

Галина Ярославівна Ковальчук,

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та хімії
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна
orcid.org/0000-0002-5261-8422, e-mail: galynakovalchuk5@gmail.com

Оксана Миколаївна Лупак,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін,
географії та екології
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна
orcid.org/0000-0002-1969-8643, e-mail: oksana_lupak@ukr.net

АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ ЕКСТРАКТІВ КОРЕНЕВИЩ З КОРЕНЯМИ *ECHINACEA PURPUREA* (L.) MOENCH ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ЇХ ОТРИМАННЯ

Анотація. У статті містяться результати дослідження інтегральної антиоксидантної активності (АОА) спиртових та водних екстрактів кореневищ з коренями *Echinacea purpurea* (L.) Moench, вирощеної на навчально-дослідній ділянці Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. Визначено вплив різних способів екстрагування на показники АОА, виміряні потенціометричним методом з використанням медіаторної системи.

Екстрагування проводили шляхом змішування подрібненої висушеної лікарської сировини з 70% спиртом і витримування протягом 14 днів чи дистильованою водою у співвідношенні 1:10 за різної температури та часу її дії. При 1-му способі приготування водних настоїв використовувалась вода кімнатної температури, при 2-му – гаряча вода (70°C), далі в обидвох випадках суміші нагрівали протягом 15 хв на киплячій водяній бані та 45 хв охолоджували. При 3-му способі лікарську рослину сировину заливали окропом та настоювали 15 хв. Для отримання відвару лікарську рослину сировину заливали водою кімнатної температури, настоювали шляхом нагрівання впродовж 30 хв на киплячій водяній бані та 15 хв охолоджували.

З'ясовано, що показник АОА спиртових екстрактів кореневищ з коренями ехінацеї у 1,2–4,5 разів перевищив аналогічні показники у водних екстрактах, отриманих різними способами, і становив $1,36 \pm 0,09$ мг АК/мл.

Серед обраних способів водної екстракції найефективнішим виявився спосіб приготування відвару, у якому АОА складала $1,13 \pm 0,08$ мг АК/мл. Це пояснюється особливістю гістологічної будови та природи хімічних речовин, що синтезуються кореневищами з коренями.

Найменші значення АОА ($0,30 \pm 0,02$ мг АК/мл) були зафіксовані у водному екстракті, отриманому 3-м способом, тоді як АОА водних витягів за 1-м способом складала $0,78 \pm 0,05$ мг АК/мл; 2-м способом – $0,88 \pm 0,06$ мг АК/мл, що у 1,5 та 1,3 рази відповідно поступаються показникам АОА відвару.

Отже, з метою отримання екстракту кореневищ з коренями ехінацеї пурпурової з максимальним значенням АОА доцільно готувати спиртовий витяг сировини.

Ключові слова: *Echinacea purpurea* (L.) Moench, лікарська рослинна сировина, екстракт, антиоксидантна активність, потенціометрія.

ВСТУП

У світовому масштабі за використанням лікарських рослин ехінацея пурпурова (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) входить у першу десятку. Рослина вирізняється унікальним хімічним складом, завдяки якому з лікувальною метою застосовують і надземну частину, і кореневища з коренями [1]. У лікарській рослинній сировині (далі – ЛРС) *E. purpurea* накопичується понад 250 біологічно активних речовин (далі – БАР), у тому числі вторинних метаболітів, що належать до різних класів, тому препарати, до складу яких входить сировина рослини, мають широкий спектр дії, зокрема імуномодулюючу, антибактеріальну, протигрибкову, противірусну, антиоксидантну; активують рецепторну функцію шкіри, підшкірних тканин та слизових оболонок; покращують роботу центральної нервової системи тощо. Також відомо, що комплекс БАР, що містяться у ЛРС *E. purpurea*, активує підвищення фагоцитарної активності нейтрофілів і макрофагів, забезпечує синтез інтерлейкіну-1, сприяє трансформації В-лімфоцитів у плазматичні клітини та функціональній активності Т-хелперів, покращує обмінні процеси, що відбуваються в організмі [2]. Сьогодні на фармацевтичному ринку України представлено понад 50 препаратів, до складу яких входять БАР *E. purpurea* [3].

