

УДК 581.1:631.811.98:678.048:676.034
DOI: 10.15587/2519-8025.2018.129675

ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНОЇ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ СУЦВІТЬ РОСЛИН *MATRICARIA RECUTITA* L. ЗА РІЗНИХ УМОВ КУЛЬТИВУВАННЯ ЗА ВНЕСЕННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ

© О. М. Лупак

У статті наведено результати досліджень впливу біостимуляторів росту «Вермибіомаг», «Вермійодіс» та «Вермистим» на антиоксидантну активність суцвіть водних та спиртових екстрактів рослин *Matricaria recutita* L. сорту «Перлина Лісостепу», вирощених на дерново-підзолистому ґрунті зони Передкарпаття та темно-сірому опідзоленому середньосуглинковому ґрунті зони Західного Лісостепу. Матеріалом для дослідження були суцвіття рослин *M. recutita*, зібрані із різних дослідних ділянок та висушені до повітряно-сухого стану. Водні та спиртові екстракти суцвіть *M. recutita* готували відповідно до вимог Державної Фармакопеї України. Визначення антиоксидантної активності проведено модифікованим у наших дослідженнях потенціометричним методом за допомогою медіаторної системи (0,01 М $K_3[Fe(CN)_6]$ і 0,0001 М $K_4[Fe(CN)_6]$ в 0,066 М фосфатному буфері з рН 7,2), на основі методів Брайніної і співроб. та Аронбаєва і співроб. З'ясовано, що водні та спиртові екстракти суцвіть рослин *M. recutita* виявляють антиоксидантну активність. Спиртові екстракти суцвіть рослин *M. recutita* характеризуються вищою антиоксидантною активністю у 1,3–1,5 разів, порівняно із водними екстрактами. Встановлено, що екстракти суцвіть рослин *M. recutita*, культивованих в умовах Передкарпаття за внесення біостимуляторів росту характеризуються вищою інтегральною антиоксидантною активністю, порівняно із рослинами контрольного варіанту (14,36 – у водних та 20,52 мг АК / г абс. сухої маси – у спиртових екстрактах). Найвища антиоксидантна активність зафіксована у рослин, вирощених за дії «Вермибіомагу» (на 25,4 % – у водних та 26,7 % – у спиртових екстрактах порівняно з контролем). Показано, що суцвіття рослин *M. recutita*, культивованих в умовах Західного Лісостепу характеризуються достовірно вищою ($p \leq 0,05$) інтегральною антиоксидантною активністю на 16 %, ніж рослини, вирощені у зоні Передкарпаття

Ключові слова: *Matricaria recutita* L., біостимулятори росту, потенціометричний метод, інтегральна антиоксидантна активність, окисно-відновний потенціал

1. Вступ

Matricaria recutita L. (Asteraceae) – одна з найдавніших лікарських рослин, квіткові кошики якої широко використовують в офіційній та народній медицині завдяки значному вмісту природних антиоксидантів, ефірних олій та інших біологічно активних метаболітів, які виявляють антиоксидантну, протизапальну, антисептичну, спазмолітичну, пом'якшувальну, жовчогінну, в'язучу дію [1, 2]. Відомо, що під час вирощування лікарських рослин врожайність та вміст біологічно активних речовин залежать від генетичних особливостей сорту, типу ґрунту, кліматичних факторів. Для покращення стресостійкості рослин під час культивування, повнішої реалізації потенційних можливостей сорту, підвищення продуктивності якості лікарської рослинної сировини доцільно під час вирощування рослин вносити біостимулятори росту [3, 4].

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій

До антиоксидантів належать речовини, які протидіють утворенню вільних радикалів та активних форм кисню, при цьому запобігаючи розвитку захворювань, зумовлених пошкодженням структур організму вільними радикалами. До природних антиоксидантів належать речовини біогенного походження, які при хімічній взаємодії виступають інгібіторами вільнорадикального окиснення незалежно від механізму дії, проте без незворотної інактивації ферментних та генетичних

систем [5]. Антиоксидантна активність вища у рослинної сировини з високим вмістом фенольних та поліфенольних сполук, каротиноїдів, вітамінів А, Е, К і С [6, 7].

