

UDC 631.811.98:635.12:632.38

PRODUCTIVITY OF ROOT CELERY IN OPEN SOIL BY CULTIVATION WITH MERISTEMS IN CULTURE *IN VITRO***Polishchuk T.V.**

Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University
Sadova Str., 2, Uman 20300, Ukraine
E-mail: mtv-1985@ukr.net

Ketskalo V.V.

Uman National University of Horticulture
Instytutska Str., 1, Uman 20300, Ukraine
E-mail: viktoriya_keckalo@ukr.net
<https://doi.org/10.32717/0131-0062-2019-6-15>

Abstract. In recent years, the microclonal reproduction method of meristem *in vitro* in our country and beyond has received great development. The studies were performed at Uman National University of Horticulture. During 2016–2018, it was found that plant growth regulator were required to reproduce Anita and Healer root crops in *in vitro* culture using traditional MS agar medium (Murashige, Skoog). MS (Murashige, Skoog) nutrient medium was selected for control. To obtain the genetically identical material, the composition of the nutrient medium with a concentration of the plant growth regulator benzoylaminopurine (BAP) of 0.2%, 0.3, and 0.5% was investigated. It was noted that before planting from the culture vessels in the cassettes, the Healer plants formed more callus tissue than the Anita variety. It was found that application of MS + 6-BAP nutrient medium of 0.2% contributes to better growth of cultivated plants, seedlings, increased number of leaves and plant height, which significantly increases the yield of propagating material. Increasing the concentration of 6-BAP 0.3% led to a significant decrease in these indicators, and increasing to 0.5% did not contribute to plant growth. After planting the seedlings in open soil, the growth of the plants in the first stages was slow, and as they adapted to the growing conditions it accelerated. After 30 days after planting, the biometric indices of the plants were higher than their cultivation with the addition of 6-BAP 0.2 to the culture medium. A similar trend was observed 60 days after planting seedlings in open ground. Studies have shown that higher yields of investigated varieties and higher quality indicators of production were ensured by the cultivation of explants on MS + 6-BAP medium 0.2%. The use of MS (Murashige, Skoog) with a plant growth regulator benzoaminopurine (BAP) concentration of 0.2%, 0.3 and 0.5% was found to contribute to better seedlings growth, leaf growth and height, compared to controls plants, which significantly increases the yield of propagating material. However, it has been proved that for growing the yield of celery root crops Anita and Healer it is advisable to grow regenerating plants on MS + 6-BAP 0.2% nutrient medium. This makes it possible to additionally obtain 3.5–4.4 t/ha of valuable commodity products with a root diameter of 8.4–9.4 cm and a length of 6.2–7.2 cm.

Keywords: celery root, cultivar, nutrient medium MS (Murashige, Skoog), plant growth regulator, benzoaminopurine, yield.

ПРОДУКТИВНІСТЬ СЕЛЕРИ КОРЕНЕПІДНОЇ У ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ ЗА РОЗМНОЖЕННЯ З МЕРИСТЕМ У КУЛЬТУРІ *IN VITRO***Поліщук Т.В.**

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
вул. Садова, 2, м. Умань, 20300, Україна
E-mail: mtv-1985@ukr.net

Кецкало В.В.

Уманський національний університет садівництва
вул. Інститутська, 1, м. Умань, 20300, Україна
E-mail: viktoriya_keckalo@ukr.net

Анотація. В останні роки великий розвиток в нашій країні і за її межами отримав метод мікроклонального розмноження з меристем у культурі *in vitro*. Дослідження виконували в Уманському національному університеті садівництва. Упродовж 2016–2018 рр. встановлено, що для розмноження селери коренеплідної сортів Аніта та Цілитель у культурі *in vitro* з використанням традиційного агаризованого живильного середовища MS (*Murashige, Skoog*) потрібно додавати регулятори росту. За контроль вибрано живильне середовище MS (*Murashige, Skoog*). Для отримання генетично-ідентичного матеріалу досліджували склад живильного середовища з концентрацією регулятора росту рослин бензолоамінопурин (БАП) 0,2 %, 0,3, та 0,5 %. Відмічено, що перед висаджуванням з культурального посуду в касети рослини сорту Цілитель утворили більше калусної тканини у порівнянні з сортом Аніта. Встановлено, що застосування живильного середовища MS +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 живильного 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 MS+6-БАП 0,2 %. Встановлено, що застосування живильного середовища MS (*Murashige, Skoog*) з концентрацією регулятора росту рослин бензолоамінопурин (БАП) 0,2 %, 0,3, та 0,5 % сприяло, у порівнянні з контролем, кращому росту розсади, збільшенню кількості листків та висоти рослини, що істотно підвищує вихід розмножувального матеріалу. Проте, доведено, що для підвищення урожайності селери коренеплідної сортів Аніта та Цілитель доцільним є вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі MS + 6-БАП 0,2%. Це дає змогу додатково отримати 3,5–4,4 т/га цінної за хімічним складом товарної продукції з діаметром коренеплідів 8,4–9,4 см та їх довжиною – 6,2–7,2 см.

