УДК 633.822:581.143.6

ВПЛИВ НАНОЧАСТИНОК БІОГЕННИХ МЕТАЛІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ МОРФОГЕНЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ М'ЯТИ ПЕРЦЕВОЇ (*MENTHA PIPERITA* L.) У КУЛЬТУРІ *IN VITRO*

Т.Є. Таланкова-Середа

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Досліджено вплив наночастинок міді та кобальту на клональне мікророзмноження рослин м'яти перцевої (Mentha piperita L.) сортів Мама, Чорнолиста та Лідія на основі комплексу методів культури ізольованих тканин і органів in vitro. Встановлено оптимальну концентрацію кобальту і міді у живильному середовищі Мурашіге-Скуга, яка становить 0,4 та 0,8–1,2 мг/л відповідно. З'ясовано, що використання наведеної модифікації живильного середовища дає змогу отримати на 27% більше рослин-регенерантів м'яти перцевої. Визначено коефіцієнт розмноження (на 28 добу) рослин м'яти перцевої сортів Мама, Лідія, Чорнолиста, що становив відповідно 1:14, 1:13, 1:15.

Ключові слова: *Mentha piperita L., наночастинки міді та кобальту, експлантат, культура in vitro, регулятори росту, мікророзмноження.*

М'ята перцева (*Mentha piperita* L.) багаторічна ефіроолійна лікарська рослина з родини губоцвітих (*Lamiaceae*). Майже повна стерильність м'яти послужила Брике [1] основою для припущення, що *M. piperita* має гібридне походження. Саме він визначив, що м'ята перцева є гібридом двох видів — *M. spicata* (*viridis*) L. та *M. aquatica* L. М'ята — традиційна для України культура, яку вирощують у всіх кліматичних зонах її території і використовують у фармацевтичній, парфумерній, кондитерській, лікеро-горілчаній та миловарній промисловості. Цінними як сировина є листя рослини, суцвіття, ефірна олія та вторинні метаболіти. Концентрація ефірної олії в листках *M. piperita* варіює у межах 1,5–4%, а в суцвіттях досягає 6%. До складу ефірної олії входить ментол, пінени, лимонен, феландрен, цинеол, дипентен, пулегон та інші терпеноїди. Крім того, у листі рослин виявлено флавоноїди, урсолову і олеанолову кислоти, бетаїн, каротин, гесперидин, дубильні речовини й мікроелементи (мідь, марганець та ін.) [2, 3].

Вітчизняні дослідження [4, 5] щодо біотехнології м'яти перцевої засвідчили про можливість клонального мікророзмноження і оздоровлення м'яти перцевої сортів Сімферопольська 200, Заграва, Українська перцева, Двохукісна і Прилуцька 6 на основі культури ізольованих меристем *in vitro* з використанням модифікованих живильних середовищ Мурашіге-Скуга (МС), Шенка-Хільдебрандта (ШХ) і Гамборга-Евелега (ГЕ). Так, було виявлено, що на живильному середовищі МС максимальний коефіцієнт розмноження становив 1:5,6–1:6,9 за 75 діб, а на модифікованому живильному середовищі ГЕ — 1:5,4 –1:6,1 на 30-ту добу [4].

Аргентинські вчені довели, що більшу кількість листків і вузлів мають рослини, які культивували на живильному середовищі, доповненому 0,6 мг/л 6-бензиламінопурину (6-БАП), ніж ті, що росли на середовищі без гормонів [6].

Дослідження особливостей калусоутворення листових та стеблових експлантатів *M. piperita* з наночастинками селену продемонстрували, що додавання живильного середовища МС, яке містило 2,0 мг/л 2,4-дихлорфеноксиоцтову кислоту (2,4-Д), 0,5 мг/л 6-БАП, 0,5 мг/л кінетину, селену у концентраціях 5 і 10 мг/л, стимулювало індукцію калусоутворення в культурі листових експлантів [7].

Незважаючи на значні досягнення біотехнології м'яти, існує низка труднощів у визначенні компонентів та концентрацій

© Т.Є. Таланкова-Середа, 2016

макро- та мікроелементів у живильному середовищі для отримання максимальної кількості рослин-регенерантів.