Варто відзначити, що основний терапевтичний ефект ЛРС *E. purpurea* проявляє завдяки синтезу фенілпропаноїдів (зокрема, цикорієвої кислоти), полісахаридів (фруктанів), мікроелементів (селену та цинку), біотину, рутину та інших флавоноїдів, вітамінів А і С. Імуномодуляторна дія характеризується універсальним антиоксидантним механізмом реалізації, внаслідок якого зменшується негативний вплив вільних радикалів [4].

Антиоксидантна дія ЛРС проявляється у запобіганні надмірної активації вільнорадикального окиснення та відновленні функціональної активності природної антиоксидантної системи організму [15].

Останніми роками багато науковців займається питанням розроблення оптимальних способів вилучення БАР, що характеризуються антиоксидантними властивостями, з ЛРС в екстракти [5].

Як відомо з літературних джерел [6; 7], повнота екстракції залежить від багатьох факторів, зокрема ступеня подрібнення сировини, вибору методу екстрагування, екстрагента та його співвідношення до ЛРС, температурного режиму, часу екстрагування. Подрібнювати ЛРС необхідно до відповідних лінійних розмірів, вказаних у Фармакопеї для кожної морфологічної групи сировини [8], що забезпечить збільшення швидкості дифузії і повноту екстрагування БАР [9]. Вибір екстрагента має проводитися з урахуванням: 1) хімічної природи сировини, наприклад, щодо розчинності фармакологічно активних речовин (потрібно належно підбирати концентрацію розчинника тощо); 2) особливостей застосування отриманого екстракту (наскільки екстрагент безпечний для здоров'я) [7]. У разі приготування настоянок потрібно дотримуватися фармакопейних вимог [8] щодо співвідношення між кількістю ЛРС та екстрагента, від якого залежить потенційна сила дифузії [9]. При виборі температури та часу екстрагування також слід враховувати хімічний склад ЛРС. З одного боку, швидкість екстракції буде прямо пропорційна збільшенню температури, а з іншого боку, висока температура може негативно вплинути на якість або ж узагалі спричинити зміни фізичних властивостей отриманого екстракту [9].

Вивченню антиоксидантної активності (далі – АОА) екстрактів ЛРС присвячені численні наукові праці. АОА екстрактів квітів ехінацеї досліджували науковці А. Демидова, О. Аксонова, В. Євлаш, О. Ткаченко, Н. Каменева [10]. Н. Ткаченко, Н. Дец, С. Вікуль, Л. Ланженко, Д. Скрипніченко [11] визначали АОА (за зміною швидкості окиснення $\text{NAD}\cdot\text{H}_2 / \text{NAD}$) водних, спиртових та приготовлених на молочній сироватці екстрактів із коренів, листя та суцвіть ехінацеї пурпурової. У попередніх власних дослідженнях проаналізовано інтегральну АОА водних (отриманих трьома способами екстрагування) та спиртових екстрактів трави гісопу лікарського і меліси лікарської [5].

Мета дослідження полягала у визначенні АОА екстрактів кореневищ з коренями *Echinacea purpurea* (L.) Moench за різних способів екстрагування.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Матеріалом для дослідження були кореневища з коренями *E. purpurea*, вирощеної на навчально-дослідній ділянці Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. Кореневища викопували наприкінці вересня у суху погоду після спаду роси. Сировину звільняли від землі, мили, підв'язували та різали на шматки. Для сушіння використовували сушарку із робочою температурою 40–45°C. Після висушування рослинний матеріал подрібнювали на лабораторному млині при 1000 об/хв до лінійних розмірів часток 3 мм згідно із вимогами Державної фармакопеї України (ДФУ) [8].