Ключові слова: селера коренеплідна, сорт, живильне середовище MS (*Murashige, Skoog*), регулятор росту рослин, бензолоамінопурин, урожайність

Вступ. Успіх будь-якої галузі сільського господарства, втім як і будь-яких інших галузей, безпосередньо залежить від використання сучасних технологій. Вони дають можливість покращити якість продукції. Ефективні технології – це ключовий товар в сучасних ринкових умовах. І однією з таких технологій, якщо мова йде про сільське господарство, є мікроклональне розмноження *in vitro*. *In vitro* (лат. *in vitro* – «у склі») – це техніка виконання експерименту чи інших маніпуляцій у пробірці, або, більш загально, у контрольованому середовищі поза живим організмом. «*In vitro*» – це високоякісна технологія розмноження рослин. Використовуючи мікроклональне розмноження отримують посадковий матеріал високої якості без вірусів, бактерій і інших хвороб, який має високий ступінь приживлюваності, однорідність розвитку, швидкий ріст, розвиток і підвищену врожайність. Тому на сучасному етапі використання методів генетики й селекції використовують нові підходи, які не лише

підвищують врожайність і поліпшують якість сільськогосподарських культур, але є економічно вигідними у виробництві й не завдавали шкоди навколишньому середовищу.

Одним із таких підходів є біотехнологія (*Musienko, 2005; Butenko, 1991; Ivchenko, 2007*). Значний розвиток в нашій країні й за її межами отримав метод мікроклонального розмноження з меристем у культурі *in vitro* (*Bezugly, 2009; Blum, 2009; Abramchuk, 2009*). Метод мікроклонування як один із методів біоконсервації *in vitro* можна з успіхом використовувати для масового розмноження різних груп рослин, для відновлення рідкісних, зникаючих і господарсько-цінних видів у природних умовах їхнього зростання, а також для отримання достатньої кількості рослинного матеріалу. Цей метод дає змогу брати експланти з рослин на різних фазах розвитку, що пришвидшує розмноження цінного селекційного матеріалу (*Madison, 2004, 2009; Bugaychenko, 2007*). Живильне середовище є головним фактором клонального

мікророзмноження і для більшості біовидів використовують агаризоване живильне середовище MS (*Murashige, Skoog, 1962*), що містить сприятливі для росту рослин речовини, на якому легко укорінюються рослини (*Martoschuk, 2006*). Базове середовище MS містить 5 макро, 9 мікроелементів і 4 види вітамінів. Серед овочевих рослин в культурі *in vitro* введено тільки 30 видів, що недостатньо, у порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами.

За даними вчених на промислову основу поставлена лише технологія клонального мікророзмноження картоплі, коренеплодів, а з іншими рослинами проводять селекційно-генетичні дослідження (*Manzur, 2014; Markova, 1989; Butenko, 1991; Ivchenko, 2007*). Останніми роками в українського споживача викликає цікавість селери коренеплідна, як ароматично-смакова рослина. Нині в Україні вирощується 12 тис. т. продукції, в той час, коли ринок селери вимагає понад 20 тис. т. (*Polischuk, 2018*).

Матеріали та методи. Дослідницьку роботу проводили в Уманському національному університеті садівництва з сортами селери коренеплідної Аніта та Цілитель, які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для вирощування в Україні. За час проведення досліджень у культурі *in vitro* насіння селери коренеплідної висівали на живильне середовище MS (*Murashige, Skoog*). З метою визначення оптимальної концентрації регулятора росту рослин бензоламінопурин у живильному середовищі (MS) для отримання генетично-ідентичного матеріалу у фазу двох сім'ядольних листочків сіянці відокремлювали і переносили на живильне середовище з концентрацією регулятора росту рослин бензоламінопурин (6-БАП) – 0,2 %, 0,3 та 0,5 %. Контролем слугував варіант MS (*Murashige, Skoog*).

Надалі рослини з культурального посуду промивали від залишків живильного середовища та висаджували у касети, наповнені субстратом, з розміром комірок 4×4 см по одній рослині. Після висаджування касети розміщували у камері з вологістю повітря 85 %, температурою 20–22°C і освітленістю 5–10 клк. Рослини регулярно поливали дистильованою водою та кожні 7 діб підживлювали. Вік розсади селери на час висаджування становив 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 коренеплідної. Біометричні вимірювання проводили на 10 типових маркованих рослинах у повтореннях кожного варіанту досліду. Дослід закладали у чотириразовій повторності.