Відомо, що мікроелементи входять до складу багатьох ферментів та активують їх роботу. Так, мідь через ферменти впливає на метаболізм карбону та нітрогену, підвищує стійкість рослин через вплив на інгібітори росту фенольної природи. Кобальт міститься в рослинах у іонній формі та у складі вітаміну B_{12}, активує фосфоглюкомутазу — фермент гліколізу і аргиназу, що гідролізує аргінін, нітрогеназу у клубеньках, енолази та кінази у процесі перетворення піровиноградної кислоти, бере участь в окисних процесах та синтезі леггемоглобіну. Тобто наночастинки відіграють важливу роль у регуляції біосинтезу біологічно-активних речовин, у т.ч. у культурах *in vitro,* оскільки є попередниками і стимуляторами їх синтезу. Наночастинки мають надзвичайно високу активність, і їх розміри відповідають розмірам живих клітин, тому біогенні метали більш ефективно і безпечно сприймаються рослинами, що обумовлює внесення значно менших доз у живильне середовище. Згідно з літературними джерелами, фізіологічно-обґрунтована концентрація робочого розчину наночастинок біогенних металів становить 1–10 мг/л [8].

Тому дослідження впливу наночастинок біогенних металів на ростові характеристики експлантатів м'яти перцевої залежно від їх концентрації є актуальним [9–11].

Метою нашого дослідження було вивчення процесів морфогенезу *in vitro* у рослин м'яти перцевої сортів Лідія, Мама, Чорнолиста за культивування екплантатів на модифікованих живильних середовищах МС з різним умістом наночастинок міді й кобальту.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалом для дослідження були рослини м'яти перцевої сортів Мама, Чорнолиста, Лідія, надані Дослідною станцією лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН (ДСЛР). Рослини ввели в культуру на живильне середовище МС без гормонів. Через 28–30 діб мікророслини, що утворилися з пазушних бруньок, живцювали. Пасирували живці розміром 4–6 мм в асептичних умовах згідно зі стандартними методами [12] на свіжоприготовлене живильне середовище МС, що містило 0,75 мг/л 6-БАП, 0,1 — аденіну, 0,05 — індоліл-3-оцтової кислоти (ІОК) та 0,5 — гіберелової кислоти (ГК), а також наночастинки міді й кобальту у концентраціях 0,4–1,6 мг/л. Контролем слугувало живильне середовище аналогічного складу без наночастинок (МСк).

Аналіз ростових характеристик проводили на 14 і 28 добу, у процесі якого враховували середню довжину пагона (мм), кількість пагонів (шт.), кількість вузлів (шт.), коефіцієнт розмноження.

Живильне середовище стерилізували автоклавуванням під тиском 0,11 МПа впродовж 30 хв, унаслідок чого pH становив 5,65.

Наночастинки міді та кобальту були надані для роботи Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, їх отримували шляхом сумісного осаджування з парової фази металу і галогеніду лужного металу (NaCl). На основі цих наночастинок отримували стабільні колоїдні розчини сумісно з двома і більше аміногрупами. Концентрації цих колоїдних розчинів у живильному середовищі становили 0,4, 0,8, 1,2 та 1,6 мг/л. Середній діаметр частинок — 2–2,5 нм.

Культивували експлантати у культуральній кімнаті при температурі повітря 24–26°С, відносній вологості повітря — 70% та освітленні — 2,5–3 тис. лк з фотоперіодом 16 год. Експеримент тривав 28 діб і проводився трикратно.

Отримані результати обробляли за допомогою пакета статистичного аналізу програми Microsoft Excel. Основними статистичними характеристиками були: середня арифметична величина (x), середнє квадратичне відхилення (σ), похибка середньої величини (Sx). Для оцінки достовірності різниці між варіантами користувалися критерієм Стьюдента. Експеримент повторювали тричі. У таблицях 1, 2

наведено середні значення з урахуванням похибки середньої величини.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Початок морфогенезу в культурі ізольованих меристем *M. piperita* у вигляді розгортання першої пари листків спостерігався на 5–7 добу культивування, до того ж на живильних середовищах, що містили наночастинки, одночасно ініціювали ріст 2–4 додаткових мікропагонів. Слід наголосити, що рослини усіх сортів м'яти перцевої на живильних середовищах з додаванням кобальту і міді мали кращі ростові характеристики порівняно з рослинами, які культивували в умовах контрольного середовища. Аналізували біометричні показники: довжину пагона (мм), кількість пагонів і кількість вузлів (шт.) на 14 та 28 добу культивування (табл. 1).