Для отримання водних екстрактів подрібнені кореневища з коренями ехінацеї пурпурової заливали дистильованою водою у співвідношенні 1:10, беручи до уваги коефіцієнт водопоглинання для цієї ЛРС 1,5.

Водні настої готували такими способами:

1) кореневища з коренями заливали водою кімнатної температури, нагрівали впродовж 15 хв на киплячій водяній бані та 45 хв охолоджували;

2) кореневища з коренями заливали гарячою водою (70°C), нагрівали впродовж 15 хв на киплячій водяній бані та 45 хв охолоджували;

3) кореневища з коренями заливали окропом та настоювали впродовж 15 хв.

З огляду на особливості гістологічної будови даної сировини, зокрема щільність клітинної оболонки, недостатність міжклітинних ходів та каналів, необхідним способом виготовлення водної витяжки є відвар. Для отримання відвару кореневища з коренями заливали водою кімнатної температури, настоювали шляхом нагрівання впродовж 30 хв на киплячій водяній бані та 15 хв охолоджували.

При приготуванні спиртових витяжок використовували 70% спирт, який змішували з подрібненим рослинним матеріалом у співвідношенні 1:10 з подальшим настоюванням впродовж 14 днів.

Після завершення процесів водної та спиртової екстракції витяжки фільтрували через п'ятишарову стерильну марлю, залишок подрібнених коренів відтискали, промивали екстрагентом, повторно відтискали, після чого проціджену витяжку доводили екстрагентом до необхідного об'єму.

АОА витяжок визначали потенціометрично на приладі марки рН-150 МИ, використовуючи методики Брайніної і співроб. [13] та Аронбаєва і співроб. [14] у нашій модифікації [12]. При цьому фіксували зміну окисно-відновного потенціалу (ОВП) медіаторної системи на основі $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]/\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ після додавання до

неї досліджуваних екстрактів. Інтегральну АОА_x екстрактів виражали в еквіваленті концентрації аскорбінової кислоти (АК) у мг/мл та обчислювали за формулою:

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

Для статистичної обробки отриманих результатів використовували програму Microsoft Office Excel. Аналізували інтегральну АОА досліджуваних екстрактів у трьох біологічних і п'яти аналітичних повтореннях.

РЕЗУЛЬТАТИ

Під час дослідження проаналізовано АОА у водних та спиртових витяжках кореневищ з коренями *E. purpurea*. З'ясовано, що АОА прямо пропорційно залежить від зміни ОВП медіаторної системи. Визначено достовірно більшу ($p \leq 0,05$) різницю електродних потенціалів, що виникали у медіаторній системі при внесенні у неї спиртових витяжок, порівняно із водними (табл. 1). Зауважимо, що різниця потенціалів змінювалася від 79 до 110 мВ залежно від способу екстрагування.

Таблиця 1
Характеристика антиоксидантної активності екстрактів кореневищ з коренями *Echinacea purpurea* за різних способів екстрагування ($M \pm m$, $n=5$)

Спосіб екстрагування	Різниця потенціалів, (ΔE), мВ	lgC(АК)	АОА, мг АК / мл
Настій (1 спосіб)	97,5	-0,11	0,78±0,05 * ***
Настій (2 спосіб)	100	-0,05	0,88±0,06 * ****
Настій (3 спосіб)	79	-0,52	0,30±0,02 * ***
Відвар	105,5	0,07	1,13±0,08 **
Спиртовий екстракт	110	0,13	1,36±0,09

Примітка: * – різниця значень вірогідна при $p \leq 0,01$ відносно значення АОА спиртового екстракту; ** – різниця значень вірогідна при $p \leq 0,05$ відносно значення АОА спиртового екстракту; *** – різниця значень вірогідна при $p \leq 0,01$ відносно значення АОА відвару; **** – різниця значень вірогідна при $p \leq 0,05$ відносно значення АОА відвару

Як свідчать отримані результати досліджень, найповніше екстракція БАР коренів ехінацеї, які зумовлюють антиоксидантний ефект, відбувалася з використанням етанолу у якості екстрагента. У результаті спиртової екстракції кореневищ з коренями ехінацеї АОА становила 1,36±0,09 мг АК/мл, що у 1,2–4,5 рази перевищує цей показник у водних екстрактах.

