

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДІВ ДЛЯ КЛОНАЛЬНОГО МІКРОРОЗМНОЖЕННЯ БАТАТУ ТА М'ЯТИ ПЕРЦЕВОЇ В КУЛЬТУРІ IN VITRO

Т.В. Івченко¹, О.В. Хареба²,
Н.О. Баштан³, Г.В. Мозговська⁴, Т.І. Віцєня⁵

¹доктор сільськогосподарських наук

²⁻⁴кандидати сільськогосподарських наук

Інститут овочівництва і баштанництва НААН

вул. Інститутська, 1, с. Селекційне Харківського р-ну Харківської обл., 62478, Україна
e-mail: ¹tanivchenko@ukr.net, ²lena1060725@gmail.com, ³bashtan021@ukr.net, ⁴mozgovskaja88@gmail.com, ⁵ovoch.iob@gmail.com

Надійшла 18.01.2019

Мета. Визначити ефективність застосування сучасних LED-систем для клонального мікророзмноження в культурі in vitro індивідуально дібраних, із високими біохімічними показниками клонів батату та м'яти перцевої. **Методи.** Методи культури органів і тканин — культура соматичних тканин і клітин, клональне мікророзмноження, вимірювально-ваговий, математико-статистичний. **Результати.** У культивованих під світлодіодними лампами червоного і синього кольорів пробіркових рослин спостерігали збільшення середньої довжини пагона м'яти перцевої на 31,2%, батату — на 10,6% порівняно з контрольним варіантом (культивування під люмінесцентними лампами). Максимальний коефіцієнт розмноження м'яти перцевої забезпечив генотип М.р-17/4 — 7,5±0,6 шт. (контроль) і 7,9±0,6 шт. — за культивування під LED-лампами. У культивованих під світлодіодними лампами рослин батату завдяки збільшенню довжини міжвузлів із 5,2 мм (контроль) до 6,7 мм коефіцієнт розмноження підвищився з 5,5 (контроль) до 5,8 шт. Застосування світлодіодних ламп червоного та синього кольорів для пробіркових клонів м'яти перцевої та батату забезпечило високий коефіцієнт розмноження перспективних для селекції та насінництва генотипів нішевих культур. Потребує подальшої оптимізації спектральний склад світлодіодів відповідно до біологічних особливостей культури та етапу морфогенезу. **Висновки.** Використання світлодіодних ламп червоного і синього кольорів, розташованих на світлодіодній стрічці у комбінації 2x1, забезпечує необхідну освітленість для розвитку рослин пробіркових клонів м'яти перцевої і батату на етапі їх масового розмноження і знижує витрати на електроенергію на 62,5%.

Ключові слова: вихідний матеріал, освітлення, розмноження, ефективність, морфогенез, енергоощадність.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201902-07>

Вирощування та переробка нішевих культур стає перспективним напрямом диверсифікації виробництва для малих

фермерських господарств і великих компаній, оскільки дає змогу виробляти сільськогосподарську продукцію для реалізації

на високомаржинальних внутрішніх і зовнішніх ринках. В Україні сформувався загалом традиційний набір культур, але нині зростає попит на їх нові види з високим умістом біологічно цінних компонентів.

Серед перспективних для масового вирощування в Україні рослин належить батат (*Ipomoea batatas* L.) — рослина родини В'юнкових (*Convolvulaceae*), яка походить із тропічних районів Центральної та Південної Америки. Вона характеризується високою поживною цінністю кореневих бульб, які, крім крохмалю (у складі якого амілоза переважає амілопектин), містять вітаміни С і В, глюкозу, кальцій, магній, каротин, фолієву кислоту [1]. Батат у нас поки що мало відомий виробникам овочів, однак, завдяки високому потенціалу продуктивності в ґрунтово-кліматичних умовах України (від 40 до 100 т/га), цінним лікувально-дієтичним властивостям кореневих бульб і високому експортному потенціалу (за 10 років експорт культури в Європі збільшився у 6 разів) питання інтродукції батату на території України є актуальним і своєчасним.