На 14 добу у рослин сорту м'яти перцевої Мама, що культивували на середовищі з Co у концентрації 0,4 мг/л, спостерігалося більше вузлів, на 49% ($p<0,05$), а на живильному середовищі з Cu у концентрації 1,2 мг/л довжина пагона і кількість вузлів були більшими порівняно з контролем на 33% ($p<0,05$) і на 53% ($p<0,05$) відповідно.

У рослин сорту Лідія на 14 добу культивування додавання у живильне середовище Co у концентрації 0,4 мг/л сприяло збільшенню на 54% ($p<0,05$) середньої довжини пагона, а наявність наночастинок Cu у концентрації 0,8 мг/л сприяло збільшенню середньої довжини пагона на 49% ($p<0,05$). Збільшення концентрації Cu у середовищі до 1,2 мг/л сприяло збільшенню середньої довжини пагона на 53% ($p<0,05$), а кількості вузлів на 76% ($p<0,05$).

Рослини м'яти перцевої сорту Чорнолиста продемонстрували достовірне збільшення середньої довжини пагона на 23% ($p<0,05$) за додавання у живильне середовище наночастинок Cu у концентрації 0,8 мг/л, а концентрація Cu 1,2 мг/л сприяла підвищенню кількості вузлів на 64% ($p<0,05$) порівняно з рослинами, що культивувалися на контрольному середовищі.

Коефіцієнт розмноження у всіх сортів м'яти перцевої на 14 добу експерименту

Таблиця 1

Вплив поживного середовища з мікроелементом Co на розвиток рослин сортів *Mentha piperita* L. на 14 добу культивування

Живильне середовище	Концентрація наночастинок у живильному середовищі, мг/л	Довжина пагона, мм			Кількість пагонів, шт.			Кількість вузлів, шт.		
		Мама	Лідія	Чорнолиста	Мама	Лідія	Чорнолиста	Мама	Лідія	Чорнолиста
МСк (контроль)	–	24,5± 1,5	20,6± 3,9	23,9± 1,5	2,37± 0,6	2,50± 0,51	2,63± 0,49	4,10± 0,76	3,17± 0,91	3,83± 0,70
у т.ч. з: Co	0,4	28,9± 2,9	31,8± 3,9*	27,7± 2,7	3,80± 0,55	2,87± 0,51	3,43± 0,68	6,10± 0,76*	4,80± 0,71	4,10± 0,55
	0,8	29,9± 2,2	29,6± 3,7	27,9± 2,2	3,03± 0,56	2,73± 0,58	3,27± 0,58	5,10± 0,71	4,33± 0,76	4,70± 0,65
	1,2	29,2± 3,7	29,2± 3,9	26,1± 1,8	2,70± 0,53	2,60± 0,62	3,10± 0,55	4,30± 0,53	4,10± 0,66	4,37± 0,61
	1,6	28,7± 3,2	26,1± 2,7	25,9± 1,9	2,47± 0,57	2,57± 0,50	3,03± 0,67	4,37± 0,72	4,23± 0,50	4,40± 0,56
Cu	0,4	27,9± 2,8	30,2± 4,8	27,1± 2,4	2,87± 0,73	2,70± 0,47	3,17± 0,46	4,50± 0,82	4,67± 0,92	4,93± 0,91

Закінчення таблиці 1

Живильне середовище	Концентрація наночастинок у живильному середовищі, мг/л	Довжина пагона, мм			Кількість пагонів, шт.			Кількість вузлів, шт.		
		Мама	Лідія	Чорнолиста	Мама	Лідія	Чорнолиста	Мама	Лідія	Чорнолиста
Cu	0,8	31,8± 3,4	30,7± 3,17*	29,3± 2,22*	3,30± 0,70	2,90± 0,66	3,47± 0,57	5,74± 0,64	4,87± 0,94	6,03± 0,85
	1,2	32,7± 3,8*	31,7± 3,8*	26,9± 2,4	2,57± 0,57	3,17± 0,70	3,97± 0,67	6,27± 0,74*	5,57± 0,77*	6,30± 0,92*
	1,6	29,7± 3,9	28,4± 3,1	25,2± 1,9	2,60± 0,56	2,83± 0,46	2,93± 0,37	4,63± 0,61	4,50± 0,78	4,27± 0,69

Примітка: *Різниця статистично достовірна ($p<0,05$) порівняно з контрольним живильним середовищем МСк.