Багато науковців займалися дослідженням антиоксидантної активності суцвіть *M. recutita*. Антиоксидантну активність (АОА) рослини проаналізовано за вмістом ферментів антиоксидантного захисту та проміжних продуктів пероксидного окиснення ліпідів [8]. Інші – досліджували антиоксидантну здатність екстрактів суцвіть *M. recutita* шляхом вимірювання інгібування окиснювального розкладу β -каротину продуктами окиснення лінолевої кислоти, а також за вмістом поліфенольних сполук та флавоноїдів [9]. У попередніх власних дослідженнях [2] визначено вміст клітинних антиоксидантів, таких як аскорбінова кислота та відновлений глутатіон *M. recutita* за впливу біостимулятора «Вермибіомаг» та ґрунтово-кліматичних умов. Визначення інтегральної АОА *M. recutita* проводили електрохімічними методами, зокрема, кулонометричним [7] та потенціометричним [10]. Потенціометричний метод характеризується високою чутливістю, простою у виконанні, інформативністю та доступною вартістю [11].

У попередніх дослідженнях було започатковано потенціометричне визначення інтегральної АОА рослин *C. officinalis* [12]. Результати досліджень вказують на доцільність потенціометричного визначення інтегральної АОА рослин *M. recutita*.

3. Мета та задачі дослідження

Мета роботи – дослідити вплив біостимуляторів росту «Вермибіомаг», «Вермийодіс» та «Вермистим» на АОА суцвіть водних та спиртових екстрактів рослин *M. recutita* сорту «Перлина Лісостепу», вирощених у зонах Передкарпаття та Західного Лісостепу.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. проаналізувати водні та спиртові екстракти суцвіть рослин *M. recutita*, вирощених під впливом біостимуляторів росту на антиоксидантну активність;
2. порівняти інтегральну АОА водних та спиртових екстрактів рослин;
3. дослідити та порівняти інтегральну АОА водних та спиртових екстрактів рослин *M. recutita*, вирощених за внесення біостимуляторів росту за різних умов культивування.

4. Матеріали та методи дослідження

Рослини *M. recutita* культивували впродовж 2015 року на дерново-підзолистому ґрунті в зоні Передкарпаття (навчально-дослідна ділянка Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка (ДДПУ)) і темно-сірому опідзоленому середньосуглинковому ґрунті в зоні Західного Лісостепу України (дослідне поле навчально-науково-дослідного центру Львівського національного аграрного університету (ЛНАУ)) відповідно до методики проведення польових дослідів [12].

Аналіз хімічного складу ґрунту засвідчив, що ґрунт дослідного поля ЛНАУ характеризується більшим вмістом гумусу, макро- і мікроелементів, ніж ґрунт навчально-дослідної ділянки ДДПУ. Такі дані можуть зумовлюватися різними умовами формування ґрунтів на території окремих районів Львівщини. Більший вміст гумусу та біогенних елементів у ґрунті Жовківського району, в межах якого розміщене дослідне поле ЛНАУ, свідчить про краще забезпечення рослин поживними речовинами за умов вирощування їх на зазначеній території у зоні Західного Лісостепу, ніж у зоні Передкарпаття південно-західної частини Львівської області (Дрогобицький район) [2].

Біостимулятори вносили в ґрунт дослідних ділянок двічі: у фенологічних фазах сходів та бутонізації рослин із нормою внесення 5 л/га. Як контроль використовували польові ділянки, у ґрунт яких під час культивування *M. recutita* не вносили біостимулятори росту. Повторність дослідів була трьохразовою. Облікова площа ділянки становила 10 м².

Метеорологічні умови 2015 р. відрізнялися від середніх багаторічних, особливо під час вегетації рослин. У цей період середньомісячна температура була дещо відмінною від середньої багаторічної. Прохолодна погода у квітні-травні та суха і жарка погода в липні-серпні впливала на ріст, розвиток, продуктивність рослин *M. recutita*.

Матеріалом для дослідження були суцвіття рослин *M. recutita*, зібрані із різних дослідних ділянок та висушені до повітряно-сухого стану. Водні екстракти (настої) та спиртові витяжки суцвіть *M. recutita* готували відповідно до вимог Державної Фармакопеї України [13].

