Chemistry, Technology and Application of Substances

Vol. 7, No. 1, 2024

Ю. М. Семенчук, Н. Є. Стадницька
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології
nataliia.y.stadnytska@lpnu.ua

АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ ЕКСТРАКТІВ *SCORZONERA PURPUREA* SUBSP. *ROSEA*

https://doi.org/10.23939/ctas2024.01.123

Досліджено антиоксидантні властивості етанольно-водних екстрактів трави *Scorzonera purpurea* subsp. *rosea*, одержаних методом мацерації, з вмістом етанолу 50 % (Е50) та 70 % (Е70) за допомогою методів DPPH (Е50 – 82 %, Е70 – 86 %), ABTS (Е50 – 89 %, Е70 – 93 %) та FRAP (Е50 – 23,01 мкмоль/мл Е70 – 23,58 мкмоль/мл). Визначено, що досліджувані екстракти мало відрізняються за загальним вмістом екстрактивних речовин (Е50 – 19,86 мг/мл, Е70 – 19,4 мг/мл), сумою поліфенольних сполук (Е50 – 2,02 мг ГК/мл, Е70 – 2,11 мг ГК/мл), флавоноїдів (Е50 – 0,235 мг К/мл, Е70 – 0,276 мг К/мл). Одержані результати свідчать про доцільність використання етанольно-водної суміші із вмістом етанолу 50 % як дешевшого екстрагента для отримання екстрактів *Scorzonera purpurea* із вираженою антиоксидантною дією.

Ключові слова: поліфенольні сполуки; флавоноїди; DPPH метод; ABTS; FRAP; *Scorzonera purpurea*; *Scorzonerarosea.*

Вступ

Внаслідок погіршення екологічних умов навколишнього середовища збільшується інтерес науковців до визначення антиоксидантної активності рослинної сировини. Вчені стверджують, що найнебезпечніші для життя людини захворювання виникають внаслідок накопичення в організмі вільних радикалів. Вони здатні проникати в клітинні мембрани і тим самим порушувати структуру клітини, що призводить до їх загибелі та, як наслідок, до онкологічних та деяких інших смертельно небезпечних захворювань [1–3]. Для зменшення ймовірності накопичення вільних радикалів можна застосовувати фітопрепарати із антиоксидантною активністю. Порівняно із синтетичними препаратами вони стабільніші та екологічно безпечніші. Підвищений попит на лікарські засоби природного походження спонукає до пошуку, дослідження та впровадження у практику нових видів лікарських рослин для виробництва фітозасобів на їх основі. Відомо, що найвища радикалпоглинальна активність у рослин із високим вмістом поліфенольних сполук [4–8]. Багаті на поліфенольні сполуки рослини – представники родини Айстрові Asteraceae. Однією з малодосліджених у фармакогностичному та фармакологічному планах є скорзонера пурпурова підвид рожева *Scorzonera purpurea subsp. rosea* роду *Scorzonera*.

Scorzonera purpurea subsp. rosea – це багаторічна трав'яниста рослина 15–50 см заввишки; стебла прямостоячі, прості, завжди з одним кошиком, біля основи з чорно-бурими пучками волокон старих листків; листки лінійно-ланцетні або ланцетні, голі; листки обгортки зовнішні видовжено-відтягнуті, внутрішні – довші, ланцетні, коротко притуплені; квіти язичкові, язички п'ятизубчасті, блідо-рожеві, нерідко білі, довші від обгортки; цвіте у липні – серпні. Росте в горах Середньої та Південної Європи (Альпи, Карпати, Північні і Центральні Апенніни, Балканський півострів) на висотах 1200–2000 м над рівнем моря [24]. *Scorzonera purpurea* використовують у практиці народної медицини України у формі водного екстракту кореневищ проти укусів змій [27].

Уже досліджено низку представників роду *Scorzonera* [9–26]. Встановлено [10], що

етанольний екстракт надземної частини *Scorzonera sandrasica* має високу протимікробну дію стосовно мультирезистентних штамів. Автори публікацій [11–15] вивчали компонентний склад методом ВЕРХ спиртово-водних екстрактів трави *Scorzonera cinerea*, *Scorzonera latifolia*, *Scorzonera parviflora*, *Scorzonera incisa*, *Scorzonera tomentosa* та *Scorzonera mollis ssp. szowitsii*.

