

УДК 57:[678.048:631.577

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-3-25-33

Осипчук Р. П.

аспірант кафедри біології
Ніжинського державного університету імені миколи Гоголя
ruslan0399os@gmail.com
orcid.org/0009-0007-2193-0839

Кучменко О. Б.

доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри біології
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
kuchmenko1978@gmail.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

**ОЦІНКА АНТИОКСИДАНТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВОДНИХ ЕКСТРАКТІВ
ІЗ ЛИСТЯ ВИНОГРАДУ, КВІТОК РОБІНІЇ, НАСІННЯ БАЗИЛІКУ
ТА ЗЕРЕН ПШЕНИЦІ**

Дослідження зі збагачення харчових продуктів у наш час набуває важливого значення. Все через інтенсифікацію процесів окислення їх структурних компонентів та високим вмістом антиоксидантів у рослинних екстрактах. До окиснювальних процесів належить і перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ), що є комплексом ланцюгових реакцій, що протікають за участю активних форм кисню. Накопичення великої кількості продуктів окиснення може призвести до швидкого псування продуктів та втрати їх цілющих властивостей. Також, ці продукти в організмі людини у великій кількості сприяють розвитку патологічних станів: отруєння, ріст злоякісних пухлин тощо.

Також розповсюджено є використання рослинних екстрактів у медицині через високий вміст вітамінів, антиоксидантів, мікроелементів, білків та вуглеводів. В роботі було досліджено водні екстракти із листя винограду, квіток робінії, насіння базиліку та зерен пшениці на вміст загальних, білкових та небілкових SH-груп, відновленого глутатіону, вітаміну С, ТБК-позитивних продуктів, антоціанових пігментів та активність каталази та аскорбатпероксидази.

В результаті дослідження встановлено, що найбагатшим на вміст загальних та білкових SH-груп, відновленого глутатіону та ТБК-позитивних продуктів є екстракт із насіння базиліка. Також в ньому ідентифіковано найвищий рівень активності каталази та аскорбатпероксидази. Екстракт із листя винограду містить найвищий рівень вітаміну С та антоціанових пігментів. Екстракт із квіток робінії володіє найвищим вмістом небілкових SH-груп. Найнижчий рівень вмісту всіх перерахованих вище речовин містить екстракт із зерен пшениці.

Результати даного дослідження можуть бути використані в подальшому вивченні антиоксидантного потенціалу рослинних екстрактів із можливістю використання їх у медицині, харчових технологіях щодо.

Ключові слова: антиоксидантна система, каталаза, аскорбатпероксидаза, продукти окислення ліпідів, вітаміни, SH-групи, рослинні екстракти, листя винограду, квітки робінії, насіння базиліку, зерна пшениці.

Вступ. Збагачення харчових продуктів рослинними екстрактами у наш час набирає популярності через стрімке погіршення екологічного стану, широкого розповсюдження дефіцитних станів за вітамінами, що є причиною зростання рівня неконтрольованих окиснювальних процесів структурних компонентів продуктів харчування:

білків, ліпідів, вуглеводів та вільних структурно-функціональних груп, порушення обмінних процесів в організмі [1]. Антиоксиданти, що містяться в рослинних екстрактах, здатні гальмувати ці процеси [2].

Нашу увагу привернули екстракти з листя винограду, квіток робінії, насіння базиліка та зерен пшениці. Рослини, що використовують для приготування цих екстрактів, є доступними та мають високий вміст білків, вуглеводів, вільних метаболітів, антиоксидантів та мінеральних речовин.

Базилік (Ocimum basilicum L.) зустрічається по всьому світу і використовується в харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості. Однак харчові та функціональні властивості його насіння вивчені мало. Насіння базиліку містить високий вміст білків (11,4–22,5 г / 100 г), з усіма незамінними амінокислотами, крім триптофану [3]. Також насіння базиліку має високий вміст данолевої кислоти (12-85,6 г / 100 г) та мінералів, таких як кальцій, калій і магній. Нещодавно було встановлено, що насіння базиліку має у своєму складі фенольні сполуки: орієнтин, вісентин і розмаринову кислоту [4]. Продемонстровано важливість споживання насіння базиліку для профілактики діабету 2 типу, серцево-судинних захворювань. Також, доведено, що екстракт базиліку здатен захищати клітини A549 від ефектів, опосередкованих інфекційним захворюванням, спричиненим паличкою Фрідлендера (*Klebsiella pneumoniae*), пригнічуючи загибель клітин внаслідок апоптозу [5]. Відомо також про протизапальні, антимікробні, противиразкові, антикоагулянтні та антидепресивні властивості екстракту із насіння базиліка [6].