Проводили у динаміці фенологічні й 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 дослідях дотримувалися одночасного строку сівби насіння та пересаджування рослин-регенерантів на живильне середовище. У відкритому ґрунті рослини вирощувалися за загальноприйнятою технологією.

Результати дослідження. В культурі *in vitro* розмноження селери коренеплідної полягає у використанні традиційного живильного середовища MS (*Murashige, Skoog, 1962*), яке доповнюється регулятором росту у певній концентрації. Таким чином, індукція утворення листків і пагонів з меристематичних зон рослин дозволяє посилити утворення калусної тканини та відповідно розеток листків у рослин. Рослини-регенеранти розвивалися за типом прямого органогенезу. Під час першого етапу розмноження утворювалися чисельні дрібні пагони, які через кожні 3–4 тижні нами розділялися і пересаджувалися для додаткового розмноження на свіже живильне середовище (рис. 1).

Одержані рослини-регенеранти з добре розвинутими листками під час остаточного пересаджування для укорінення висаджували на живильне середовище, до складу якого входили ауксини. Впродовж проведення дослідження за висадженими на живильне середовище рослинами-регенерантами селери коренеплідної проводили фенологічні спостереження. Внаслідок цього можна стверджувати, що проростання насіння відбувалося з різницею у 2 доби. Рослини-регенеранти сорту Цілитель утворювали більше калусної тканини 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 5–8 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 й умов вирощування

на ріст і розвиток рослин селери досліджуваних сортів ми провели біометричні вимірювання та спостереження, насамперед визначали висоту рослин перед висаджуванням у теплицю (рис. 2).



Рисунок 1 – Розвиток рослин-регенерантів:

- а – утворювання пагонів
 б – пересаджування для додаткового розмноження
 в – формування кореневої системи рослин

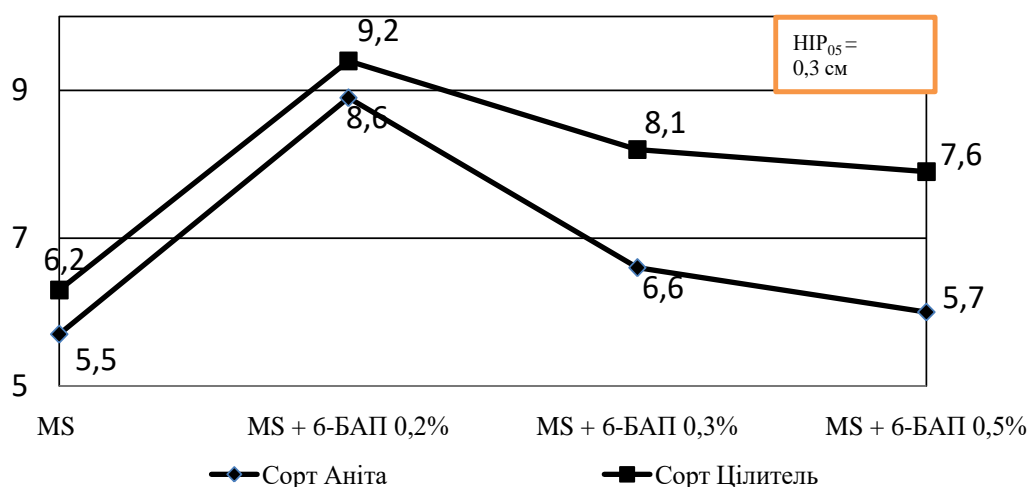


Рисунок 2 – Висота рослин селери коренеплідної перед висаджуванням з культурального посуду в теплицю, см (середнє за роками досліджень)

Отримані дані свідчать, що рослини сортів Аніта і Цілитель в середньому за роками досліджень були вищими за використання середовища 6-БАП 0,2 – 8,6 і 9,2 см відповідно, що істотно нижче контролю на 3,0–3,1 см ($НІР_{05} = 0,3$ см). Збільшення концентрації 6-БАП до рівня 0,3 % призвело до істотного зниження висоти рослин відповідних сортів до 6,6 і 8,1 см. Різниця щодо контролю становила 1,1 см у сорту Аніта та 1,9 см у сорту Цілитель.

Збільшення концентрації 6-БАП до 0,5% не сприяло підвищенню інтенсивності росту рослин. У даному варіанті дослідження відмічено зниження висоти рослин селери коренеплідної перед висаджуванням до 5,7 і 7,6 см відповідно сортів Аніта і Цілитель.

На початкових етапах у відкритому ґрунті відмічено сповільнений ріст рослин. Проте, в міру їх адаптації до умов вирощування

пришвидшувався, про що свідчать дані рис. 3 і 4.