Фітохімічними дослідженнями [15, 16] виявлено дигідроізокумарини, бензилфталіди, лігнани, неолігнани, сесквітерпени і тритерпени, бензилфталіди, стілбеноїди та фенілбензофурану похідні. Різні види *Scorzonera* використовують в народній медицині деяких європейських країн при легеневих захворюваннях, застуді, для лікування ран. Вони володіють сечогінною, жарознижувальною, протизапальною діями, а також підвищують апетит. В монгольській народній медицині їх використовують для лікування діареї, набряків легень, паразитарних захворювань та лихоманки, інфекційних захворювань, викликаних бактеріями та вірусами. Лівійська народна медицина рекомендує для лікування печінкових коліків. Китайська та тібетська народна медицини застосовують проти запалення легень та при абсцесі. Крім цього, в турецькій народній медицині різні види цього роду використовують для лікування ревматизму, загоєння ран, проти болю, а також при артеріосклерозі, захворюваннях нирок, гіпертонії, цукровому діабеті, виразковій хворобі та злоякісних новоутвореннях шлунка [17–20]. *S. latifolia* та *S. mollis sp. szowitsii* проявляють високу протизапальну та ранозагоювальну дію [21]. Екстракти *S. mackmeliana* запропоновані в чистому вигляді й із додаванням антибіотиків як ефективні антибактеріальні засоби проти стійких бактеріальних штамів [13, 22].

Мета досліджень – порівняти антиоксидантну активність етанольно-водних екстрактів *Scorzonera purpurea subsp. rosea* із використанням різних методів. Визначити вміст екстрактивних речовин, а також поліфенольних сполук та флавоноїдів як маркерів антиоксидантної активності екстрактів.

Матеріали і методи дослідження

Збирання і переробка рослинної сировини

Сировиною для дослідження була уся надземна частина скорзонери пурпурової підвид рожева *Scorzonera purpurea subsp. rosea*, висушена в звичайних умовах (в темному місці, температура 20–25 °С, відносна вологість 30–60 %). Заготовляли її в період цвітіння у червні в Карпатському регіоні: с. Славське Львівської області. Досліджувану сировину використовували для отримання водно-етанольних екстрактів.

Приготування етанольно-водних екстрактів

Різні концентрації етилового спирту широко використовують у фармацевтичній промисловості для отримання рідких лікарських форм. Для цього дослідження використовували спиртово-водні суміші з вмістом етанолу 50 % та 70 %. Екстрагування здійснювали методом класичної мацерації зі співвідношенням екстрагованої сировини до екстрагента 1:10. Такий спосіб екстракції дає змогу отримати органічний комплекс біологічно активних сполук без змін, оскільки не потребує ніякого додаткового підведення тепла. Суху сировину подрібнювали до розміру частинок 1–3 мм, заливали спиртово-водною сумішшю відповідної концентрації та настоювали, періодично перемішуючи, за кімнатної температури сім днів. Після цього екстракт зливали, шрот відтискали, кількість екстракту доводили до відповідного об’єму для забезпечення співвідношення 1:10 (сировина:екстракт), фільтрували і залишали відстоюватись за температури +2–4 °С для коагуляції зважених частинок.

Визначення вмісту екстрактивних речовин

Вміст екстрактивних речовин визначали гравіметричним методом [6], використовуючи підготовані металеві контейнери для висушування у вакуумній сушильній шафі за температури 105 °С. Зразки екстрактів (повторяючи тричі) сушили до досягнення сталої маси. Перед зважуванням густі екстракти стабілізували, залишаючи їх охолоджуватися в ексикаторі над шаром кальцію хлориду.

Визначення загальної кількості поліфенольних сполук

Для визначення загальної кількості поліфенольних сполук використовували метод спектрофотометрії, оснований на реакції цих речовин із реактивом Фоліна–Чокалтеу [6]. Для досліду 0,1 мл екстракту змішували з 2,9 мл води і 0,5 мл реактиву Фоліна–Чокалтеу, витримували в темноті протягом 3 хв за кімнатної температури, додавали 1,5 мл 20 % розчину Na_2CO_3. Суміш

розбавляли водою до 10 мл і витримували в захищеному від світла місці 120 хв. Оптичну густину досліджуваних зразків вимірювали за допомогою спектрофотометра ULAB 105 UV за 760 нм. Визначення фенольних сполук виконували, порівнюючи інтенсивності забарвлення розчину досліджуваної речовини з інтенсивністю забарвлення еталонного розчину, концентрація якого була відома. Як еталон використовували стандартний зразок галової кислоти (ГК). Цей метод є точним і ефективним з погляду економії часу та реактивів, внесений до фармакопеї України, інших провідних країн світу та Європейської фармакопеї. Загальний вміст поліфенольних сполук виражали у міліграмах еквівалентів галової кислоти на мілілітр екстракту (мгГК/мл). Усі вимірювання повторяли тричі.