Визначення АОА проводили потенціометричним методом за допомогою медіаторної системи [11], модифікувавши два методи – Брайніної і співроб. [14] та Аронбаєва і співроб. [10]. Потенціометрію проводили з використанням приладу марки рН-301 в режимі вимірювання окисно-відновного потенціалу (ОВП). Медіаторна система складалася з 0,01 М K₃[Fe(CN)₆] і 0,0001 М K₄[Fe(CN)₆] в 0,066 М фосфатному буфері з рН 7,2 [14].

Стандартом АОА були свіжовиготовлені водні та спиртові розчини АК із концентрацією 1 мг/мл з метою їх калібрування для наступного дослідження водних і спиртових екстрактів суцвіть *M. recutita* [11].

Величину антиоксидантної активності АОАх для досліджуваних екстрактів обчислювали за загальною формулою для отриманих калібрувальних залежностей (1):

$$\lg[C(АК)] = A \cdot \Delta E + B, \quad (1)$$

де А, В – коефіцієнти калібрувальних залежностей, згідно з методом найменших квадратів, який реалізовано в табличному процесорі Microsoft Excel; ΔE – різниця між ОВП медіаторної системи перед додаванням та після додавання розчину, в якому вимірювали АОА.

АОАх в одиницях концентрації АК (мг/мл) в екстракті визначали за формулою (2) [11]:

$$AOA_x = 10^{\lg[C(АК)]}, \quad [\text{мг АК/мл}] \quad (2)$$

Перерахунок АОА здійснювали на суху біомасу.

Досліди проводили у трьох біологічних та п'яти аналітичних повторях. Для кожної вибірки показників визначали середнє арифметичне та квадратичне значення (М), стандартну похибку середнього (m), коефіцієнт Стьюдента та достовірність. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програми Microsoft Statistica 6.0, розбіжності між вибірками вважали вірогідними при $p \leq 0,05$.

5. Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень засвідчили, що суцвіття рослин *M. recutita* сорту «Перлина Лісостепу», культивованих у зоні Передкарпаття за дії біостимуляторів росту, мають вищу інтегральну АОА, порівняно із контролем (без внесення стимуляторів). Зокрема, найвищу різницю між ОВП медіаторної системи перед додаванням та після додавання водних екстрактів *M. recutita* зафіксовано у варіанті із застосуванням біостимулятора «Вермибіомаг». Відповідно, екстракти суцвіть рослин *M. recutita*, вирощених за дії «Вермибіомагу» характеризувалися найвищою інтегральною АОА ($p \leq 0,05$) (на 25,4 % над контролем) (рис. 1). Достовірно вищу АОА суцвіть порівняно із контролем (14,36 мг АК / г абс. сухої маси) отримано у варіантах із внесенням «Вермийодісу» – на 23 % та «Вермистиму» – на 18,3 %. Достовірною є різниця між варіантами із внесенням біостимуляторів «Вермибіомаг» та «Вермистим», а також «Вермийодіс» та «Вермистим».

З'ясовано, що спиртові екстракти рослин, вирощених за дії біостимуляторів росту «Вермибіомаг», «Вермійодіс» та «Вермистим» мають на 26,7, 25 та 19,1 %, відповідно, вищу інтегральну АОА від контролю.

З'ясовано, що спиртові екстракти суцвіть рослин *M. recutita* у 1,3–1,4 разів проявляють вищу АОА, ніж водні. Отримані результати узгоджуються із даними, отриманими в інших працях, у яких

досліджували водні та спиртові екстракти лікарських рослин, зокрема *M. recutita* [6].

Аналогічний вплив біостимуляторів росту на інтегральну АОА суцвіть рослин *M. recutita* спостерігали за умов їх культивування у зоні Західного Лісостепу (рис. 2).

Встановлено, що спиртові екстракти рослин *M. recutita* у 1,3–1,5 разів проявляють вищу АОА, ніж водні.