Перспективною культурою є і м'ята перцева (*Mentha piperita* L.). Завдяки унікальному біохімічному складу рослина — джерело незамінних ефірних олій, до того ж має непереврені антиоксидантні, протиалергійні, противірусні, антибактеріальні, антимікробні та протиракові властивості. Тому м'яту широко застосовують у парфумерній, фармацевтичній і харчовій промисловості [2]. Через постійно зростаючий у світі попит на натуральні ефірні олії перспективним є масштабне виробництво її сировини [3].

Більшість відомих сортів м'яги легко розмножуються насінням. Однак затребувані виробництвом сучасні комерційні генотипи з високими умістом і якістю корисних олій розмножуються виключно вегетативним способом, оскільки є поліплоїдними стерильними формами. Тому комерційне виробництво садивного матеріалу культури в Україні ще не досягло належного рівня.

Економічна ефективність і стабільність овочівництва значною мірою визначається якістю садивного матеріалу, яка залежить від біометричних показників саджанців, генетичного потенціалу сорту, клону, їх

продуктивності та якості, а для розмножуваних вегетативно культур важливими є приживлюваність саджанців, вирівняність кущів за силою росту та розвитку, початок плодоношення, урожайність і товарність.

Згідно з традиційною технологією розмноження батату та м'яги перцевої здійснюється переважно вегетативними органами. Проте цей спосіб не відповідає сучасним вимогам через низький його коефіцієнт та постійне накопичення садивним матеріалом небезпечних збудників хвороб. Застосування клонального мікророзмноження в культурі *in vitro* дає змогу за короткий час розмножити унікальні зразки нових високопродуктивних генотипів, зокрема стерильні і поліплоїдні форми, й отримати генетично однорідний вихідний садивний матеріал. Залучення до селекційної роботи зразків-інтродуцентів, які пройшли процедуру культивування в культурі *in vitro*, запобігає поширенню в регіонах небезпечних карантинних шкідників, збудників хвороб і бур'янів [4]. Вони й є надійним джерелом одержання експериментального матеріалу для селекції рослин [5]. Метод сприяє розмноженню садивного матеріалу впродовж усього року і не залежить від умов зовнішнього середовища. Крім того, застосування клітинних технологій *in vitro* нині є найтехнологічнішим рішенням розмноження садивного матеріалу, оскільки забезпечує освоєння дохідних ніш через реінвестування прибутку в технології, які забезпечують додану вартість із найшвидшим терміном окупності.

Суть способу — активізація латеральних і апікальних меристем на розроблених відповідно до біологічних і морфологічних особливостей культури живильних середовищах. Загальна технологія розмноження генотипів у культурі *in vitro* відома і передбачає такі етапи: добір і стерилізацію первинних експлантатів, введення їх у культуру *in vitro*, проліферацію та індукцію розвитку пагонів, укорінення пробіркових рослин на поживних середовищах і субстратах, їх адаптацію з умов *in vitro* до умов *in vivo*, дорощування саджанців до стандарту [6].

Ефективність біотехнологічного етапу розмноження рослин у культурі *in vitro*

залежить насамперед від розроблення ефективних стандартизованих протоколів цього процесу і потребує ретельного аналізу економічної ефективності на всіх його етапах [7]. Нами визначено, що в структурі собівартості розмноження рослин-регенерантів у культурі ізольованих клітин і тканин *in vitro* значна частка припадає на тарифний фонд заробітної плати, амортизацію лабораторного обладнання, витрати на приготування поживних середовищ та електроенергію.

Проблема пошуку і застосування ефективних джерел енергії разом із розробленням і впровадженням енергоощадних технологій нині в Україні є актуальною для науково-дослідних установ та комерційних *in vitro*-лабораторій. З урахуванням значного зростання впродовж останніх 10-ти років тарифів на електроенергію потрібно шукати нові енергоощадні і водночас ефективніші освітлювальні прилади, необхідні на етапі масового розмноження пробіркових рослин.