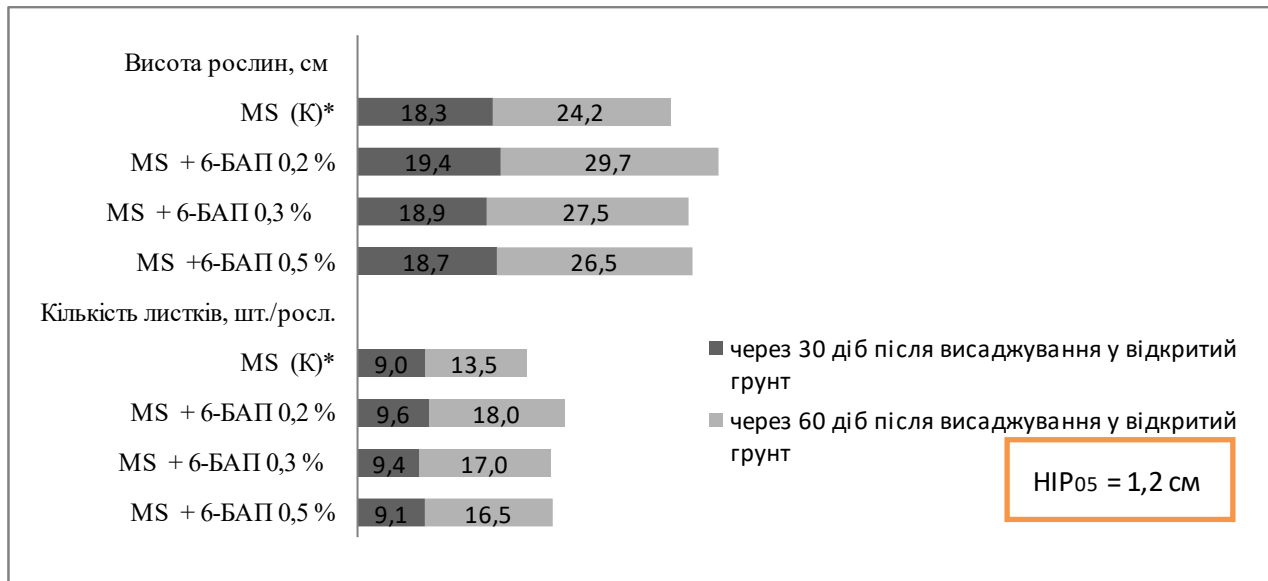


Рисунок 3 – Висота рослин селери коренеплідної сорту Аніта, вирощених в умовах культури *in vitro* (середнє за 2016–2018 роками досліджень)

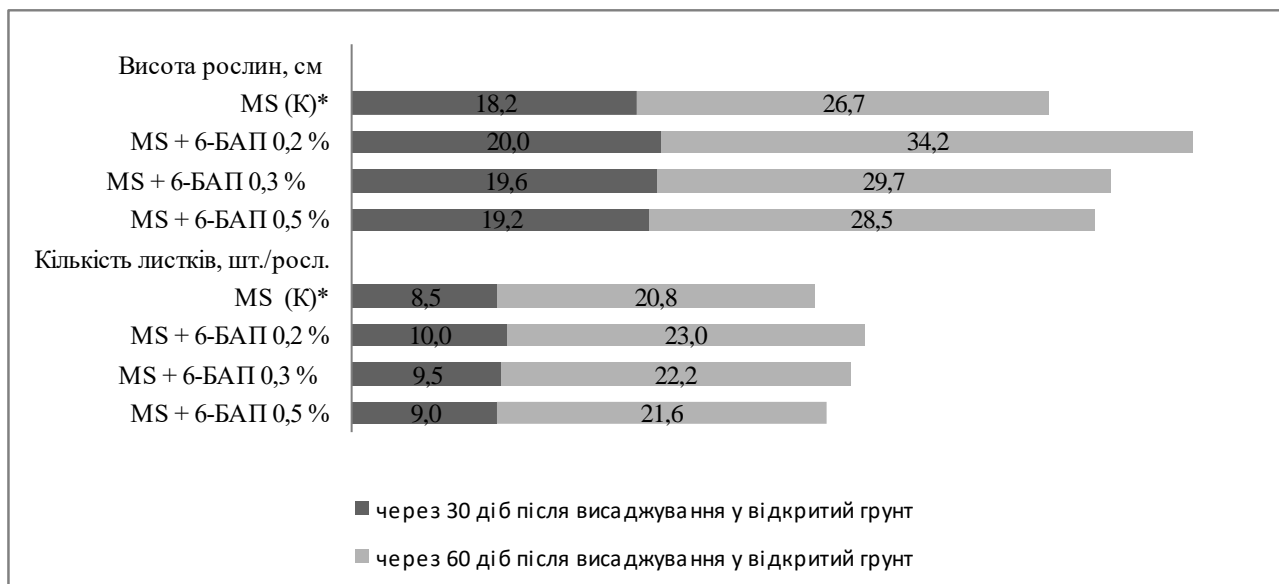


Рисунок 4 – Висота рослин селери коренеплідної сорту Цілитель, вирощених в умовах культури *in vitro* (середнє за 2016–2018 роками досліджень)