становив 1:6 на живильних середовищах з додаванням наночастинок міді у концентрації 0,8–1,2 мг/л, а у сорту Мама такий самий коефіцієнт розмноження спостерігався на живильному середовищі з концентрацією Со 0,4 мг/л.

На 28 добу культивування на середовищах з наночастинками спостерігалося достовірне збільшення кількості пагонів та вузлів на живильних середовищах з додаванням Cu у концентрації 0,8–1,2 мг/л (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив біогенних нанометалів на розвиток рослин сортів *Mentha piperita* L. (на 28 добу культивування)

Живильне середовище	Концентрація наночастинок, мг/л	Довжина пагона, мм			Кількість пагонів, шт.			Кількість вузлів, шт.		
		Мама	Лідія	Чорнолиста	Мама	Лідія	Чорнолиста	Мама	Лідія	Чорнолиста
МСк	–	41,10± 2,56	38,2± 4,70	46,07± 3,89	4,87± 0,82	4,83± 0,75	5,03± 0,67	11,07± 1,01	9,13 ± 1,11	11,33± 1,42
у т.ч. з: Со	0,4	44,90± 5,4	40,10± 4,45	48,03± 3,15	6,20± 1,03	6,37± 1,03	5,93± 0,83	13,40± 1,04	11,33± 1,35	12,77± 1,19
	0,8	45,83± 4,4	39,23± 4,93	48,20± 3,59	5,97± 1,07	6,13± 0,82	5,73± 0,83	12,50± 1,25	11,30± 1,12	12,83± 1,39
	1,2	45,43± 4,8	37,63± 4,11	47,23± 3,83	5,47± 1,07	6,03± 0,72	5,67± 0,66	11,63± 0,96	11,03± 0,85	12,23± 0,97
	1,6	44,77± 5,2	37,57± 3,22	47,27± 3,08	5,43± 1,38	5,80± 0,71	5,40± 0,62	11,53± 1,07	10,87± 1,01	12,30± 0,95
Cu	0,4	44,27± 3,14	38,90± 4,84	48,47± 2,45	5,93± 0,83	6,63± 0,81	6,20± 0,71	13,13± 1,33	10,47± 0,86	13,77± 1,10
	0,8	48,17± 3,91	40,33± 4,83	49,30± 2,67	7,30± 0,88*	6,80± 0,96	7,20± 0,85*	14,27± 1,20*	11,13± 1,04	14,87± 1,01*

Закінчення таблиці 2

Живильне середовище	Концентрація наночастинок, мг/л	Довжина пагона, мм			Кількість пагонів, шт.			Кількість вузлів, шт.		
		Мама	Лідія	Чорнолиста	Мама	Лідія	Чорнолиста	Мама	Лідія	Чорнолиста
Cu	1,2	52,43± 4,53*	42,97± 3,35	47,73± 2,63	5,60± 0,72	7,13± 0,86*	6,03± 0,89	12,50± 1,11	13,03± 1,38*	13,97± 0,96
	1,6	48,27± 4,96	40,87± 4,94	47,57± 2,90	5,10± 0,84	6,67± 0,88	5,67± 0,80	11,73± 1,23	11,2± 1,24	12,63± 1,16

Примітка: *Різниця статистично достовірна ($p<0,05$) порівняно з контрольним живильним середовищем МСк.

Середня довжина пагона збільшилася на живильному середовищі з додаванням Cu у концентрації 1,2 мг/л лише у рослин м'яти перцевої сорту Мама на 27% ($p<0,05$) порівняно з контрольним живильним середовищем. Кількість пагонів на живильному середовищі з наночастинками Cu у концентрації 0,8 мг/л у рослин м'яти перцевої сорту Мама збільшилася на 50% ($p<0,05$), Чорнолиста — на 43% ($p<0,05$), а також на живильному середовищі з Cu у концентрації 1,2 мг/л у рослин м'яти перцевої сорту Лідія на 48% ($p<0,05$).