Серед обраних способів водної екстракції найефективнішим виявився спосіб приготування відвару, у якому АОА складала 1,13±0,08 мг АК/мл. Це пояснюється особливістю гістологічної будови та природи хімічних речовин, що синтезуються кореневищами з коренями.

Найменші значення АОА (0,30±0,02 мг АК/мл) були зафіксовані у водному екстракті, отриманому 3-м способом, тобто шляхом заливання сировини окропом та настоювання впродовж 10 хв. Це значення у 4 рази нижче, ніж у АОА відвару. Отже, такий спосіб екстрагування для даного виду ЛРС є неефективним.

Що стосується водних екстрактів, приготованих 1-м та 2-м способами, то вони у 1,5 та 1,3 рази поступаються показниками АОА порівняно із відваром (рис. 1). У другому

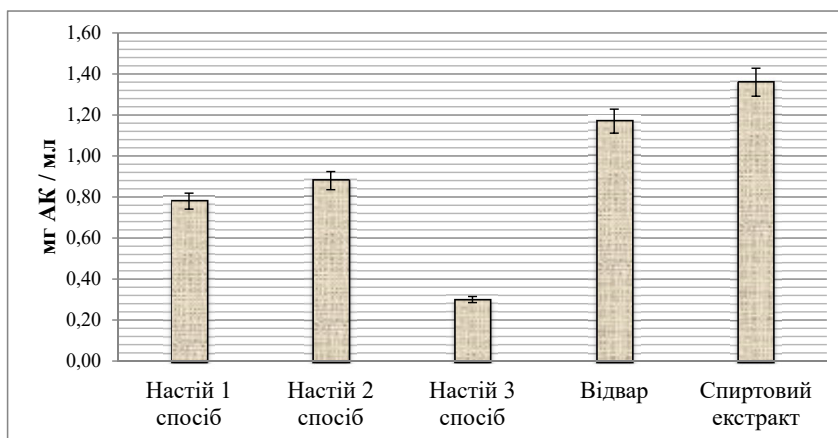


Рис. 1. Антиоксидантна активність екстрактів кореневищ з коренями *Echinacea purpurea*

способі екстрагування використовували гарячу воду для заливання подрібнених коренів, а не кімнатної температури, як у першому, що, очевидно, покращило процес переходу антиоксидантів у екстракт.

Під час порівняння з результатами попередніх наших досліджень [5] можна побачити, що екстракти кореневищ з коренями ехінацеї володіють дещо меншими антиоксидантними властивостями, ніж екстракти трави гісопу лікарського та меліси лікарської.

ВИСНОВКИ

Отже, з метою отримання екстракту кореневищ з коренями *Echinacea purpurea* з максимальним значенням АОА доцільно готувати спиртовий витяг сировини. Серед обраних способів водної екстракції найефективнішим виявився спосіб отримання відвару. Це пояснюється особливістю гістологічної будови та природи хімічних речовин, що синтезуються кореневищами з коренями.

У перспективі планується провести дослідження АОА екстрактів трави *Echinacea purpurea*, яка за літературними даними для трирічної рослини містить більшу кількість БАР та іншої ЛРС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Поспелов С.В., Шершова С.В. Дослідження біологічної активності лектинвмісних екстрактів ехінацеї пурпурової (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.). *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 1. С. 45–49.
2. Оптимізація та стандартизація виробництва лікарських засобів на основі ехінацеї пурпурової / О.П. Баула, В.І. Бессарабов, О.О. Нікітіна, І.І. Данюк. *Фізико-органічна хімія, фармакологія та фармацевтична технологія біологічно активних речовин : збірник наукових праць* / за заг. ред. А.Ф. Попова. Київ : КНУТД, 2018. Т. 1. С. 126–134.
3. Ефективність використання фітобіотика з ехінацеї блідої у годівлі перепелів: монографія / Р.А. Чудак, Ю.М. Побережець, О.І. Вознюк. Вінниця, 2020. 197 с.