Визначення вмісту флавоноїдів

Загальний вміст флавоноїдів визначали спектрофотометричним методом за процедурою, яку описала Ясіцька-Місяк та ін. [25], з деякими змінами. Для дослідження змішували 0,8 мл екстракту з 8,4 мл спиртово-водної суміші з відповідним вмістом етанолу та 0,8 мл 2 % розчину алюмінію хлориду. Витримували в темноті за кімнатної температурт 40 хв. Як компенсаційний розчин використовували суміш із 0,8 мл екстракту та 9,2 мл спиртово-водної суміші. Загальний вміст флавоноїдів, виражений у міліграмах еквівалентів кверцетину (К) на 1 мл екстракту (мгК/мл), розрахунок виконували за калібрувальним графіком розчинів стандартної сполуки – кверцетину. Всі вимірювання повторяли тричі.

Визначення антиоксидантної активності

Метод із використанням реактиву DPPH

Визначення антиоксидантної активності методом DPPH здійснювали згідно із методикою, яку описала Ясіцька-Місяк та ін. [25]. Для приготування робочого розчину стабільного вільного радикала DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) використовували 4,0 мг речовини, яку розчиняли в 100 мл 96 % етилового спирту. Для порівняння розчинів використовували 200 мкл етилового спирту та 1800 мкл робочого розчину DPPH. Досліджувані зразки також містили 200 мкл екстрактів і 1800 мкл розчину DPPH. Усі зразки готували у трьох повторах та залишали в темноті на 20 хв перед вимірюванням оптичної густини за 517 нм за допомогою спектрофотометра ULAB 105 UV.

Для визначення антиоксидантної активності використовували формулу:

$$AOA\ (\%) = (A_0 - A)/A_0 \times 100,$$

де A_0 – оптична густина розчину DPPH; A – оптична густина розчину досліджуваного екстракту.

Для порівняння антиоксидантної активності використовували розчин стандартного зразка аскорбінової кислоти.

Метод із використанням реактиву ABTS

Антиоксидантну активність кожного зразка визначали за допомогою методу, який описали Ясіцька-Місяк та ін. [25].

ABTS отримували реакцією 1 мл ABTS [0,01 М 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzthioazoline-6-sulfonic acid) з 1 мл персульфату калію (0,005 М). Суміш залишали в темряві на 20 год. Перед вимірюванням оптичної густини розчин ABTS розбавляли персульфатом калію, щоб отримати абсорбцію 0,750±0,050 за 734 нм. Потім 100 мкл екстракту змішували з 1 мл розведеного розчину ABTS і через 6 хв вимірювали абсорбцію відносно нульового зразка (вода). Антирадикальну активність кожного зразка розраховували за формулою:

$$AOA\ (\%) = (A_0 - A)/A_0 \times 100,$$

де A_0 – оптична густина розчину ABTS; A – оптична густина розчину досліджуваного екстракту.

Відновлювальна здатність (метод FRAP)

У цій роботі для визначення відновлювальної здатності досліджуваних екстрактів FRAP (Ferric reducing antioxidant power) застосовано методику, описану До та ін. [26]. Відновну здатність досліджували, спостерігаючи за перетворенням Fe^{3+} на Fe^{+}. Досліджуваний екстракт (0,5 мл) змішували з фосфатним буфером (2,5 мл, pH 6,6) і фериціанідом калію (2,5 мл, 1 % мас./мас.) у пробірці з подальшою інкубацією на водяній бані за 50 °С протягом 30 хв. Вийнявши пробірку з водяної бані, додавали трихлороцтову кислоту (2,5 мл, 10% мас./об.) і центрифугували. Супернатант (2,5 мл) розбавляли дистильованою водою (2,5 мл) і додавали свіжоприготований хлорид заліза (0,5 мл, 0,1 %). Суміш ретельно перемішували і вимірювали її оптичну густину за 700 нм за допомогою спектрофото-

метра ULAB 105 UV. Кожне вимірювання виконували тричі.

Результати дослідження та обговорення

У результаті мацерації рослинної сировини одержали ектракт Е70 зеленого забарвлення на основі спиртово-водної суміші з вмістом спирту етилового 70 % та екстракт Е50 бурого забарвлення на основі спиртово-водної суміші з вмістом спирту етилового 50 %. Встановлено, що вміст екстрактивних речовин практично однаковий у двох досліджуваних зразках. Незначне підвищення спостерігається лише в екстракті Е50 (рис. 1), що закономірно для спиртово-водних екстрактів рослинної сировини, оскільки зі збільшенням кількості води зростає вилучення гідрофільних речовин, зокрема вуглеводів.