Одним із важливих показників енергоощадних характеристик світлових приладів є світловіддача. У найрозповсюдженіших нині люмінесцентних ламп, використовуваних для освітлення в *in vitro*-лабораторіях, цей показник становить 60 Лм/Вт, світлодіодних — 100 Лм/Вт. Термін дії люмінесцентних ламп ДРЛ не перевищує 6000 год, тоді як сучасний світлодіодний світильник працює до 1 000 000 год. Сучасні світлодіодні (LED) технології дають змогу створювати світло будь-якого кольору й інтенсивності. Використовуючи світлодіоди різного кольору і в різних пропорціях, можна забезпечувати освітлення, потрібне для рослин у певні фази їх розвитку та біологічних особливостей. Червоні світлодіоди (720–600 нм) є основним джерелом для фотосинтезу, яке впливає на швидкість розвитку рослин. Сині промені (490–380 нм) ще й стимулюють утворення білків і регулюють темпи розвитку рослин [8, 9]. Проте оптимізувати режим освітлення пробіркового матеріалу (інтенсивність і комбінацію спектрів) слід з урахуванням біологічних особливостей культури й етапу морфогенезу.

Мета досліджень — визначити ефективність застосування сучасних LED-систем

для клонального мікророзмноження в культурі *in vitro* індивідуально дібраних, із високими біохімічними показниками клонів батату та м'яти перцевої.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведено в лабораторії генетики, генетичних ресурсів і біотехнології Інституту овочівництва і баштанництва НААН упродовж 2016–2018 рр. у лабораторних і польових умовах згідно з вимогами ISO 17025 [10]. Під час проведення досліджень у культурі *in vitro* користувалися стандартними способами стерилізації живильних середовищ, інструментів і лабораторного обладнання, викладеними у відповідних методичних рекомендаціях [11].

Вихідним матеріалом були 3 сорти-інтродуценти батату і 3 генотипи м'яти перцевої. Для отримання стерильних експлантатів батату донорські органи — пагони з пророщених на піску бульб і молоді пагони м'яти перцевої, стерилізували у 30%-му розчині гіпохлориту натрію з експозицією обробки 25 хв, після чого промивали їх стерильною дистильованою водою. Розмножували життєздатний садивний матеріал активізацією латеральних і апікальних меристем на агаризованих живильних середовищах MS [12], доповнених 3%-ю сахарозою, вітамінами та регуляторами росту [13]. Одержані з латеральних та апікальних меристем пагони розділяли на живці, до яких входили частина стебла з листочком і латеральна брунька. Живці висаджували в пробірки з твердим живильним середовищем MS.

Культивували рослини-регенеранти в спеціально обладнаній кімнаті за температури повітря 22–24°C і 16-годинного фотоперіоду. Пробірковий матеріал освітлювали 2-ма типами ламп: люмінесцентних (контроль) і світлодіодних червоного та синього кольорів, розташованих на світлодіодній стрічці фірми Philips у комбінації 2×1. Через 45 діб здійснювали облік розвитку пробіркових рослин і визначали біометричні показники: висоту пагона (мм), кількість листків (шт.), довжину міжвузля (мм), довжину кореня (мм), масу рослини (г). Досліди виконували у 3-разовій повторності, кількість експлантатів 1-го повторення — 20 шт.

Економічну ефективність культивування пробіркових рослин визначали

згідно з методичними рекомендаціями [14]. Статистичну обробку одержаних результатів проводили з використанням програми Statistica 6.0, Excel 2010.

Результати досліджень. Види освітлення істотно впливали на морфологічні показники культивованих пробіркових клонів генотипів-інтродуцентів м'яти та батату.