4. Можливості фармакологічної корекції стрес-зумовлених порушень імунної системи за допомогою лікарських засобів рослинного походження (огляд літератури) / О.Я. Міщенко, О.Л. Халєєва, І.М. Риженко, В.П. Вереїтинова. *Фітотерапія. Часопис*. 2020. № 2. С. 4–10.
5. Вплив способів екстрагування на антиоксидантну активність екстрактів трави рослин *Hyssopus officinalis* L. та *Melissa officinalis* L. *Acta Carpathica*. О.М. Лупак, Г.Я. Ковальчук, Г.М. Клепач. *Acta Carpathica*. 2022. № 2 (38). С. 5–13. DOI: <https://doi.org/10.32782/2450-8640.2022.2.1>.
6. Gupta A., Naraniwal M., Kothari V. Modern extraction methods for preparation of bioactive plant extracts. *International J. of Applied and Natural Sciences*. 2012. Vol. 1. Iss. 1. P. 8–26.
7. Грицик А., Дубель Н., Грицик Л. Дослідження параметрів екстракції трави приворотня. *Modern Pharmacy and Medicine*. 2021. Vol. 1. Iss. 2. P. 1–9.
8. Державна Фармакопея України : в 3 т. Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Харків, 2015. Т. 1. 1128 с.
9. Бандура В.М., Коляновська Л.М. Аналіз сучасних методів та факторів, що впливають на процес екстрагування. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія «Технічні науки»*. 2014. № 2 (85). С. 130–135.
10. Antioxidant activity of plants extracts of Ukrainian origin and their effect on the oxidative stability of sunflower oil / A. Demydova, O. Aksanova, V. Yevlash, O. Tkachenko, N. Kameneva. *Food Science and Technology*. 2022. Vol. 16. Iss. 3. P. 55–64. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2314>.
11. Параметри отримання екстрактів *Echinacea purpurea* та *Echinacea pallida* для харчових та косметичних продуктів / Н.А. Ткаченко, Н.О. Дец, С.І. Вікуль, Л.О. Ланженко, Д.М. Скрипніченко. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. 2018. Т. 29 (68). № 2. С. 251–258.
12. Лупак О.М., Ковальчук Г.Я., Антоняк Г.Л. Потенціометричне визначення антиоксидантної активності екстрактів рослин *Calendula officinalis* L. за впливу біостимуляторів росту. *Scientific Journal "ScienceRise: Biological Science"*. 2017. № 6 (9). С. 10–13.
13. 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. Iss. 4. P. 311–322.
14. Дослідження антиоксидантної активності рослинності Ферганської долини / Д.М. Аронбаєв, В.А. Тен, М.Ф. Юлаєв, С.Д. Аронбаєв. *Молодий вчений*. 2015. № 4 (84). С. 30–34.
15. Burlou-Nagy C., Bănică F. et al. *Echinacea purpurea* (L.) Moench: biological and pharmacological properties. A Review. *Plants*. 2022. № 11(9). P. 1244. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11091244>.

REFERENCES

1. Pospelov, S.V., & Shershova, S.V. (2012). Doslidzhennia biolohichnoi aktyvnosti lektynvmisnykh ekstraktiv ekhinatsei purpurovoi (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.) [Study of the biological activity of pectin-containing extracts of *Echinacea purpurea* (L.) Moench.]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava state agrarian academy*. № 1. P. 45–49 [in Ukrainian].
2. Baula, O.P., Bessarabov, V.I., Nikitina, O.O., & Daniuk, I.I. (2018). Optymizatsiia ta standartyzatsiia vyrobnytstva likarskykh zasobiv na osnovi ekhinatsei purpurovoi [Optimization and standardization of the production of herbal medicinal products based on *Echinacea purpurea*]. *Fyzyko-orhanichna khimiia, farmakolohiia ta farmatsevychna tekhnolohiia biolohichno aktyvnykh rechovyv : zbirnyk naukovykh prats – Physical and organic chemis-*