Останні роки набирає популярності вивчення компонентів антиоксидантної системи виноградного листя (*Vitis vinifera L.*). Встановлено, що водні екстракти виноградного листя володіють високим вмістом фенольних сполук ($55,4 \pm 0,1$ мг/г маси сухої речовини) [7]. Продемонстровано дозозалежне гальмування проліферації клітин гепатокарциноми HepG2 та клітин раку молочних залоз MCF-7 за дії екстракту з виноградного листя [8].

Дослідження екстрактів з квіток робінії (*Robinia pseudoacacia L.*) лише набирає популярності. Доведено, що квітки робінії багаті на вміст білку (1,35-7,46 г/100г) [9]. На сьогодні встановлено, що екстракт з квіток робінії здатен пригнічувати IL-1 β -опосередкований ангіогенез шляхом блокування передачі сигналів IL- β , пригнічення фосфорилування IL-1 β протеїнази та інгібування експресії мРНК IL-1 β -індукованих проангіогенних факторів, включно з VEGFA, FGF2, ICAM1, CXCL8 та IL6 [10]. Таким чином, екстракт з квіток робінії може бути перспективним агентом у протипухлинній терапії.

Пшениця (*Triticum sp.*) є одним з найважливіших злаків як джерело природних антиоксидантів. Зерно пшениці містить високий вміст біоактивних сполук: фенолкарбонові кислоти (136,8-233,9 мкг/г), фітостероли (562,6-1035,5 мкг/г), токофероли (19,3-292,7 мкг/г), алкілрезорцини AP (99,9-316,0 мкг/г) [11]. Також у зерні пшениці містяться хлорогенова, каваова, ферулова, р-кумарова та синапінова кислоти. Всі ці сполуки присутні у зв'язаних формах, у вигляді фенольних кислот [12, 13]. Саме ці речовини формують антиоксидантний потенціал.

Метою роботи є оцінка антиоксидантного потенціалу водних екстрактів із листя винограду, квіток робінії, насіння базиліку та зерен пшениці.

Методи та організація дослідження. Для дослідження використовували водні екстракти з листя винограду (*Vitis vinifera L.*), квіток робінії (*Robinia pseudoacacia L.*), насіння базиліку (*Ocimum basilicum L.*) та зерен пшениці (*Triticum aestivum L.*). Рослини були зібрані навесні у місті Коростень, Житомирської області. Висушування проводилось у добре провітрюваному приміщенні за температури 23-28°C без прямого потрапляння сонячних променів. Екстракти готувались шляхом змішування води та сухої рослинної сировини у пропорції 7:3 з подальшою екстракцією за температури 90°C протягом 40 хв.

Вміст ТБК-позитивних продуктів оцінювали спектрофотометрично за утворенням триметинового комплексу альдегідів із 2-тіобарбітуровою кислотою при нагріванні до 100°C [14]. Вміст вітаміну С визначали спектрофотометрично за реакцією вітаміну з 2% метафосфорною кислотою у буфері 2% метафосфорної кислоти + 0,21М Na₃PO₄ у співвідношенні 3:2 (рН 7,3-7,4) [15]. Вміст SH-груп в рослинних екстрактах визначали спектрофотометрично. Принцип методу визначення рівня загальних SH-груп полягає в їх реакції з KI та крохмалем у фосфатному буфері (рН 7,6). Для визначення небілкових SH-груп попереднього проводили осадження білків трихлороцтовою кислотою [14]. Вміст відновленого глутатіону визначали спектрофотометрично в результаті його реакції з 5,5-дитіобіс-2-нітробензойною кислотою [16]. Активність каталази визначали спектрофотометрично за утворенням стійкого комплексу перекису водню з молібдатом амонію [17]. Активність аскорбатпероксидази визначали спектрофотометрично за зменшенням рівня H₂O₂ у фосфатному буфері (рН 7,8) у присутності аскорбінової кислоти та ЕДТА [18]. Статистична обробка результатів здійснювалась за допомогою методів математичної статистики, використовуючи стандартні вбудовані функції пакету спеціалізованого програмного забезпечення MS Office Excel – 2010.