В усіх культивованих під світлодіодними лампами червоного і синього кольорів генотипів м'яти збільшувалася середня довжина пагона з 47,1 (контрольний варіант) до 61,8 мм, що на 31,2% перевищувало контрольний показник (таблиця). Аналогічна тенденція простежувалася в усіх генотипів. Пагони максимальної довжини за обох типів освітлення забезпечував зразок М.р-17/4 (67,9 і 45,9 мм), мінімальні значення були у М.р-16/3 — 55,4±6,1 і 45,9 мм відповідно. До речі, попередніми дослідженнями на картоплі визначено [15], що впродовж культивування пробіркових рослин під червоними та синіми світлодіодними лампами в рослинах підвищувався вміст хлорофілів «α» та «β». Ймовірно, що саме за рахунок підвищення фотосинтетичної активності збільшилися біометричні показники рослин-регенерантів.

Кількість листків після 4-х тижнів культивування рослин-регенерантів м'яти під синьо-червоним освітленням була більшою, ніж у контрольному варіанті і становила в середньому 6,7 шт./рослину, у регенерантів під люмінесцентними лампами — 6,4 шт./рослину. Цей показник тісно пов'язаний із коефіцієнтом розмноження регенерантів, бо під час подальшої роботи в культурі *in vitro* одержані пагони розділяють на живці, які містять частину стебла з листочком і латеральною брунькою. За нашими даними, максимальний середній коефіцієнт розмноження забезпечив генотип М.р-16/3 — 7,5±0,6 шт. (контроль) та 7,9±0,6 шт. — за культивування під LED-лампами.

У природному середовищі зі зниженням рівня освітлення рослин, як правило, відбувається зниження температури і підвищення відносної вологості повітря. У результаті зменшується інтенсивність дихання та випаровування води листками і скорочується витрата енергії. Тому зниження інтенсивності фотосинтезу не шкодить рослині.

Проте під час культивування рослин у штучних умовах, зокрема в культурі *in vitro*, за різного рівня їх освітленості інші параметри середовища (температура, вологість) не змінюються. Через це рослини-регенеранти, щоб отримати більше світла, видовжуються у міжвузлях і черешках. Ми спостерігали збільшення середньої довжини міжвузлів рослин-регенерантів м'яти на 24% (із 7,5 мм на контролі до 9,3 мм під синьо-червоними світлодіодами).

Рівень освітленості рослин впливав і на розвиток кореневої системи регенерантів м'яти. У досліді вона розвивалася, навіть інтенсивніше, ніж надземні органи. Середня довжина коренів досліджуваних генотипів після культивування під кольоровими LED-світильниками становила 80,6 мм і була близькою до контролю — 77,3 мм. Максимальні значення мали зразки М.р-16/3 і М.р-17/4 — 86,3±9,2 мм і 80,9±8,1 мм відповідно. Значно нижчі за контроль були дані зразка М.р-16/1 — 74,5±7,2 мм (контроль — 84,8±7,9 мм).

Важливим інтегральним показником, який повніше характеризує забезпеченість рослин усіма необхідними складовими під час культивування в ізолюваній культурі, є їх середня маса в кінці пасажу. Ця ознака в досліді варіювала залежно від генотипу. Під синьо-червоним освітленням у зразків М.р-16/3 і М.р-17/4 маса рослини становила 1,7±0,1 і 1,3±0,1 г відповідно і була нижчою за контроль. У зразка М.р-16/1 аналогічний показник дорівнював 1,6±0,1 г і був вищим за контрольний (1,4±0,1 г). Отже, застосування для освітлення пробіркових клонів м'яти перцевої світлодіодних ламп червоного і синього кольорів, розташованих на світлодіодній стрічці у комбінації 2×1, забезпечувало їх ріст і розвиток у культурі *in vitro*. Для генотипів, в яких рослини-регенеранти відстають за масою, потрібно коригувати спектральний склад світлодіодів.

Під час культивування рослин батату під світлодіодними лампами червоного і синього кольорів основні біометричні показники мікропагонів досліджуваних генотипів-інтродуцентів також були вищими. Так, середня довжина пагонів культури під світлодіодними лампами перевищувала показники рослин, культивованих під білим

Вплив видів освітлення на морфологічні показники рослин-регенерантів генотипів-інтродуцентів м'яти перцевої та батату в культурі *in vitro* (середнє за 2016–2018 рр.)