Рослини селери коренеплідної сортів Аніта і Цілитель дещо різнилися за висотою у період інтенсивного росту через 30 та 60 діб після висаджування у відкритий ґрунт, що зумовлено способом вирощування рослин-регенерантів у культурі *in vitro*. Так, у сорту Аніта через 30 діб після висаджування вищими були рослини за вирощування з додаванням до живильного

середовища регулятора росту 6-БАП у концентрації 0,2 % – 19,4 см, що більше контролю на 1,1 см. Менші показники зафіксовано за застосування 6-БАП 0,5 % – 18,7 см відповідно, що також переважає контрольний варіант, у якого висота рослин становила 18,3 см, на 0,4 см. Аналогічна тенденція збереглася і через 60 діб після

висаджування. Так, вищими були рослини за вирощування з додаванням до живильного середовища регулятора росту 6-БАП у концентрації 0,2 % – 29,7 см, що переважає над контролем на 5,5 см. Менші показники зафіксовано за застосування 6-БАП 0,5 % – 26,5 см відповідно, що також більше контролю на 2,3 см. У контрольного варіанту висота рослин становила 24,2 см.

Кількість листків у сорту Аніта через 30 діб після висаджування в середньому по досліді становила 9,0–9,6 шт/росл. Менші показники по досліді зафіксовано у контрольному варіанті. Більш облистненими були рослини за вирощування з додаванням до живильного середовища регулятора росту 6-БАП у концентрації 0,2 % – 9,6 шт/росл. Дещо менші показники зафіксовано за застосування регулятора росту 6-БАП у концентраціях 0,3 % та 0,5 % – відповідно 9,4 та 9,1 шт/росл., проте, також більше контролю. Така ж залежність збереглася і через 60 діб після висаджування. Так, більш облистненими у сорту Аніта були рослини за вирощування з додаванням до живильного середовища регулятора росту 6-БАП у концентрації 0,2 % – 18 шт/росл., що переважає контроль на 4,5 листки. Дещо менші показники зафіксовано за застосування 6-БАП 0,3 % – 17,0 шт/росл. та 6-БАП 0,5 % – 16,5 шт/росл., що більше у порівнянні з контролем відповідно на 3,5 та 3,0 шт/росл.

Аналогічна тенденція відмічена і у сорту Цілитель (рис. 4). Так, через 30 діб після висаджування вищими були рослини за вирощування з додаванням до живильного середовища регулятора росту 6-БАП у концентрації 0,2 % – 20,0 см, що більше контролю на 1,8 см. Менші показники зафіксовано за застосування 6-БАП 0,5 % – 19,2 см відповідно, що також переважає контрольний варіант, у якого висота рослин становила 18,2 см, на 1,0 см. Аналогічна тенденція збереглася і через 60 діб після висаджування. Так, вищими були рослини за вирощування з додаванням до живильного середовища регулятора росту 6-БАП у концентрації 0,2 % – 34,2 см, що переважає над контролем на 7,5 см. Менші показники зафіксовано за застосування 6-БАП 0,5 % – 28,5 см відповідно, що також більше контролю на 1,8 см. У контрольного варіанту висота рослин становила 26,7 см.

Кількість листків у сорту Цілитель через 30 діб після висаджування в середньому по

досліді становила 8,5–10,0 шт/росл. Менші показники по досліді зафіксовано у контрольному варіанті. Більш облистненими були рослини за вирощування з додаванням до живильного середовища регулятора росту 6-БАП у концентрації 0,2 % – 10,0 шт/росл. Дещо менші показники зафіксовано за застосування регулятора росту 6-БАП у концентраціях 0,3 % та 0,5 % – відповідно 9,5 та 9,0 шт/росл., проте, також більше контролю. Така ж залежність збереглася і через 60 діб після висаджування. Так, більш облистненими у сорту Цілитель були рослини за вирощування з додаванням до живильного середовища регулятора росту 6-БАП у концентрації 0,2 % – 23 шт/росл., що переважає контроль на 2,2 листки. Дещо менші показники зафіксовано за застосування 6-БАП 0,3 % – 22,2 шт/росл. та 6-БАП 0,5 % – 21,6 шт/росл., що більше порівняно з контролем відповідно на 1,4 та 0,8 шт/росл. Отже, через 30 та 60 діб після висаджування у відкритий ґрунт рослини сортів Аніта і Цілитель більшу висоту та облиствленість рослин мали за вирощування рослин-регенерантів з додаванням до живильного середовища 6-БАП 0,2 %.