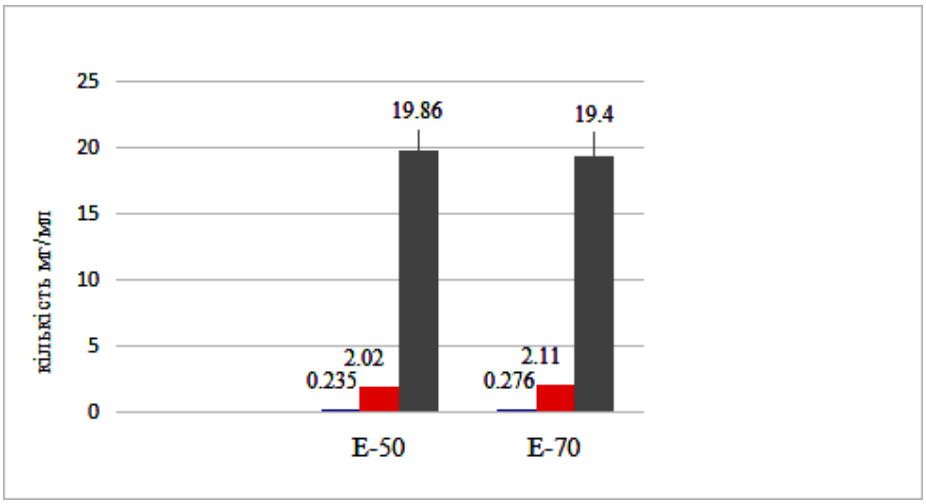
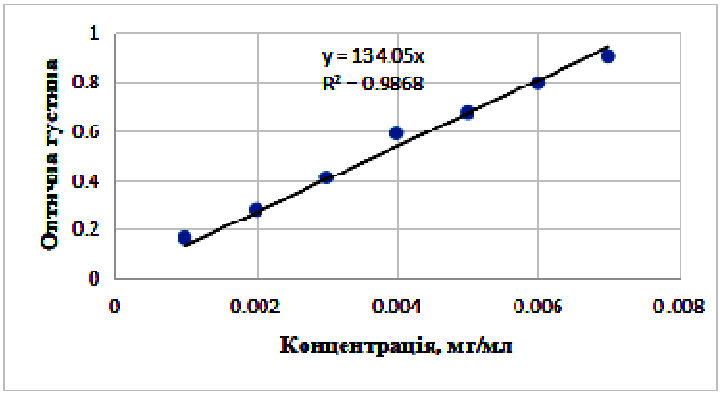
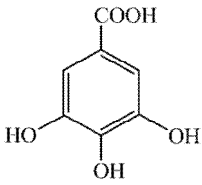


Рис. 1. Загальний вміст екстрактивних речовин, поліфенольних сполук та флавоноїдів в екстрактах Scorzonera purpurea subsp. Rosea





Галова кислота

Рис. 2. Залежність показників оптичної густини розчинів стандартного зразка галової кислоти від їх концентрації

Загальний вміст поліфенольних сполук в екстрактах становив 2,02–2,11 мгГК/мл (рис. 1). Розрахунок виконували за рівнянням калібрувального графіка $y = 1{,}4337x + 0{,}0358$ з $R^2 = 0{,}9998$, де x – концентрація розчину галової кислоти (мг/мл), а y – оптична густина. Лінійну залежність значення оптичної густини від концентрації розчинів стандартного зразка галової кислоти наведено на рис. 2.

Встановлено, що в зразку Е70 вміст поліфенольних сполук лише на 2,3 % вищий порівняно із Е50.

Вміст флавоноїдів у зразках розраховували згідно із рівнянням калібрувального графіка $y = 11{,}148x - 0{,}0181$, $R^2 = 0{,}9981$ (рис. 3). В зразку Е70 виявлено 0,276 мгК/мл, а в зразку Е50 – 0,235 мгК/мл флавоноїдів, що корелює зі значеннями вмісту поліфенольних сполук (рис. 1).