№ за біотехнологічним каталогом	Довжина пагона, мм		Кількість листків, шт.		Довжина міжвузля, мм		Довжина кореня, мм		Маса рослини, г	
	біле (контроль)	синьо-червоне	біле (контроль)	синьо-червоне	біле (контроль)	синьо-червоне	біле (контроль)	синьо-червоне	біле (контроль)	синьо-червоне
<i>М'ята перцева</i>										
<i>M.p-16/1</i>	43,8±4,0	62,2±6,8	6,7±0,5	7,4±0,7	6,5±0,6	8,4±0,9	84,8±7,9	74,5±7,2	1,4±0,1	1,6±0,1
<i>M.p-16/3</i>	45,9±4,3	55,4±6,1	7,5±0,6	7,9±0,6	6,1±0,5	8,0±0,8	80,5±7,6	86,3±9,2	1,8±0,2	1,7±0,1
<i>M.p-17/4</i>	51,6±5,5	67,9±7,1	5,1±0,4	5,9±0,6	10,0±0,9	11,5±1,2	66,7±7,1	80,9±8,1	1,5±0,1	1,3±0,1
Середнє	47,1	61,8	6,4	6,7	7,5	9,3	77,3	80,6	1,6	1,5
<i>Батат</i>										
<i>I.b.-Or/17</i>	70,1±6,5	71,6±7,0	5,8±0,3	6,1±0,8	5,4±0,5	7,7±0,7	77,7±7,6	74,2±7,6	1,0±0,1	0,89±0,05
<i>I.b.-Bo/17</i>	60,8±6,3	67,3±6,9	5,4±0,5	6,0±0,5	5,3±0,5	6,9±0,7	49,6±5,6	59,7±5,6	1,2±0,1	1,14±0,1
<i>I.b.-Mu/17</i>	65,5±6,8	69,3±7,0	5,1±0,35	5,4±0,4	4,9±0,4	5,4±0,6	70,3±6,3	71,4±6,9	1,3±0,1	1,05±0,2
Середнє	65,4	69,4	5,4	5,8	5,2	6,7	65,9	68,4	1,2	1,0

люмінесцентним світлом (69,4 і 65,4 мм відповідно). Середні показники довжини кореня, кількості листків і довжини міжвузлів досліджуваних генотипів нової культури після культивування під кольоровими LED-світильниками становили відповідно 68,4 мм, 5,8 шт., 6,7 мм і були вищими за контроль. Залежно від генотипу кількість сформованих за 1 пасаж листків змінювалася від 5,4±0,4 шт. у зразка *I.b.-Mu/17* до 6,1±0,5 шт. у *I.b.-Or/17*. Світлодіодні світильники забезпечували більшу довжину міжвузлів — з 5,2 мм (контроль) до 6,7 мм, вищий коефіцієнт розмноження — з 5,5 шт. (контроль) до 5,8 шт. з 1 рослини-регенеранту. Середня маса пробіркових рослин у кінці пасажу була досить варіабельною залежно від генотипу: усі зразки під синьо-червоним освітленням важили 1 г, що на 0,2 г менше за контроль (1,2 г) через витягнутість.

Структура витрат за різних способів освітлення *in vitro*-колекцій пробіркових рослин м'яти перцевої і батату засвідчила, що під час культивування 10 тис. пробіркових рослин за стандартного освітлення люмінесцентними лампами впродовж 4-х тижнів витрати становили 15963,54 грн. Застосування сучасних світлодіодних світильників для такої самої кількості рослин-регенерантів потребує 5988 грн на 1 пасаж і забезпечить зниження витрат на 62,5%. Додаткові переваги застосування LED-систем у біотехнологічних лабораторіях — їх висока світловіддача і тривалий термін дії. Світлодіодні модулі до того ж виділяють менше тепла, створюється рівномірний світлорозподіл над пробірковим матеріалом, завдяки чому знижуються витрати на кондиціонування приміщень улітку. Вони не містять шкідливих речовин (таких, як ртуть), тому проблеми з їх утилізації немає.