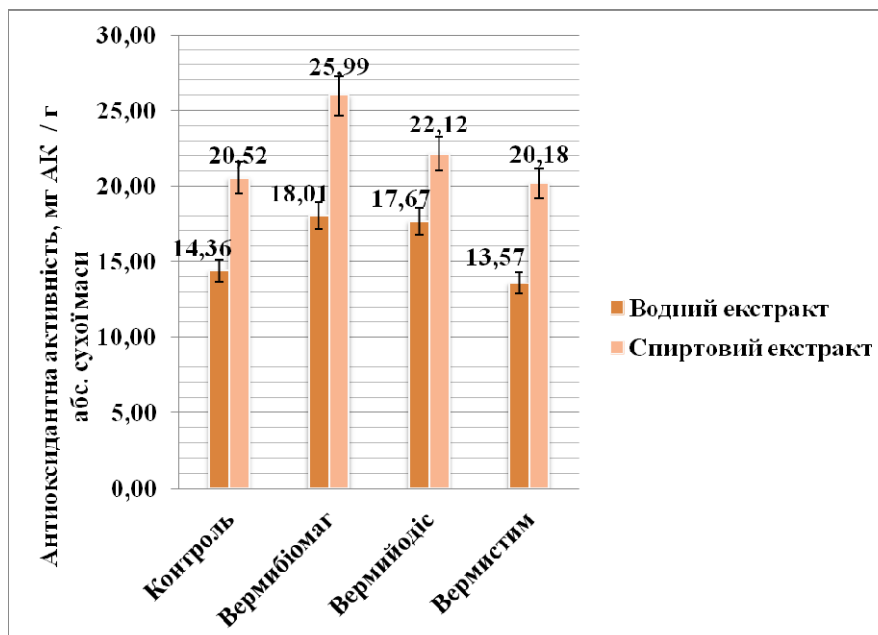


Рис. 1. Антиоксидантна активність водних та спиртових екстрактів суцвіть рослин *M. recutita*, культивованих в умовах Передкарпаття ($M \pm m$, $p \leq 0,05$)

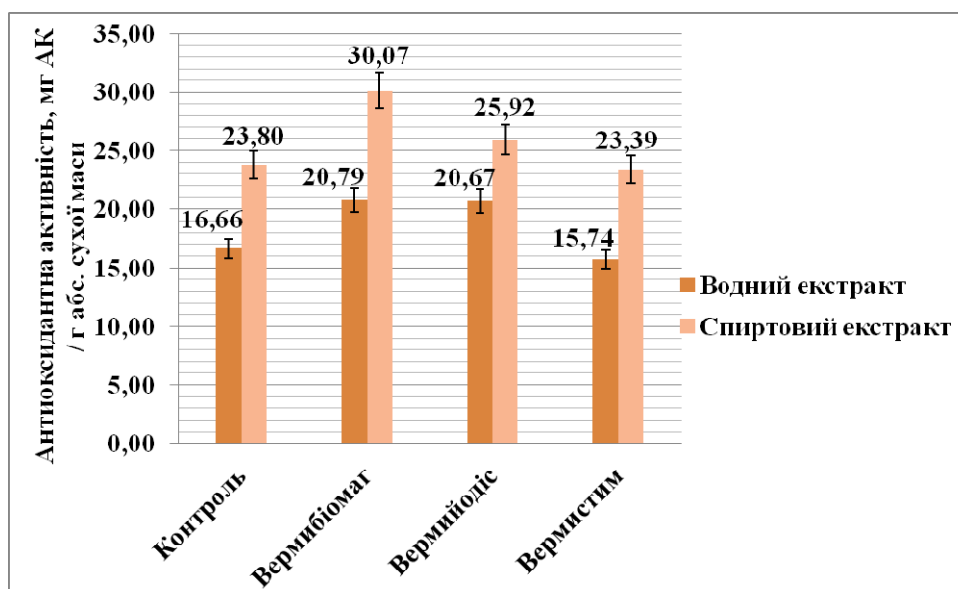


Рис. 2. Антиоксидантна активність водних та спиртових екстрактів суцвіть рослин *M. recutita*, культивованих в умовах Західного Лісостепу ($M \pm m$, $p \leq 0,05$)

Досліджено, що суцвіття рослин *M. recutita*, культивованих в умовах Західного Лісостепу характеризуються достовірно вищою ($p \leq 0,05$) інтегральною АОА, ніж рослини, вирощені у зоні Передкарпаття.

6. Висновки

1. З'ясовано, що водні та спиртові екстракти суцвіть рослин *M. recutita* сорту «Перлина Лісостепу», вирощених під впливом біостимуляторів росту «Вермибіомаг», «Вермійодіс» та «Вермистим»

в умовах Передкарпаття та Західного Лісостепу виявляють антиоксидантну активність.