Результати досліджень та їх обговорення. Важливу роль в підтримці про- та антиоксидантного балансу відіграють сполуки, що містять SH-групи. Завдяки наявності цих груп у вільному стані сполуки можуть проявляти антиоксидантну, антиоксидантну та імуномодулюючу дію. Також сполуки з SH-групою беруть участь в реакціях кон'югації та відновлення. Зокрема, глутатіон у відновленій формі захищає SH-групи від прямого впливу вільних радикалів та сильних окисників, що забезпечує нормальне їх функціонування, а саме підтримку біокаталітичної системи живих організмів, вплив на різні фізіолого-біохімічні процеси у складі глутатіон-залежних ферментів [19, 20].

В результаті дослідження найвищий вміст загальних SH-груп був встановлений в екстрактах із насіння базиліку (табл. 1). При цьому було рівень загальних SH-груп у екстрактах з листя винограду, квіток робінії та зерен пшениці є нижчим на 11,1 %, 5,55 % та 11,1 % відповідно, порівняно з екстрактом із насіння базиліку (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст загальних, білкових та небілкових SH-груп у рослинних екстрактах

	Загальні SH-групи, ммоль/л	Білкові SH-групи, ммоль/л	Небілкові SH-групи, ммоль/л	Відновлений глутатіон, мкмоль/г маси тканини
Екстракт із листя винограду	90,6 ± 14,6	52,6 ± 7,5	38,0 ± 2,9	7,3 ± 0,7
Екстракт із квіток робінії	93,6 ± 5,8	20,5 ± 2,9	73,1 ± 2,9	9,9 ± 1,0
Екстракт із насіння базиліку	105,3 ± 5,8	93,6 ± 2,9	11,7 ± 2,9	15,5 ± 0,9
Екстракт із зерен пшениці	99,4 ± 5,8	55,6 ± 5,8	43,9 ± 3,9	6,2 ± 0,9

Найбільший рівень небілкових SH-груп спостерігався в екстрактах із квіток робінії. Вміст небілкових SH-груп в екстрактах із зерен пшениці, листя винограду та насіння базиліку їх вміст є нижчим на 40 %, 48,1 % та 84 % відповідно, порівняно з екстрактом із квіток робінії (табл. 1).

Натомість, вміст білкових SH-груп у екстракті з насіння базиліку є вищим на 43,8 %, 78,6 % та 40,6 % відповідно, порівняно з екстрактами з листя винограду, квіток робінії та зерен пшениці (табл. 1).

Разом з тим, було встановлено, що вміст відновленого глутатіону в екстракті з насіння базиліку вищий на 53,2 %, 36,6 % та 60,6 % відповідно, порівняно з екстрактами з листя винограду, квіток робінії та зерен пшениці (табл. 1).

Такий розподіл сульфгідрильних груп та відновленого глутатіону в екстрактах, що досліджувалися, можна пояснити різним біохімічним складом рослинної сировини, з якої готувалися екстракти.

Каталаза та аскорбатпероксидаза виконують функцію прямого знешкодження активних форм кисню, що значно сповільнює процеси утворення токсичного гідроксирадикала $\text{OH}\cdot$ [21]. Їх відмінність полягає в тому, що каталаза розщеплює перекис водню до H_2O та O_2 , а аскорбатпероксидаза відновлює H_2O_2 до H_2O . Каталаза здатна виконувати каталітичну функцію за рахунок особливостей своєї будови: наявності чотирьох ідентичних субодиниць, кожен з яких має залізорпфіриновий комплекс у якості кофактора. Аскорбатпероксидаза також має гемову групу в активному центрі, та для виконання повного комплексу функцій вона має множинні молекулярні форми, що відрізняються субстратною специфічністю, локалізацією та оптимальними умовами, що необхідні для каталізу хімічних реакцій [22].

Аскорбатпероксидаза локалізована переважно в хлоропластах, натомість каталаза найчастіше зустрічається в пероксисомах та мітохондріях [23].

В результаті проведених досліджень продемонстровано, що рівень активності каталази в екстракті з насіння базиліку вищий на 95,5 %, порівняно з екстрактом із зерен пшениці (табл. 2). При цьому в екстрактах із листя винограду та квіток робінії активність каталази не ідентифікувалася.