Висновки

Застосування для освітлення пробіркових клонів м'яти перцевої та батату світлодіодних ламп червоного та синього кольорів, розташованих на світлодіодній стрічці в комбінації 2×1, забезпечувало високий коефіцієнт

розмноження перспективних для селекції та насінництва генотипів нішевих культур. Потребує подальшої оптимізації спектрального складу світлодіодів відповідно до біологічних особливостей культури та етапу морфогенезу.

Ивченко Т.В.¹, Хареба Е.В.², Баштан Н.А.³,
Мозговская А.В.⁴, Вицня Т.И.⁵

Институт овощеводства и бахчеводства НААН, ул. Институтская, 1, пос. Селекционное Харьковского р-на Харьковской обл., 62478, Украина; e-mail: ¹*tanivchenko@ukr.net*, ²*lena1060725@gmail.com*, ³*bashtan021@ukr.net*, ⁴*mozgovskaja88@gmail.com*, ⁵*ovoch.iob@gmail.com*

Эффективность использования светодиодов для клонального микро размножения батата и мяты перечной в культуре *in vitro*

Цель. Определить эффективность применения современных LED-систем для клонального микро размножения в культуре *in vitro* индивидуально подобранных, с высокими биохимическими показателями клонов батата и мяты перечной. **Методы.** Методы культуры органов и тканей — культура соматических тканей и клеток, клональное микро размножение, измерительно-весовой, математико-статистический. **Результаты.** У культивируемых под светодиодными лампами красного и синего цветов пробирочных растений наблюдали увеличение средней длины побега: мяты перечной на 31,2%, батата — на 10,6% по сравнению с контрольным вариантом (культивирование под люминесцентными лампами). Максимальный коэффициент размножения мяты перечной обеспечил генотип М.р-17/4 — 7,5±0,6 шт. (контроль) и 7,9±0,6 шт. — культивирование под LED-лампами. У культивируемых под светодиодными лампами растений батата благодаря увеличению длины междоузлий с 5,2 мм (контроль) до 6,7 мм коэффициент размножения повысился с 5,5 (контроль) до 5,8 шт. Применение светодиодных ламп красного и синего цветов для пробирочных клонов мяты перечной и батата обеспечило высокий коэффициент размножения перспективных для селекции и семеноводства генотипов нишевых культур. Нуждается в дальнейшей оптимизации спектральный состав светодиодов в соответствии с биологическими особенностями культуры и этапа морфогенеза. **Выводы.** Использование светодиодных ламп красного и синего цветов, размещенных на светодиодной ленте в сочетании 2×1, обеспечивает необходимую освещенность для развития растений пробирочных клонов мяты перечной и батата на этапе массового их размножения и снижает затраты на электроэнергию на 62,5%.

Ключевые слова: исходный материал, освещение, размножение, эффективность, морфогенез, энергосбережение.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201902-07>

Ivchenko T.¹, Khareba O.², Bashtan N.³,
Mozgovska H.⁴, Vitsenia T.⁵

Institute of vegetable growing and melon production of NAAS, Instytutska Str., 1, Seleksiine, Kharkiv region, Kharkiv oblast, 62478, Ukraine; e-mail: ¹*tanivchenko@ukr.net*, ²*lena1060725@gmail.com*, ³*bashtan021@ukr.net*, ⁴*mozgovskaja88@gmail.com*, ⁵*ovoch.iob@gmail.com*

Efficiency of use of light-emitting diodes for clonal microreproduction of sweet potato and peppermint in crop *in vitro*

