в міру їхнього пристосування до умов вирощування пришвидшувався. Через 30 діб після висаджування біометричні показники рослин вищими були за вирощування їх з додаванням до поживного середовища 6-БАП 0,2. Аналогічна тенденція відмічена і через 60 діб після висаджування розсади у відкритий ґрунт. Дослідження засвідчили, що більшу врожайність досліджуваних сортів та вищі якісні показники продукції

забезпечило вирощування експлантів на середовищі *Murasige-Scuga*+6-БАП 0,2 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. Єщенко О.В. Напрями вирішення проблем стерилізації селери коренеплідної при введенні її до культури *in vitro*. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Ч. 1: Агронімія. 2010. Вип. 74. с. 9–15.
2. Meng-Yao Li, Xi-Lin Hou, Feng Wang, Guo-Fei Tan, Zhi-Sheng Xu, Ai-Sheng Xiong. Advances in the research of celery, an important Apiaceae vegetable crop. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2018. Vol. 38, № 2. P. 172–183. <https://doi.org/10.1080/07388551.2017.1312275>.
3. Мусієнко М.М., Панюта О.О. Біотехнологія рослин: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.]. Київ, ВПЦ Київський університет, 2005. 114 с.
4. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. Москва: Наука, 1991. С. 13–80.
5. Івченко Т.В., Мірошніченко В.П. Новітні біотехнології – неймовірні можливості. *Агровісник Україна*. 2007. №1. С. 80–82.
6. Polishchuk V., Turchina S., Balabak A., Kozachenko I., Mamchur V., Karpuk L., Polishchuk T. Introduction of explants and reproduction on nutrient medium of donor material *in vitro* varieties of *Callistephus chinensis* (L.) Ness. for its further use in landscaping. *Bulletin of National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2020. Vol. 1, № 383. P. 89 – 96. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1467.11>
7. Безуглий М.Д. Сучасні біотехнології у рослинництві. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 9. С. 5–7.
8. Блюм Я.Б. Біотехнологія рослин: сучасний виклик для України. *Насінництво*. 2009. №7. С. 12–17.
9. Абрамчук М.Ю. Научно-методические подходы к формированию понятия "биоинновация". *Механізм регулювання економіки*. 2009. №1. С. 175–183.

10. Мадисон В.В., Мадисон Л.В., Микитюк Д.М. Биотехнология клетки. *АгроПерспектива*. 2009. №8. С. 15–18.
11. Мадисон В.В., Мадисон Л.В., Микитюк Д.М. Биотехнология живой клетки на грани фантастики. *АгроПерспектива*. 2004. №12. С. 51–53.
12. Бугайченко Н.В. ЭМ-биотехнологии в жизнь. *Овощеводство и тепличное хозяйство*. 2007. №10. С. 22–26.
13. Біотехнологія рослин / за ред. В.Д. Мельничука. Київ: Вища освіта, 2003. 520 с.: іл.
14. Маркова Н.В., Донец Н.А. Использование культуры меристемы для клонального размножения *in vitro*. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1989. №6. С. 11–13.
15. Биология культивирования клеток и биотехнология растений / под ред. Р.Г. Бутенко. Москва: Наука, 1991. 215 с.
16. Біотехнологія / за заг. ред. В.Г. Герасименко. Київ: Фірма "ІНКОС", 2006. 647 с.
17. Мартощук О.М. Біотехнології як інноваційний напрямок розвитку овочівництва. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 2006. Вип. №36. С. 103–107.
18. Manzur J.P., Oliva-Alarcón M., Rodríguez-Burruezo A. In vitro germination of immature embryos for accelerating generation advancement in peppers (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae*. 2014. Vol. 170. P. 203–210. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.03.015>.
19. Романова О.В., Солдатенко А.В., Чичварина О.А., Ахраменко В.А., Павлова О.В., Романов В.С. Разработка элементов технологии получения посадочного материала салата (*Lactuca sativa* L.) на безвирусной основе с использованием методов биотехнологии. *Овощи России*. 2019;(2):22–26. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-22-26>.
20. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Plant Physiology*. 1962. № 15(3). P. 15: 473–497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>

21. Peng Li, Jia Jia, Daihui Zhang, Jingli Xie, Xueshu Xu and Dongzhi Wei. *In vitro* and *in vivo* antioxidant activities of a flavonoid isolated from celery (*Apium graveolens* L. var. dulce). *Food & Function*. 2014. № 5. P. 50–56. <https://doi.org/10.1039/D0FO02702B>

22. Мірошніченко В.П., Сергієнко О.Ф., Івченко Т.В. Методика досліджень у культурі ізольованих тканин овочевих рослин. Мерефа: ІОБ УААН, 2004. 26 с.

23. Wesam Kooti, Nahid Daraei. A review of the antioxidant activity of celery (*Apium graveolens* L.). *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*. 2017. Volume 22, Issue 4. P. 1029–1034. <https://doi.org/10.1177/2156587217717415>

24. Rakad M. Kh. AL-Jumaily. Evaluation of anticancer activities of crude extracts of *Apium graveolens* l. seeds in two cell lines, RD and L20B *in vitro*. *Iraqi Journal of Cancer and Medical Genetics Corresponding*. 2010. Volume 3, № 2. P. 18–23.

25. Syed Sufiyan Fazal, Rajeev K Singla. Review on the Pharmacognostical & Pharmacological Characterization of *Apium Graveolens* Linn. *Indo Global Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2012; 2(1): 36–42.

Information about author:

Polishchuk T.V. Candidate of Agricultural Sciences
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University
Sadova Street, 2, UA 20300, Uman, Ukraine

Ketskalo V.V. Candidate of Agricultural Sciences
Uman National University of Horticulture, Department of Vegetable
Instytutska Street, 1, UA 20301, Uman, Ukraine