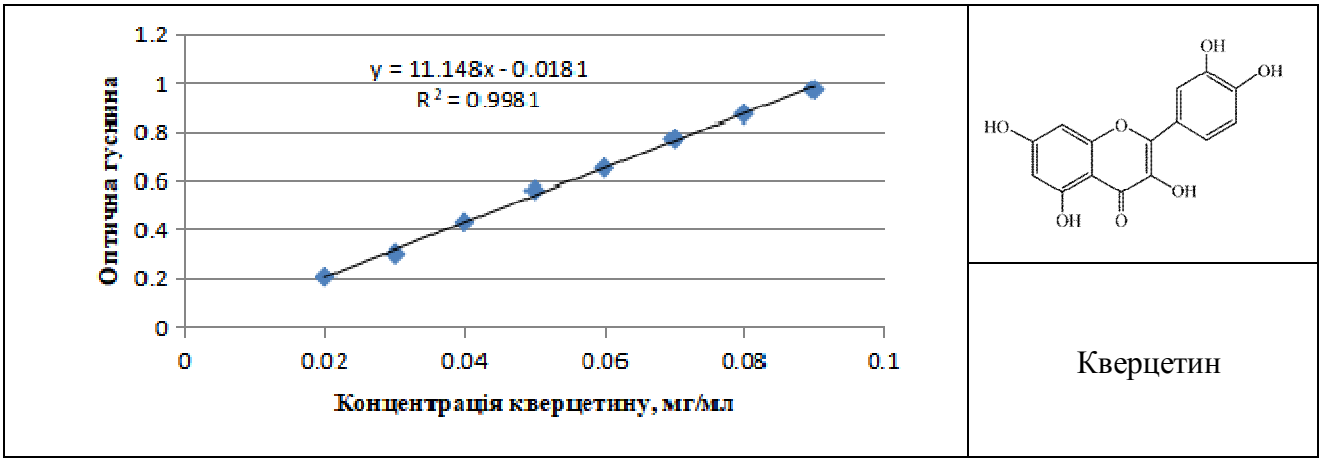


Рис. 3. Залежність показників оптичної густини розчинів стандартного зразка кверцетину від їх концентрації

В останні роки зростає зацікавленість визначенням антиоксидантної активності лікарської рослинної сировини. Найкраща практика передбачає використання комбінації різних тестів для отримання найточніших результатів. Тому ми використовували три антиоксидантні тести: реакцію з радикалами DPPH та ABTS, а також відновлювальну здатність за методом FRAP.

Активність, яка спостерігалася в аналізі ABTS, становила для розчинів з початковими концентраціями для E50 – 89 %, E70 – 93 %, що вище від результату, визначеного тестом DPPH для E50 – 82 %, E70 – 86 %, оскільки DPPH реагує лише з ліпофільними антиоксидантами, тоді як ABTS радикал реагує як з гідрофільними, так і з ліпофільними антиоксидантами. Залежність антиоксидантної активності від концентрації екстрактивних речовин у розчинах наведено на рис. 4.

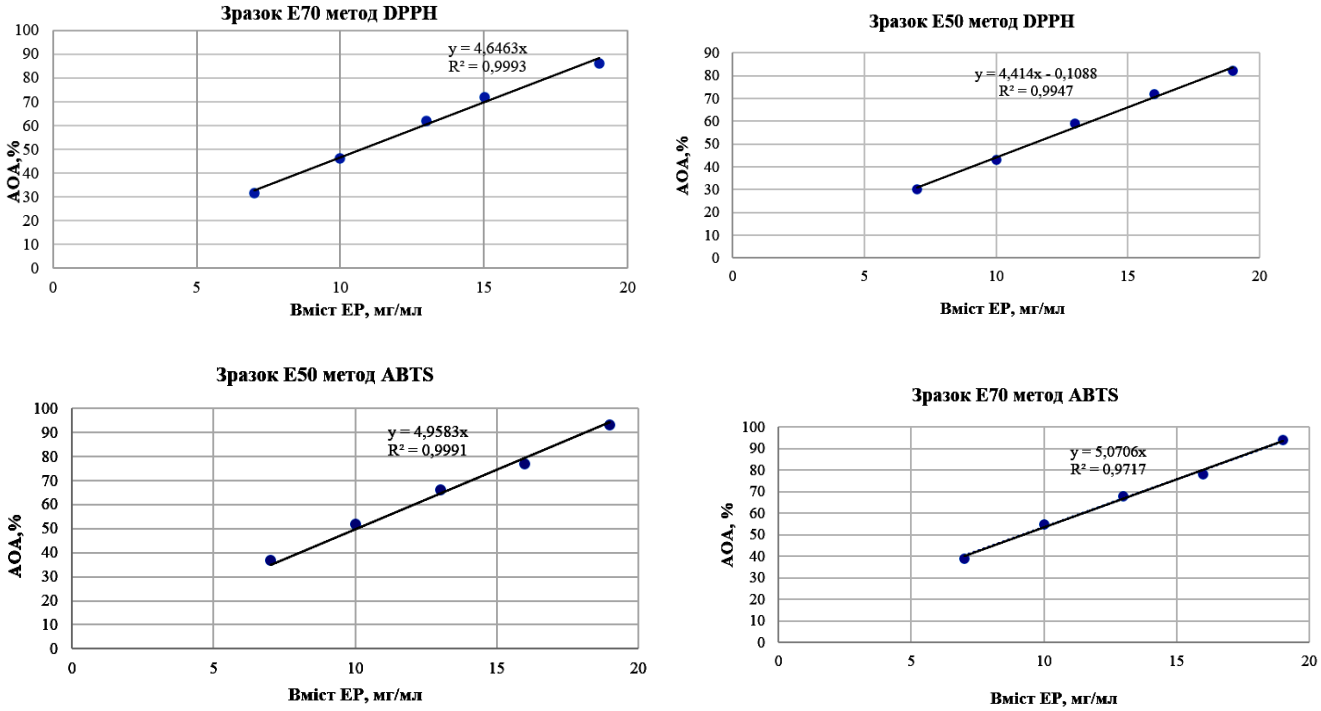


Рис. 4. Результати визначення антиоксидантної активності екстрактів Scorzonera purpurea subsp. rosea