На час збирання врожаю облистненість рослин більшою була у сорту Цілитель і варіювала по досліді в межах 26,6–29,0 шт/росл. У рослин сорту Аніта даний показник становив 22,8–25,2 шт/росл. Максимальному збільшенню кількості листків досліджуваних сортів сприяло додавання до живильного середовища MS 6-БАП у концентрації 0,2 %. Використання MS + 6-БАП у концентраціях 0,3 % та 0,5 % також сприяло збільшенню кількості листків, у порівнянні з контролем, проте, зменшувало даний показник стосовно варіанту досліді MS + 6-БАП 0,2 % (табл. 1).

Площа листків рослин більшою була також у сорту Цілитель і варіювала по досліді в межах 75,6–77,8 см². У рослин сорту Аніта даний показник становив 63,0–66,0 см². Збільшенню площі листка рослин досліджуваних сортів сприяло додавання до живильного середовища MS 6-БАП у концентрації 0,2 %. Використання MS + 6-БАП у концентраціях 0,3 % та 0,5 % також сприяло збільшенню асиміляційної поверхні, порівняно з контролем, проте, зменшувало даний показник по відношенню до варіанту досліді MS + 6-БАП 0,2 %. Аналогічна закономірність, відповідно, відзначена і стосовно площі листків, тис м²/га. Листковий індекс у сорту

Цілитель залежно від способу вирощування рослин-регенерантів був вищим, ніж у сорту Аніта і становив 2,0–2,3.

Рівень загальної врожайності завжди є основним критерієм за вибору будь-якого елементу технології вирощування кожної рослини. Врожайність культури – це основний показник, за яким визначають рентабельність її вирощування. І саме зміна біометричних показників у процесі росту й розвитку

відповідно до кількості рослин на гектарі створювали неоднакові умови для одержання врожайності. В проведеному досліді урожайність та якість товарної продукції є однозначно важливим показником, що характеризує вплив застосування різного живильного середовища для вирощування рослини.

Таблиця 1 – Біометричні показники селери коренеплідної, вирощеної в умовах культури *in vitro* на період збирання врожаю (середнє за 2016–2018 рр.)

Живильне середовище	Кількість листків, шт./роsl.	Площа листка, см ²	Площа листків, тис м ² /га	Листковий індекс
Сорт Аніта				
MS (контроль)	22,8	63,0	15,94	1,5
MS + 6-БАП 0,2 %	25,2	66,0	18,46	1,8
MS + 6-БАП 0,3 %	24,0	65,6	17,48	1,7
MS + 6-БАП 0,5 %	23,4	63,7	16,55	1,6
Сорт Цілитель				
MS (контроль)	26,6	75,6	22,32	2,0
MS + 6-БАП 0,2 %	29,0	77,8	25,04	2,3
MS + 6-БАП 0,3 %	28,7	77,2	24,59	2,2
MS + 6-БАП 0,5 %	27,7	76,3	23,46	2,1

Згідно з нашими дослідженнями вищу врожайність досліджуваних сортів в середньому за роки досліджень отримали за вирощування експлантів на середовищі MS + 6-БАП 0,2 %. У сорту Аніта даний показник становив – 26,3 т/га, що на 3,5 т/га істотно більше контролю. У сорту Цілитель максимальну врожайність по досліді отримано на рівні 27,6 т/га, що переважає контроль на 4,4 т/га. Використання MS + 6-БАП у концентраціях 0,5 % та 0,3 % також сприяло підвищенню врожайності селери коренеплідної, у

порівнянні з контролем, у сорту Аніта на 1,7–2,2 т/га, а у сорту Цілитель на 2,1–2,6 т/га відповідно. Проте, показник врожайності досліджуваних сортів селери коренеплідної за використання MS + 6-БАП у концентраціях 0,5 % та 0,3 % був меншим у порівнянні з варіантом, де застосовували живильний розчин з концентрацією регулятора росту рослин бензолоамінопурин (6-БАП) 0,2 % (табл. 2, рис. 5).

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
	2016	2017	2018		
Сорт Аніта					
MS (контроль)	21,1	27,0	20,2	22,8	0
MS + 6-БАП 0,2 %	24,7	30,4	23,7	26,3	+ 3,5
MS + 6-БАП 0,3 %	23,6	28,8	22,5	25,0	+ 2,2
MS + 6-БАП 0,5 %	23,0	27,9	22,6	24,5	+ 1,7
<i>HIP₀₅</i>	1,0	1,3	1,1	–	–
Сорт Цілитель					

MS (контроль)	20,3	25,9	23,3	23,2	0
MS + 6-БАП 0,2 %	24,2	29,8	28,7	27,6	+ 4,4
MS + 6-БАП 0,3 %	23,3	27,2	26,8	25,8	+ 2,6
MS + 6-БАП 0,5 %	23,5	26,5	25,8	25,3	+ 2,1
<i>HIP</i> ₀₅	1,0	1,2	0,9	–	