- try, pharmacology and pharmaceutical technology of biologically active substances : collection of scientific works / za zah. red. A.F. Popova. Kyiv : KNUTD. T. 1. P. 126–134 [in Ukrainian].
3. Chudak, R.A., Poberezhets, Yu.M., & Vozniuk, O.I. (2020). *Efektivnist vykorystannia fitobiotyky z ekhinatsei blidoi u hodivli perepeliv: monohrafiia – Effectiveness of using a phyto-biotic from Echinacea paleus in feeding quails: monograph*. Vydavets TOV “Druk plus”. P. 9 [in Ukrainian].
 4. Mishchenko, O.Ya., Khalieieva, O.L., Ryzhenko, I.M., & Vereitynova, V.P. (2020). Mozhyvosti farmakolohichnoi korektsii stres-zumovlenykh porushen immunoi systemy za dopomohoiu likarskykh zasobiv roslynnoho pokhodzhennia (ohliad literatury) [Opportunities of pharmacological correction of stress-related disorders immune system using vegetable origin-remedies]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*. № 2. P. 4–10 [in Ukrainian].
 5. Lupak, O.M., Kovalchuk, H.Ya., & Klepach, H.M. (2022). Vplyv sposobiv ekstrahuvannia na antyoksydantnu aktyvnist ekstraktiv travy roslyn *Hyssopus officinalis* L. ta *Melissa officinalis* L. [The influence of methods of extracting on the antioxidant activity of the extracts of the herb of plants *Hyssopus officinalis* L. and *Melissa officinalis* L.]. *Acta Carpathica*. № 2(38). P. 5–13. DOI: <https://doi.org/10.32782/2450-8640.2022.2.1> [in Ukrainian].
 6. Gupta, A., Naraniwal, M., & Kothari, V. (2012). Modern extraction methods for preparation of bioactive plant extracts. *International J. of Applied and Natural Sciences*. Vol. 1. Iss. 1. P. 8–26.
 7. Grytsyk, A., Dubel, N., & Grytsyk, L. (2021). Doslidzhennia parametriv ekstraktsii travy pryvorotnia [Study of the parameters of the extraction of lovage grass]. *Modern Pharmacy and Medicine*. Vol. 1. Iss. 2. P. 1–9 [in Ukrainian].
 8. Derzhavna Farmakopeia Ukrainy : v 3 t. Derzhavne pidpriemstvo “Ukrainskyi naukovyi farmakopeinyi tsentr yakosti likarskykh zasobiv”. 2-e vyd. – State Pharmacopoeia of Ukraine: in 3 vol. State Institution “Ukrainian Scientific Pharmacopoeial Center for Quality of Medicines”. The 2-nd edition. Kharkiv : Derzhavne pidpriemstvo “Ukrainskyi naukovyi farmakopeinyi tsentr yakosti likarskykh zasobiv”, 2015. T. 1. 1128 p [in Ukrainian].
 9. Bandura, V.M., & Kolianovska, L.M. (2014). Analiz suchasnykh metodiv ta faktoriv, shcho vplyvaiut na protses ekstrahuvannia [Analysis of modern methods and factors affecting the extraction process]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky – Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian. Series: Technical sciences*. № 2 (85). P. 130–135 [in Ukrainian].
 10. Demydova, A., Aksanova, O., Yevlash, V., Tkachenko, O. & Kameneva, N. (2022). Antioxidant activity of plants extracts of Ukrainian origin and their effect on the oxidative stability of sunflower oil. *Food Science and Technology*. Vol. 16. Iss. 3. P. 55–64. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2314>.
 11. Tkachenko, N.A., Dets, N.O., Vikul, S.I., Lanzhenko, L.O., & Skrypnychenko, D.M. (2018). Parametry otrymannia ekstraktiv *Echinacea purpurea* ta *Echinacea pallida* dlia kharchovykh ta kosmetychnykh produktiv [Parameters of making *Echinacea purpurea* and *Echinacea pallida* extracts for food and cosmetic products]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Serii: tekhnichni nauky – Scientific notes Tavriia National University V.I. Vernadsky. Series: technical sciences*. T. 29 (68). № 2. P. 251–258 [in Ukrainian].
 12. Lupak, O.M., Kovalchuk, H.Ya., & Antonyak, H.L. (2017). Potentsiometrychne vyznachennia antyoksydantnoi aktyvnosti ekstraktiv roslyn *Calendula officinalis* L. za vplyvu biostymulatoriv rostu [Potentiometric determination of antioxidant activity of *Calendula officinalis* L. plant extracts under the influence of growth biostimulators]. *Scientific Journal “ScienceRise: Biological Science”*. № 6 (9). P. 10–13 [in Ukrainian].
 13. Ivanova, A.V., Gerasimova, E.L., & Brainina, K.Z. (2015). Potentiometric Study of Antioxidant Activity: Development and Prospects. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. Vol. 45. Iss.4. P. 311–322.