Концентрації екстрактивних речовин в екстрактах, що забезпечують 50 % інгібування вільних радикалів

Зразок	Значення IC_{50}, мг/мл, визначене методом	
	DPPH	ABTS
Е50	10,84	10,11
Е70	10,61	10,0

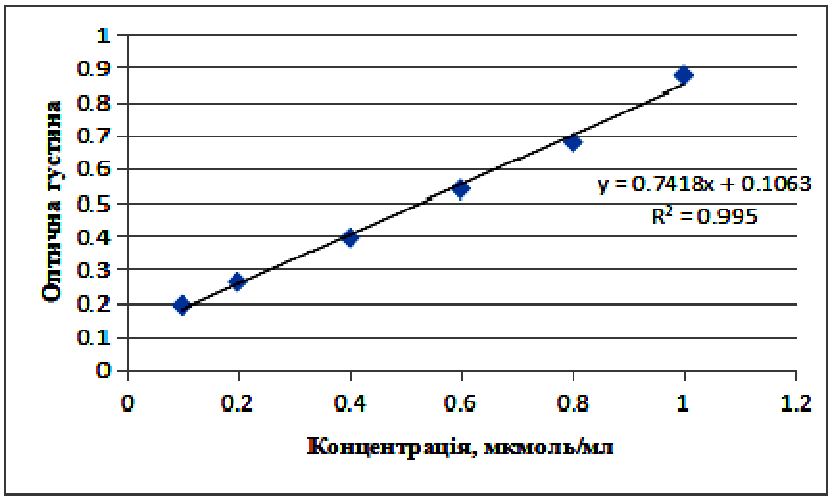


Рис. 5. Залежність показників оптичної густини розчинів стандартного зразка феруму (III) сульфату

Результати обох тестів демонструють однакову тенденцію стосовно встановлення IC_{50} досліджуваних зразків. Згідно із одержаними рівняннями (рис. 4) ліній тренду обчислено концентрації екстрактивних речовин в екстрактах, що забезпечують 50 % нейтралізації вільних радикалів з використанням методів DPPH та ABTS (див. таблицю).

Відновну здатність екстракту, яка може слугувати відображенням його антиоксидантної активності, визначали за допомогою модифікованого аналізу відновлення Fe^{3+} до Fe^{2+}, візуально спостерігали зміну жовтого кольору досліджуваного розчину на відтінки зеленого та синього, залежно від відновлювальної здатності зразка. Для визначення антиоксидантної активності досліджуваних зразків використовували графік залежності оптичної густини від концентрації розчинів стандартного зразка феруму (III) сульфату (рис. 5).

Електронодонорні властивості обох досліджуваних зразків подібні – Е70 – 23,58 мкмоль/мл, а Е50 – 23,01 мкмоль/мл. Ці результати свідчать про високу антиоксидантну активність екстрактів *Scorzonera purpurea subsp. rosea,* на рівні витяжок із листя меліси лікарської *Melissa officinalis*, відомої як потужний антиоксидант [27].

Наші результати неможливо порівняти зі значеннями, отриманими в інших дослідженнях, оскільки дані в літературі наведено для інших видів роду *Scorzonera.*

Висновки

Результати наших досліджень свідчать, що спиртово-водною екстракцією *Scorzonera purpurea subsp. rosea* із вмістом етанолу 70 % та 50 % можна одержати велику кількість – 2,02–2,11 мгГК/мл поліфенольних сполук. Вони забезпечують високу активність, що дасть змогу надалі запропонувати екстракти для отримання фітопрепаратів з антиоксидантною дією. Порівняння їх антиоксидантної активності, визначеної різними методами, свідчить про доцільність використання спиртово-водної суміші із вмістом етанолу 50 % як дешевшого екстрагенту.

References

1. Cherska, M., Kukharchuk, K., & Haiova, O. (2021). Oxidative stress in patients with high cardiovascular risk. *Endokrynologia*, 26(3), 287–297. https://doi.org/10.31793/1680-1466.2021.26-3.287

2. Trokhymovych, A. A., Kyshko, M. M., Slyvka, Ya. I., & Hanych, O. T. (2011). Vil'noradykal'ne okyslennya i antyoksydantna systema v sertsevo-sudynniy patolohiyi. *Naukovyy visnyk Uzhhorods'koho universytetu. Seriya "Medytsyna"*, 2 (41), 361–364.