Кількість вузлів на живильному середовищі з наночатинками Cu у концентрації 0,8 мг/л була більшою порівняно з контрольним середовищем у рослин сорту Мама на 29% ($p<0,05$), Чорнолиста — на 31% ($p<0,05$), а на середовищі з наночастинками Cu у концентрації 1,2 мг/л у рослин м'яти перцевої сорту Лідія — на 43% ($p<0,05$).

Отже, у перші два тижні експерименту спостерігалося стійке збільшення довжини пагонів і кількості вузлів, а надалі збільшувалася кількість пагонів і вузлів у рослин-регенерантів, що дало змогу отримати більший коефіцієнт розмноження порівняно з контрольною групою. Так, коефіцієнт розмноження у рослин м'яти перцевої сорту Мама на 28 добу становив 1:14 (контроль 1:11), Лідія — 1:13 (контроль 1:13), Чорнолиста 1:15 (контроль 1:11).

ВИСНОВКИ

Під час дослідження впливу наночастинок Co і Cu на морфогенез і ростові показники рослин м'яти перцевої в умовах *in vitro* у живильному середовищі було визначено оптимальну концентрацію (мг/л): Co — 0,4 та Cu — 0,8–1,2. Використання такої модифікації живильного середовища Мурашіге-Скуга дає змогу отримати значно більше (на 27%) рослин-регенерантів *M. piperita* L., що особливо актуально для сорту Мама, оскільки він є основним промисловим сортом. На сьогодні сорт Мама становить понад 70% культивованих площ цього виду в Україні.

Проведені дослідження дали можливість отримати високий коефіцієнт розмноження та велику кількість рослин-регенерантів м'яти перцевої, які будуть залучені до експериментів із дослідження впливу наночастинок Co, Cu та Si на коренеутворення, оскільки наночастинки розглядаються як адаптогени в технології клонального мікророзмноження рослин за їх адаптації до умов *in vivo*.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Briquet I.* Les labiees des Alpes Maritimes / I. Briquet // In Burnat E. Nateriaux pour server a l' histoire de la flore des Alpes Maritimes 1, Geneve et Basle. — 1891. — Part 1. — P. 18–97.

2. *Шелудько Л.П.* М'ята перцева (селекція і насінництво) / Л.П. Шелудько. — Полтава: ВАТ «Видавництво «Полтава», 2004. — 200 с.
3. *Шелудько Л.П.* Лікарські рослини (селекція і насінництво) / Л.П. Шелудько, Н.І. Куценко. — Полтава: ТОВ «Копі-центр», 2013. — 476 с.
4. *Бугара І.О.* Індукований морфогенез і клональне мікророзмноження перспективних сортів м'яти: автореф. ... канд. біол. наук: 03.00.20 «Біотехнологія» / І.О. Бугара / Нікіт. ботан. сад. — Ялта, 2006. — 20 с.
5. *Бугаенко Л.А.* Полиплоидия и межвидовая гибридизация у мяты / Л.А. Бугаенко, Н.П. Шило. — Симферополь: Бизнес-Информ, 2012. — 296 с.
6. Effects of growth regulators on biomass and the production of secondary metabolites in Peppermint (*Mentha piperita*) micropropagated *in vitro* / M.V. Santoro et al. // American Journal of Plant Sciences. — 2013. — No. 4. — 49–55 p.
7. *Бугара И.А.* Получение каллусных культур *Mentha piperita* L. и их цитологическая характеристика при выращивании на питательных средах с различной концентрацией селена / И.А. Бугара, О.А. Мальцева // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. — Т. 24 (63). — 2011. — № 4. — С. 17–23. — (Серия: Биология, химия).
8. *Лопатько К.Г.* Обґрунтування фізико-технологічних основ біологічної функціональності наночастинок металів: автореф. ... д-ра техн. наук: 03.00.20 «Біотехнологія» / К.Г. Лопатько. — К.: Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України, 2015. — 46 с.
9. *Бугара И.А.* Особенности каллусогенеза в культуре вегетативных органов мяты перечной (*Mentha piperita* L.) на селенсодержащих питательных средах / И.А. Бугара, О.А. Мальцева // Современная биология: Вопросы и ответы: Сборник научных статей. — СПб: Научно-издательский центр «Открытие», 2012. — С. 19–25.
10. Использование наночастиц микроэлементов в биотехнологии лекарственных растений: воздействие наночастиц меди на клеточные культуры *Silybum marianum* L. / О.В. Копач, А.А. Кузовкова, С.Г. Азизбекян, В.Н. Решетников // Труды БГУ. — 2013. — Т. 8, Ч. 2. С. 20–23.
11. The Influence of Cu and Co Nanoparticles on Growth Characteristics and Biochemical Structure of *Mentha Longifolia in vitro* / T.E. Talankova-Sereda, K.V. Liapina, E. A. Shkopinskij et. al. — 2016. — Vol. 4. — No 2. — P. 31–39.
12. *Кушнір Г.П.* Мікроклональне розмноження рослин / Г.П. Кушнір, В.В. Сарнацька. — К.: Наукова книга, 2005. — 260 с.