14. Aronbaev, D.M., Ten, V.A., Julaev, M.F., & Aronbaev, S.D. (2015). Issledovanie antioksidantnoj aktivnosti rastitel'nosti Ferganskoj doliny [Investigation of the antioxidant activity of vegetation of the Fergana valley]. *Molodoj uchěnyj – Young scientist*. № 4 (84). P. 30–34.
15. Burlou-Nagy, C., Bănică, F. et al. (2022). *Echinacea purpurea* (L.) Moench: biological and pharmacological properties. A Review. *Plants*. № 11(9). P. 1244. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11091244>.

ABSTRACT

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF EXTRACTS OF *ECHINACEA PURPUREA* (L.) MOENCH RHIZOMES WITH THE ROOTS BY DIFFERENT METHODS OF THEIR OBTAINING

The article contains the results of the study of the integral antioxidant activity (AOA) of alcohol and water extracts of rhizomes with the roots of *Echinacea purpurea* (L.) Moench, grown at the educational and research site of Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University. The influence of different methods of extraction on AOA indices measured by the potentiometric method using the mediator system was determined.

Extraction was carried out by mixing crushed dried medicinal raw materials with 70% alcohol and keeping for 14 days or with distilled water in a ratio of 1:10 at different temperatures and time of its action. In the 1st method of preparing aqueous infusions, water at room temperature was used, in the 2nd – hot water (70 °C), then in both cases the mixtures were heated for 15 minutes in a boiling water bath and cooled for 45 minutes. In the 3rd method, medicinal plant raw materials were poured with boiling water and infused for 15 minutes. To obtain a decoction, medicinal plant raw materials were poured with water at room temperature, infused by heating for 30 minutes in a boiling water bath and cooled for 15 minutes.

It was found that the AOA indices of alcoholic extracts of rhizomes with Echinacea roots was 1.2–4.5 times higher than the similar indices in aqueous extracts obtained by different methods and was 1.36 ± 0.09 mg AA/ml.

Among the selected methods of aqueous extraction, the most effective was the method of preparation of the decoction, in which the AOA was 1.13 ± 0.08 mg AA/ml. This is explained by the peculiarity of the histological structure and the nature of chemicals synthesized by rhizomes with roots.

The lowest AOA values (0.30 ± 0.02 mg AA/ml) were recorded in the aqueous extract obtained by the 3rd method, while the AOA of aqueous extracts by the 1st method was 0.78 ± 0.05 mg AA/ml; by the 2nd method – 0.88 ± 0.06 mg AA/ml, which is 1.5 and 1.3 times lower than the AOA of the decoction, respectively.

Therefore, it is advisable to prepare an alcoholic extract of the raw material in order to obtain an extract of the rhizomes with the roots of *Echinacea purpurea* with the maximum value of AOA.

Key words: *Echinacea purpurea* (L.) Moench, medicinal plant raw material, extract, antioxidant activity, potentiometry.