3. Borzykh, O. A., Lavrenko, A. V., Selikhova, L. H., Dihtyar, N. I., Herasymenko, N. D., Avramenko, Ya. M., Byelan, O. V., Mormol', I. A., Kolomiyets', H. O., & Kaydashev, I. P. (2020). Suchasni aspekty vil'noradykal'noyi patolohiyi (ohlyad literatury ta vlasni doslidzhennya). *Visnyk Ukrayins'koyi medychnoyi stomatolohichnoyi akademiyi*, 20(1), 4–8. DOI: 10.31718/2077-1096.20.1.4

4. Seredyuk, K. M., Stadnyts'ka, N. Ye., Yaremkevych, O. S., Pavlyuk, I. V., & Dyakon, I. V. (2016). Doslidzhennya antyoksydantnoyi aktyvnosti ekstraktiv likars'kykh roslyn. *Visnyk Natsional'noho universytetu "L'vivs'ka politekhnika". Seriya: Khimiya, tekhnolohiya rechovyn ta yikh zastosuvannya*, (841), 228–232.

5. Pavlyuk, I. V., Stadnyts'ka, N. Ye., Yasitska-Misyak, I., Vechorek, P., Zahoriy, H. V., Brezvyn, O. M., Rudyk, H. V., & Novikov, V. P. (2015). Doslidzhennya biolohichnoyi aktyvnosti vtorynnoho ekstraktu zi shrotu travy materynky zvychaynoyi (Origanum vulgare). *Ukrayins'kyy biofarmatsevtychnyy zhurnal*, 1(36), 21–24.

6. Pavlyuk, I., Stadnytska, N., Jasicka-Misiak, I., Gorka, B., Wieczorek, P. P., & Novikov, V. (2015). A study of the chemical composition and biological activity of extracts from wild carrot (*Daucus carota* L.) seeds waste. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6(2), 603–611. http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6(2)/[91].pdf

7. Stadnyts'ka, N. Ye., Dyakon, I. V., Bolibrukh, L. D., Misyk, Ya. T., Hubyts'ka, I. I., & Novikov, V. P. (2018). Nastoyanka pervotsvitu vesnyanoho – dzherelo fenol'nykh spoluk z antyoksydantnoyu aktyvnistyu. *Visnyk Natsional'noho universytetu "L'vivs'ka politekhnika". Khimiya, tekhnolohiya rechovyn ta yikh zastosuvannya*, 1(1), 94–98.

8. Stadnyts'ka, N. Ye., Pavlyuk, I. V., Shvets', V. V., Hubyts'ka, I. I., Lubenets', V. I., & Novikov, V. P. (2012). Vybir optymal'nykh tekhnolohichnykh parametriv otrymannya antymikrobnoyi nastoyanky. *Visnyk Natsional'noho universytetu "L'vivs'ka politekhnika". Khimiya, tekhnolohiya rechovyn ta yikh zastosuvannya*, 726, 105–110.

9. Xie, Y., Guo, Q.-S., & Wang, G.-S. (2016). Preparative Separation and Purification of the Total Flavonoids in Scorzonera austriaca with Macroporous Resins. *Molecules*, 21, 768. DOI: 10.3390/molecules 21060768

10. Ugur, A., Sarac, N., Ceylan, O., Duru, M. E., & Beyatli, Y. (2010). Chemical composition of endemic *Scorzonera sandrasica* and studies on the antimicrobial activity against multiresistant bacteria. *Journal of Medicinal Food*, 13(3), 635–639. DOI: 10.1089/jmf.2008.0312

11. Yang, Y.-J., Liu, X., Wu, H.-R., He, X.-F., Bi, Y.-R., Zhu, Y., et al. (2013). Radical scavenging activity and cytotoxicity of active quinic acid derivatives from *Scorzonera divaricata* roots. *Food Chemistry*, 138, 2057–2063. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.10.122

12. Wu, Q-X., Su, Y-B., & Zhu, Y. (2011). Triterpenes and steroids from the roots of *Scorzonera austriaca*. *Fitoterapia*, 82, 493–496. DOI: 10.1016/ j.fitote.2011.01.006

13. Akkol, E. K., Šmejkal, K., Kurtul, I., Ilhan, M., Güragac, F. T., İşcan, G. S., et al. (2019). Inhibitory activity of *Scorzonera latifolia* and its components on enzymes connected with healing process. *Journal of Ethnopharmacology*, 245, 112168. DOI: 10.1016/ j.jep.2012.01.015

14. Acıkara, O. B., Özbilgin, S., Saltan-İscan, G., Dall'Acqua, S., Rjašková, V., Özgökçe, F., et al. (2018). Phytochemical Analysis of Podospermum and *Scorzonera* n-Hexane Extracts and the HPLC Quantitation of Triterpenes. *Molecules*, 23, 1813.DOI: 10.3390/ molecules23071813

15. Sahina, H., Sarı, A., Ozsoy, N., Çelik, B. O., & Koyuncu, O. (2018). Two new phenolic compounds and some biological activities of *Scorzonera pygmaea* Sibth. & Sm. subaerial parts. *Natural product research*, 34(5), 621–628. https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1493585