2. Показано, що спиртові екстракти суцвіть рослин *M. recutita* характеризуються вищою антиоксидантною активністю у 1,3–1,5 разів, порівняно із водними.

3. Встановлено, що екстракти суцвіть рослин *M. recutita*, культивованих в умовах Передкарпаття за внесення біостимуляторів росту характеризуються вищою інтегральною антиоксидантною активністю, порівняно із рослинами контрольного варіанту

(14,36 – у водних та 20,52 мг АК / г абс. сухої маси – у спиртових екстрактах).

Найвища антиоксидантна активність зафіксована у рослин, вирощених за дії «Вермибіомагу» (на 25,4 % – у водних та 26,7 % – у спиртових екстрактах порівняно з контролем).

4. Показано, що суцвіття рослин *M. recutita*, культивованих в умовах Західного Лісостепу характеризуються достовірно вищою ($p \leq 0,05$) інтегральною АОА на 16 %, ніж рослини, вирощені у зоні Передкарпаття.

Література

1. Шелудько Л. П., Куценко Н. І. Лікарські рослини (селекція і насінництво): монографія. Полтава, 2013. 475 с.
2. Лупак О. М., Панас Н. Є., Антоняк Г. Л. Вплив препарату «Вермибіомаг» та ґрунтового-кліматичних умов на вміст клітинних антиоксидантів і продуктивність ромашки лікарської (*Matricaria recutita* L.): зб. тез V Всеукр. наук.-пр. конф. // Біотехнологія: звершення та надії. Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. С. 131–132.
3. Лупак О. М., Клепач Г. М., Антоняк Г. Л. Вплив біостимуляторів на активність ензимів антиоксидантної системи у рослинах *Calendula officinalis* L. в умовах Західного Лісостепу України // Біологічні студії. 2017. Т. 11, № 3-4. С. 28–29.
4. Терек О. І., Пацула О. І. Ріст і розвиток рослин: навч. пос. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 328 с.
5. Антиоксидантні засоби – необхідні компоненти комплексної фармакотерапії / Горчакова Н. О. та ін. // Фітотерапія в Україні. 2000. № 1 (9). С. 7–13.
6. Гойко І. Ю. Визначення окислювально-відновлювального потенціалу для характеристики антиоксидантної активності нетрадиційної рослинної сировини // Харчова промисловість. 2013. № 14. С. 6–9.
7. Головка М. П., Пенкіна Н. М., Колесник В. В. Антиоксидантні властивості деяких видів рослинної сировини // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2011. Т. 4, № 6 (52). С. 9–11. URL: <http://journals.uran.ua/ejet/article/view/1414>
8. Determination of the Antioxidant Activity and Stability of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Extract in Sunflower Oil / Sazegar M. R. et al. // World Applied Sciences Journal. 2011. Vol. 12, Issue 9. P. 1500–1504.
9. Polyphenols and antioxidant properties of extracts from *Mentha pulegium* L. and *Matricaria chamomilla* L / Seddik K. et al. // Pharmacognosy Communications. 2013. Vol. 3, Issue 2. P. 35–40. doi: 10.5530/pc.2013.2.8
10. Исследование антиоксидантной активности растительности Ферганской долины / Аронбаев Д. М. и др. // Молодой учёный. 2015. № 4 (84). С. 30–34.
11. Лупак О. М., Ковальчук Г. Я., Антоняк Г. Л. Потенціометричне визначення антиоксидантної активності екстрактів рослин *Calendula officinalis* L. за впливу біостимуляторів росту // ScienceRise: Biological Science. 2017. № 6 (9). С. 10–13. doi: 10.15587/2519-8025.2017.119086
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
13. Державна Фармакопея України. Т. 3. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. 732 с.
14. Ivanova A. V., Gerasimova E. L., Brainina K. Z. Potentiometric Study of Antioxidant Activity: Development and Prospects // Critical Reviews in Analytical Chemistry. 2015. Vol. 45, Issue 4. P. 311–322. doi: 10.1080/10408347.2014.910443

Рекомендовано до публікації д-р біол. наук Антоняк Г. Л.
Дата надходження рукопису 27.03.2018

Лупак Оксана Миколаївна, викладач, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, вул. І. Франка, 24, м. Дрогобич, Україна, 82100
E-mail: oksana_lupak@ukr.net