Рисунок 5 – Рослини селери коренеплідної сортів Аніта та Цілитель у фазу формування коренеплоду (фото автора)

Під час проведення досліджень визначали основні параметри коренеплодів селери за різного способу вирощування рослин в культурі *in vitro*. Вимірювання довжини і діаметру коренеплодів, визначення їх індексу форми засвідчило, що у сортів Аніта і Цілитель за вказаними показниками кращими були коренеплоди за вирощування експлантів на середовищі MS + 6-БАП 0,2 %. Так, у даному варіанті досліду довжина коренеплоду у сорту Аніта становила 6,2 см, а у сорту Цілитель 7,2 см, що відповідно на 0,9–1,5 см більше контролю. Показник діаметру коренеплоду у сорту Аніта становив 8,4 см, а у сорту Цілитель 9,4 см, що відповідно на 1,2–

1,9 см більше контролю. Використання MS + 6-БАП у концентраціях 0,5 % та 0,3 % також сприяло збільшенню біометричних показників коренеплодів селери, у порівнянні з контролем. Так, у сорту Аніта довжина коренеплоду збільшилася у порівнянні з контролем на 0,3–0,6 см, а діаметр коренеплоду на 1,3–1,8 см відповідно. У сорту Цілитель у порівнянні з контролем довжина коренеплоду збільшилася на 0,5–1,0 см, а діаметр коренеплоду на 0,5–1,1 см відповідно. Індекс форми коренеплоду по варіантах досліду коливався в межах 0,74–0,85 (табл. 3).

Таблиця 3 – Основні параметри коренеплодів селери за різного способу вирощування рослин в культурі *in vitro* (середнє за 2016–2018 рр.)

Живильне середовище	Довжина коренеплоду, см	Діаметр коренеплоду, см	Індекс форми коренеплоду
Сорт Аніта			
MS (контроль)	5,3	6,2	0,85
MS + 6-БАП 0,2 %	6,2	8,4	0,74
MS + 6-БАП 0,3 %	5,9	8,0	0,74

MS + 6-БАП 0,5 %	5,6	7,5	0,75
Сорт Цілитель			
MS (контроль)	5,7	7,5	0,76
MS + 6-БАП 0,2 %	7,2	9,4	0,77
MS + 6-БАП 0,3 %	6,7	8,6	0,78
MS + 6-БАП 0,5 %	6,2	8,0	0,78

У процесі вирощування селери коренеплідної на живильному середовищі *in vitro* також визначали хімічний склад коренеплідів, 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 контролю – 16,8 %. Частка сирого білку у коренеплодах сорту Аніта знаходився на рівні 1,0–1,5 %. Вміст золи у коренеплодах становив 0,7 %. Вищим вмістом аскорбінової кислоти виділилися рослини, які вирощували на живильному середовищі зі складовими MS + 6-БАП 0,2% та MS + 6-БАП

0,3%– 25 мг/100 г. Вміст каротину у коренеплодах збільшувався за вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі з складовими MS + 6-БАП 0,2 % та MS + 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 вирощувалися 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. (табл. 4).

Таблиця 4 – Хімічний склад товарних коренеплідів селери залежно від живильного середовища в культурі *in vitro* (середнє за 2016–2018 рр.)

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

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 пукрів 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 досліду знаходився на одному рівні й становив 0,6 % та 0,10 мг/100 г відповідно. За вмістом аскорбінової кислоти виділився спосіб 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 MS (Murashige, Skoog) з концентрацією регулятора росту рослин бензоламінопурин (БАП) 0,2 %, 0,3, та 0,5 % сприяло, у порівнянні з контролем, кращому росту розсади, збільшенню кількості листків та висоти рослини, що істотно підвищує вихід розмножувального матеріалу. Проте, доведено, що для підвищення урожайності селери коренеплідної сортів Аніта та Цілитель доцільним є вирощування рослин-регенерантів на живильному середовищі MS + 6-БАП 0,2%. Це дає змогу додатково отримати 3,5–4,4 т/га цінної за хімічним складом товарної продукції з діаметром коренеплідів 8,4–9,4 см та їх довжиною – 6,2–7,2 см.

References

Abramchuk, M.Ju. Nauchno-metodicheskie podhody k formirovaniyu ponjatija "bioinnovacija". *Mehanizm reguljuvannja ekonomiki*. 2009. №1. S. 175–183.

Bezuglij, M.D. Suchasni biotehnologii u roslinnictvi. *Visnik agrarnoi nauki*. 2009. №9. S. 5–7.

Bljum, Ja.B. Biotehnologija roslin: suchasnij viklik dlja Ukraini. *Nasinnictvo*. 2009. №7. S. 12–17.