16. Granica, S., Lohwasser, U., Jöhrer, K., & Zidorn, C. (2015). Qualitative and quantitative analyses of secondary metabolites in aerial and subaerial of *Scorzonera hispanica* L. (black salsify). *Food Chemistry*, 173, 321–331. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.10.006

17. Akkol, E. K., Acıkara, O. B., Süntar, I., Ergene, B., & Çitoglu, G. S. (2012). Ethnopharmacological evaluation of some *Scorzonera* species: In vivo anti-inflammatory and antinociceptive effects. *Journal of Ethnopharmacology*, 140, 261–270. https://doi.org/ 10.1016/j.jep.2012.01.015

18. Akkol, E. K., Acıkara, O. B., Süntar, I., Citoglu, G. S., Keles, H., & Ergene, B. (2011). Enhancement of wound healing by topical application of *Scorzonera species*: Determination of the constituents by HPLC with new validated reverse phase method. *Journal of Ethnopharmacology*, 137, 1018–1027. DOI: 10.1016/j.jep.2011.07.029

19. Wu, Q.-X., He, X.-F., Jiang, C.-X., Zhang, W., Shi, Z.-N., Li, H.-F., & інші (2018). Two novel bioactive sulfated guaiane sesquiterpenoid salt alkaloids from the aerial parts of *Scorzonera divaricata*. *Fitoterapia*, 124, 113–119. https://doi.org/10.1016/j.fitote.2017.10.011

20. Acikara, O. B., Hošek, J., Babula, P., Cvacka, J., Budešínský, M., Dracinský, M., & інші (2016). Turkish *Scorzoneraspecies* extracts attenuate cytokine secretion via inhibition of NF-κB activation, showing anti-

inflammatory effect in vitro. *Molecules*, 21(43), 1–14. https://doi.org/10.3390/molecules21010043

21. Bahadır, Ö., Citoglu, G. S., Smejkal, K., Dall'Acqua, S., Özbek, H., Cvacka, J., & інші (2010). Analgesic compounds from *Scorzonera latifolia* (Fisch. and Mey.) DC. *Journal of Ethnopharmacology*, 131, 83–87. https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.06.003

22. Sweidan, A., El-Mestrah, M., Kanaan, H., & Dandache, I. (2020). Antibacterial and antibiofilm activities of *Scorzonera mackmeliana*. *Pak. J. Pharm. Sci*., 33(1), 199–206.

23. Athmouni, K., Belghith, T., Bellassouad, K., & Ayadi, A. H. (2015). Effect of extraction solvents on the biomolecules and antioxidant properties of *Scorsonera undulata* (Asteraceae): application of factorial design optimisation phenolic extraction. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 14(4), 313–330. DOI: 10.17306/J.AFS.2015.4.32.

24. Nesteruk, Y. (2003). *The plant world of the Ukrainian Carpathians: Chornohora: ecological travels*: reference book. Lviv, Ukraine, 520 c.

25. Jasicka-Misiak, I., Makowicz, E., & Stanek, N. (2021). Chromatographic fingerprint, antioxidant activity, and colour characteristic of Polish goldenrod (*Solidago virgaurea* L.) honey and flower. *European Food Research and Technology*, 244, 1169-1184.

26. Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., & Ju, Y.-H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *J. Food Drug Anal.*, 22(3), 296–302. DOI: 10.1016/j.jfda.2013.11.001. Epub 2013 Dec 18.

27. Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., & Jukic, M. (2006). Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*, 94(4), 550–557. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.004

Y. M. Semenchuk, N. Ye. Stadnytska
Lviv Polytechnic National University
Department of Technology of Biologically Active Substances, Pharmacy and Biotechnology

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF EXTRACTSOF *SCORZONERA PURPUREA SUBSP. ROSEA*

The antioxidant properties of ethanol-water extracts of *Scorzonera purpurea subsp. rosea* obtained by maceration with ethanol content of 50 % (E50) and 70 % (E70) were studied using the DPPH (E50 – 82 %, E70 – 86 %), ABTS (E50 – 89 %, E70 – 93 %) and FRAP (E50 – 23.01 µmol/ml, E70 – 23.58 µmol/ml) methods. It was determined that the studied extracts differ little in the total content of extractive substances (E50 – 19.86 mg/ml, E70 – 19.4 mg/ml), the sum of polyphenolic compounds (E50 – 2.02 mgGC/ml, E70 – 2.11 mgGC/ml), flavonoids (E50 – 0.235 mgC/ml, E70 – 0.276 mgC/ml). The obtained results indicate the expediency of using an alcohol-water mixture with an ethanol content of 50 % as a cheaper extractant for the preparation of *Scorzonera purpurea* extracts with a pronounced antioxidant effect.

Key words: polyphenolic compounds; flavonoids; DPPH method; ABTS; FRAP; *Scorzonera purpurea; Scorzonera rosea.*