REFERENCES

1. Briquet I. (1891). *Les labiees des Alpes Maritimes.* In Burnat E. Nateriaux pour server a l histoire de la flore des Alpes Maritimes 1, Part 1, Geneve et Basle Publ., pp. 18–97 (*in French*).
2. Sheludko L.P. (2004). *Miata pertseva (selektsiia i nasinnytstvo)* [Peppermint (breeding and seed)]. Poltava: VAT Vydavnytstvo Poltava Publ., 200 p. (*in Ukrainian*).
3. Sheludko L.P., Kutsenko N.I. (2013). *Likarski rosliny (selektsiia i nasinnytstvo)* [Medicinal plants (breeding and seed)]. Poltava: TOV Kopi-tsentr Publ., 476 p. (*in Ukrainian*).
4. Buhara I.O. (2006). *«Induced morphogenesis and clonal micropropagation of promising varieties of mint»*, Abstract of Candidate of Biological Sciences, Biotechnology, Nikitinskyy Botanical Garden. Yalta, Ukraine 20 p. (*in Ukrainian*).
5. Bugaenko L.A., Shilo N. P. (2012). *Poliploidiya i mezhvidovaya gibridizatsiya u myaty* [Polyploidy and interspecific hybridization in mint]. Simferopol: Biznes-Inform Publ., 296 p. (*in Russian*).
6. Santoro M.V. (2013) *Effects of growth regulators on biomass and the production of secondary metabolites in Peppermint (Mentha piperita) micropropagated in vitro*. American Journal of Plant Sciences Publ., No. 4, pp. 49–55 ((*in English*).
7. Bugara I.A., Maltseva O.A. (2011). *Poluchenie kallusnykh kultur Mentha piperita L. i ikh tsitologicheskaya kharakteristika pri vyrashchivanii na pitatelnykh sredakh s razlichnoy kontsentratsiey selena* [Obtaining callus cultures *Mentha piperita* L. and cytologic characteristics when grown on nutrient media with different concentrations of selenium]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo* [Scientific notes of Taurida National University. IN AND. Vernadsky]. Seriya «Biologiya, khimiya», Vol. 24 (63), No. 4, pp. 17–23 (*in Russian*).
8. Lopatko K.H. (2015). *«Justification physical and technological foundations of the biological function of metal nanoparticles»* Abstract of Doctor of Engineering Sciences, Biotechnology, National University of Life and Environmental Sciences, 46 p. (*in Ukrainian*).
9. Bugara I.A., Maltseva O.A. (2012). *Osobennosti kallusogeneza v kulture vegetativnykh organov myaty peregnoy (Mentha piperita L.) na selensoderzhashchikh pitatelnykh sredakh* [Features callus culture of vegetative organs humus mint (*Mentha piperita* L.) in the selenium-containing nutrient media]. *Sovremennaya biologiya: Voprosy i otvety. Chornik nauchnykh statey* [Modern biology: Questions and Answers. Collection of scientific articles]. Sankt-Peterburg: Nauchno-izdatelskiy tsentr Otkrytie Publ., pp. 19–25 (*in Russian*).
10. Kopach O.V., Kuzovkova A.A., Azizbekyan S.G., Reshetnikov V.N. (2013) *Ispolzovanie nanochastits mikroelementov v biotekhnologii lekarstvennykh rasteniy: vozdeystvie nanochastits medi na kletochnye kultury silybum marianum L.* [The use of nanoparticles in trace elements of biotechnology medicinal plants: the impact of copper nanoparticles on cell cultures silybum marianum L.]. *Trudy BGU* [Proceedings of the BSU]. Vol. 8, Iss. 2, pp. 20–23 (*in Russian*).
11. Talankova-Sereda T.E., Liapina K.V., Shkopinskij E.A., Ustinov A.I., Kovalyova A.V., Dulnev P.G., Kucenko N.I. (2016). *The Influence of Cu and Co*