Таблиця 2

Активність каталази та аскорбатпероксидази в рослинних екстрактах

	Активність каталази, мкмоль/хв на мл	Активність аскорбатпероксидази, мкмоль/г за хв
Екстракт із листя винограду	Не ідентифікована	0,52 ± 0,01
Екстракт із квіток робінії	Не ідентифікована	0,32 ± 0,02
Екстракт із насіння базиліку	0,002 ± 3×10 ⁻⁴	0,55 ± 0,01
Екстракт із зерен пшениці	0,0009 ± 7,05×10 ⁻⁵	0,17 ± 0,01

Також було продемонстровано, що активність аскорбатпероксидази в екстракті із насіння базиліку вища на 5,5 %, 41,8 % та 69,1 %, відповідно, порівняно з екстрактами з листя винограду, квіток робінії та зерен пшениці.

Такі результати можуть бути обумовлені наявністю високого вмісту ліпідів у насінні базиліку [24], а також тим, що аскорбатпероксидаза є термостійким ферментом, а каталаза – термолабільним.

Вітамін С є одним з найпотужніших антиоксидантів. Стимулюючи синтез інтерферонів, за рахунок захисту ліпопротеїнів від окиснення, він задіяний в імунomodулюванні та інгібуванні перетворення глюкози на сорбітол [2]. У рослинних організмах аскорбінова кислота може відновлювати -S-S-зв'язки та виконувати функцію тимчасового проміжного транспортера перекису водню під час реалізації процесу дихання [26].

В рослинних організмах найвищий вміст аскорбінової кислоти було знайдено в плодах, проте також вона міститься в достатній кількості в листі та насінні.

В результаті дослідження було продемонстровано, що вміст вітаміну С у екстракті з листя винограду вищий на 66,6 %, 8,3 % та 58,3 % відповідно, порівняно з екстрактами із квіток робінії, насіння базиліку та зерен пшениці (табл. 3). Такі результати можуть бути пов'язаними з високим вмістом вітаміну С у листі винограду навесні, поки ягоди ще не сформовані [27].

За рівнем ТБК-позитивних продуктів можна оцінити інтенсивність протікання процесів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ), які відбуваються за участю активних форм кисню. Висока інтенсивність неферментного ПОЛ може призвести до накопичення продуктів окиснення, що, в свою чергу, може стати однією із причин розвитку багатьох патологічних станів: злоякісних новоутворень, серцево-судинних патологій та ін. [25].

Серед ТБК-позитивних продуктів ПОЛ ключове місце займає малоновий діальдегід (МДА). Це низькомолекулярна високоактивна сполука, що постійно присутня у рослинах у низьких концентраціях за нормальних умов. Рівень МДА збільшується під час зростання інтенсивності впливу стресових факторів, що призводить до подальшої активації вільнорадикальних реакцій.

Таблиця 3

Вміст вітаміну С, ТБК-позитивних продуктів та суми антоціанових пігментів у рослинних екстрактах

	Вміст вітаміну С, моль/л	ТБК-позитивні продукти, мкмоль/л	Сума антоціанових пігментів, % від сирової маси
Екстракт із листя винограду	$0,12 \pm 3 \times 10^{-3}$	$320,5 \pm 37,0$	$5,03 \times 10^{-6} \pm 8,41 \times 10^{-8}$
Екстракт із квіток робінії	$0,04 \pm 4 \times 10^{-3}$	$138,9 \pm 4,3$	$3,25 \times 10^{-6} \pm 8,41 \times 10^{-8}$
Екстракт із насіння базиліку	$0,11 \pm 2 \times 10^{-3}$	$331,1 \pm 10,6$	Не ідентифіковано
Екстракт із зерен пшениці	$0,05 \pm 3 \times 10^{-3}$	$128,2 \pm 37,0$	$5,4 \times 10^{-7} \pm 4,9 \times 10^{-8}$

Також, нами було встановлено, що вміст ТБК-позитивних продуктів у екстракті з насіння базиліку вищий на 3,2 %, 58 %, та 61,3 % відповідно, порівняно з екстрактами з листя винограду, квіток робінії та зерен пшениці (табл. 3). Це може бути пов'язано з високим вмістом ліпідів у насінні базиліку [28].