The purpose. To determine efficiency of application of state-of-the-art LED-systems for clonal microreproduction in crop *in vitro* of individually selected, with high biochemical parameters of clones of sweet potato and peppermint. **Methods.** Methods of cultures of organs and tissues — culture of somatic tissues and cells, clonal microreproduction, measuring-weight, mathematical-statistical. **Results.** At use of light-emitting diode lamps of red and dark blue colors in tubed plants they observed increase of average length of shoot: for peppermint — on 31,2%, for sweet potato — on 10,6 % in comparison with control alternative (cultivation under luminescent lamps). The maximum multiplication ratio of peppermint has provided genotype M.r-17/4 — 7,5±0,6 pieces (control) and 7,9±0,6 pieces — cultivation under LED-lamps. At plants of sweet potato cultivated under light-emitting diode lamps owing to augmentation of length of internodes from 5,2 mm (control) to 6,7 mm the multiplication ratio has increased from 5,5 (control) to 5,8 pieces. Application of light-emitting diode lamps of red and dark blue colors for tubed clones of peppermint and sweet potato has provided tall multiplication ratio of perspective for selection and seeds growing of genotypes of well crops. Spectral make-up of light-emitting diodes according to biological features of crop and stage of morphogenesis requires the further optimization. **Conclusions.** Use of light-emitting diode lamps of red and dark blue colors placed on light-emitting diode tape in combination 2×1, provides necessary illuminance for growth of plants of tubed clones of peppermint and sweet potato at the stage of their mass reproduction and reduces expenses for the electric power for 62,5 %.

Key words: initial stock, illumination, reproduction, efficiency, morphogenesis, power saving.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201902-07>

Бібліографія

1. Doliński R. Micropropagation of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) from node explants. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*. 2013. № 12 (4). P. 117–127.

2. Fialová S., Tekelová D., Švajdlenka E., Potůček P.I.

The variability of secondary metabolites in *Mentha × piperita* cv. «Perpeta» during the development of inflorescence *Acta Fac. Pharm. Univ. Comen. LXI*, 2014 (2). P. 21–25.

3. Brun N., Voirin B. Chemical and morphological studies of the effects of aging on monoterpenes composition in *Mentha × piperita* leaves. *Can J. Bot.* 1991. P. 2271–2278.

4. Рябчун В.К. Проблеми та перспективи збереження генофонду рослин в Україні. Харків, 2002. 38 с.

5. Гродзинский А.И. Аллелопатия и интродукция растений. *Бюл. ГБС АН СССР*. 1971. Вып. 81. С. 45–50.

6. Калинин Ф.Л. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. Киев: Наукова думка, 1980. 488 с.

7. Івченко Т.В. Використання культури апікальних меристем для прискореного розмноження місцевих форм часнику. *Вісник Харківського аграрного університету*. Харків, 2013. № 5. С. 179–183.

8. Червінський Л.С., Лоєнко С.В. Перспективи використання світильників на основі світлодіодів для рослин в спорудах закритого ґрунту. *Науковий вісник ТДТУ*. 2017. № 2. С. 1–6.

9. James M. Stephens. Grow your own vegetables without soil. *UF/IFAS Extension*. 2014. № 2. P. 2–4.

10. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 Національний стандарт України. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.

11. Івченко Т.В., Віценя Т.І., Баштан Н.О. Методичні рекомендації по застосуванню культури ізольованих тканин в селекції овочевих рослин. Мерефа: ІОБ НААН, 2013. 48 с.

12. Murashige T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. plant.* 1962. № 15. P. 473–497.

13. Івченко Т.В., Мозговська Г.В., Віценя Т.І., Баштан Н.О. Методичні підходи до селекційного процесу та насінництва батату (*Ipomoea batatas* L.). Харків: Плеяда, 2018. 34 с.

14. Визначення економічної ефективності результатів науково-дослідних робіт в овочівництві: методичні рекомендації. 2001. Харків: ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. 27 с.

15. Решотько Л.М., Дерев'янка С.В., Дмитрук О.О., Волкова І.В. Вплив різних спектрів випромінювання на ріст та розвиток оздоровлених рослин картоплі в культурі *in vitro*. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. Вип. 24. С. 73–78.