Nanoparticles on Growth Characteristics and Biochemical Structure of Mentha Longifolia in Vitro. Vol. 4, No. 2 pp. 31–39 ((*in English*).

12. Kushnir H.P., Sarnatska V.V. (2005). *Mikroklonalne rozmnozhennia roslyn* [Microclonal plant propagation]. Kyiv: Naukova knyha Publ., 260 p. (*in Ukrainian*).

УДК 615.012.1: 582.949.2: 581.3

IN VITRO SCREENING OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ETHANOLIC EXTRACT OBTAINED FROM *FICUS LYRATA* WARB. (MORACEAE) LEAVES

G. Tkachenko[1], L. Buyun[2], Z. Osadovskyy[1], M. Truhan[1], E. Sosnowski[3], A. Prokopiv[3,4], V. Goncharenko[4]

[1] Інститут біології та охорони середовища, Поморський Університет у Слупську
[2] Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України
[3] Ботанічний сад Львівського Національного університету імені Івана Франка
[4] Львівський Національний університет імені Івана Франка

Проведено скринінгове дослідження антимікробної активності етанольного екстракту, отриманого з листків Ficus lyrata, щодо патогенних мікроорганізмів з метою виявлення нових джерел антимікробних засобів. Антимікробну активність екстракту оцінювали за допомогою диско-дифузійного методу з використанням стандартних дисків. Антимікробну активність екстракту F. lyrata визначали відносно патогенних мікроорганізмів людини — як грампозитивних (Staphylococcus aureus, метицилін-резистентного S. aureus та Streptococcus pneumoniae), так і грамнегативних (Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa та Escherichia coli) штамів. Результати дослідження свідчать, що етанольний екстракт листків F. lyrata виявляє помірну антимікробну активність, очевидно, обумовлену присутністю різних вторинних метаболітів, що підтверджує традиційне використання цієї рослини для лікування захворювань, викликаних патогенними мікроорганізмами. Отримані дані дають змогу висловити припущення, що екстракт F. lyrata може бути використаний для виявлення нових антимікробних сполук та розробки на їх основі нових фармацевтичних препаратів для профілактики та лікування бактеріальних інфекцій.

Ключові слова: *Ficus lyrata, етанольний екстракт листків, патогенні бактерії, in vitro антимікробна активність, вторинні метаболіти.*

Medicinal plant products exhibiting antimicrobial activity continue to be the subject of extensive research aimed at the development of new therapeutic agents for treatment of various infectious diseases. Antimicrobial properties of plants have been investigated by a number of researchers worldwide. In particular, up to now medicinal values of many Ficus species as a source of natural antimicrobial agents have been well documented [1].

Ficus L. is one of the largest genera of angiosperms, with about 750 species of terrestrial trees, shrubs, hemi-epiphytes, climbers and creepers distributed in the tropics and subtropics of the world [2].

A number of *Ficus* species have been used as food source and due to their medicinal properties in both Ayurvedic and traditional Chinese medicine, especially among the inhabitants of the areas where these species are distributed. It is widely used for treatment of numerous diseases such as various disorders of the central nervous system, endocrine sys-

© G. Tkachenko, L. Buyun, Z. Osadovskyy, M. Truhan, E. Sosnowski, A. Prokopiv, V. Goncharenko, 2016