Biologija kul'tivirovanija kletok i biotehnologija rastenij / pod. red. R.G. Butenko. M.: Nauka, 1991. 215 s.

Bugajchenko, N.V. JeM-biotehnologii v zhizn'. *Ovoshhevodstvo i teplichnoe hozjajstvo*. 2007. №10. S. 22–26.

Kultura izolirovannyh tkanej i fiziologija morfogeneza rastenij / pod. red. R.G. Butenko. M.: Nauka, 1991. S. 13–80.

Ivchenko, T.V., Miroshnichenko, V.P. Novitni biotehnologii – nejmovirni mozhlivosti. *Agrovisnik Ukraïna*. 2007. №1. S. 80–82.

Madison, V.V., Madison, L.V., Mikitjuk, D.M. Biotehnologija zhivoj kletki na grani fantastiki. *AgroPerspektiva*. 2004. №12. S. 51–53.

Madison, V.V., Madison, L.V., Mikitjuk, D.M. Biotehnologija kletki. *AgroPerspektiva*. 2009. №8. S. 15–18.

Markova, N.V., Donec, N.A. Ispol'zovanie kul'tury meristemy dlja klonal'nogo razmnozhenija in vitro. *Doklady VASHNIL*. 1989. №6. S. 11–13.

Martoshhuk O.M. Biotehnologii jak innovacijnij naprjamok rozvitku ovochivnictva. *Agrarnij visnik Prichornomor'ja*. Odesa. 2006. Vip. № 36. S. 103–107.

Miroshnichenko, V.P., Sergienko, O.F., Ivchenko, T.V. ta in. Metodika doslidzhen' u kul'turi izol'ovanih tkanin ovochevih roslin. *Merefa: IOB UAAN*, 2004. 26 s.

Biotehnologija roslin: navch. posib. [dlja stud. vishh. navch. zakl.] / M.M. Musienko, O.O. Panjuta. K.: VPC Kii'vs'kij universitet, 2005. 114 s.

Li, M.-Y. Advances in the research of celery, an important Apiaceae vegetable crop. *Li, M.-Y., Hou, X.-L., Wang, F., Tan, G.-F., Xu, Z.-S., Xiong, A.-S.* *Critical Reviews in Biotechnology* Volume 38, Issue 2, 17 February 2018, Pages 172-183. DOI: 10.1080 / 07388551.2017.1312275.

Manzur, J.P. In vitro germination of immature embryos for accelerating generation advancement in peppers (*Capsicum annum L.*). *Manzur, J.P., Oliva-Alarcón, M., Rodríguez-Burruezo, A.* *Scientia Horticulturae* Volume 170, 7 May 2014, Pages 203-210.

Murashige, T., Skoog, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Phys. Plant*. 1962. Vol. 15, № 3. P. 473–497.

Polischuk, T.V., Ulianich, O.I., Polischuk, V.V., Ketskalo, V.V., Vorobiova, N.V. Effect of application of modified nourishing environment on the reproduction and yielding capacity of root celery. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018, 8(2). 113–119. DOI: 10.15421/2018_317

Lebedeva, T.B., Tolchek, N.N. (2002). *Tez. dokl. 2-go kongressa «Biokonversiya orhan. otkhodov narod. khoz-va i okhrana okruzhaiushchei sredy».* Yvano-Frankovsk. S. 72–73. [in Russian].

Mustafayev, B.A., Kenzhetayeva, A.B., Kakezhanova, Z.E. (2011) *Tekhnologiya pererabotki organicheskikh otkhodov i polucheniye biogumusa i pochvennoho rastvora. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-praktycheskoy konferentsii "Integratsiya*

nauki i proizvodstva v agropromyshlennom komplekse». Pavlodar. T.2. S. 160–163. [in Russian].

Povkhan, M.F. (2004) Vermikulura: proizvodstvo i ispolzovaniye. Kyiv S. 47–66. [in Russian].

Ryzhakov, O. (2000) Biogumus i krasnyi cherv. Tekhnika – molodezhy, № 9. S. 9. [in Russian].

Sajedeh Golmohammadzadeh, Sobhanallah Ghanbari, Seyede Roghaye Hosseini Valiki, Hasan Hasannia (2015). Impact of Vermicompost and Chemical Fertilizer on Yield, Growth and Essential

Oil of Garlic (*Allium sativum* L.). *International Journal of Life Sciences* Vol. 9 (4). R. 44–48.

Tareev, R.T, Sharafeeva, F.D., Hainullyn, R.M. (2000) Ekonomicheskaya i energeticheskaya effektivnost primeneniya biogumusa pri vozdeyvanii ozimoi pshenitsy i grechikhi. Dostizheniya nauki i tekhniki. №12. S. 13–14. [in Russian].

Zaller, J.G. (2007). Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae*, 112, 191–199.