Антоціанові пігменти є природними барвниками, що гарно розчинні у воді. Вони належать до групи флавоноїдів та є потужними антиоксидантами, відіграють значну роль у розмноженні, екофізіології та захисних механізмах рослин. Структурно, антоціани – це антоціанідини, модифіковані цукрами і ацилкислотами. Кольори антоціанів чутливі до впливу рН, світла, температури та іонів металів. Стабільність антоціанів контролюється різними факторами, в тому числі між- і внутрішньомолекулярними комплексами [29].

В результаті досліджень продемонстровано, що рівень вмісту антоціанових пігментів у екстракті з листя винограду вищий на 40 % та 90 %, порівняно з екстрактами із квіток робінії та зерен пшениці відповідно. У екстракті з насіння базиліка антоціанових пігментів не було ідентифіковано.

Отримані результати можуть бути пов'язані з особливостями збереження антоціанових пігментів та їх чутливістю до світла, рН-середовища та температури [29]. Також, відомо, що вміст антоціанових пігментів залежить від органу рослини. Зокрема, у листі та квітках їх більше, порівняно з насінням [29].

Висновки. В результаті дослідження було встановлено, що екстракт із насіння базиліка має найвищий вміст загальних та білкових SH-груп, відновленого глутатіону, а також найвищу активність каталази та аскорбатпероксидази.

Натомість, екстракт із листя винограду продемонстрував найвищий рівень вмісту вітаміну С та антоціанових пігментів. Екстракт із квіток робінії містить найвищий вміст небілкових SH-груп.

Найбіднішим на вміст всіх досліджуваних сполук виявився екстракт із зерен пшениці.

Отримані результати важливі для подальших досліджень антиоксидантного потенціалу рослинних екстрактів з перспективою їх використання у медицині, харчовій промисловості тощо.

Література

1. Tanaka K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. *Animal Science Journal*. 2005. Vol. 76. №4. P. 291–303.
2. Вороніна Л. М., Десенко В. Ф. Біологічна хімія. Тернопіль: Вид-во НФАУ, 2000. С. 326-330.
3. Bilal A., Jahan N., Ahmed A., Bilal S. N., Habib S., Hajra S. Phytochemical and pharmacological studies on *Ocimum basilicum* Linn-A review. *Int. J. Curr. Res. Rev.* 2012. Vol. 2. №2. P. 73–83.
4. Khaliq R., Tita O., Sand C. A comparative study between seeds of sweet basil and psyllium on the basis of proximate analysis. *Sci. Pap. Ser. Manag. Econ. Eng. Agric. Rural. Dev.* 2017. Vol. 17. №3. P. 189–194.
5. Arundhathu S., Tejeshwar C. The Holy Basil Administration Diminishes the NF-κB Expression and Protects Alveolar Epithelial Cells from Pneumonia Infection through Interferon Gamma. Author manuscript. *Phytother Res.* 2022. Vol. 36. № 4. P. 1822-1835.
6. Rezapour R., Ghiassi Tarzi B., Movahed S. The effect of adding sweet basil seed powder (*Ocimum basilicum* L.) on rheological properties and staling of baguette bread. *Food Biosci. Technol.* 2016. Vol. 6. №2. P. 41–46.
7. You-Mei L., Jia-ling Y. Transcription Profiles Reveal Age-Dependent Variations of Photosynthetic Properties and Sugar Metabolism in Grape Leaves (*Vitis vinifera* L.). *Molecular Sciences*. 2022. №23. P. 1-17.
8. Selma F. Total Phenols from Grape Leaves Counteract Cell Proliferation and Modulate Apoptosis-Related Gene Expression in MCF-7 and HepG2 Human Cancer Cell Lines. *Molecules*. 2019. Vol. 24. №3. P. 600-613.
9. Jakubczyk K., Koprowska K. Edible Flowers as a Source of Dietary Fibre (Total, Insoluble and Soluble) as a Potential Athlete's Dietary Supplement. *Nutrients*. 2022. №14. P. 1-10.
10. Kim H., Jang J. Effect of *Robinia pseudoacacia* Leaf Extract on Interleukin-1β-mediated Tumor Angiogenesis. *In Vivo*. 2019. Vol. 33. №6. P. 1901-1910.
11. Jarvan M., Lukme L. The productivity, quality and bread – making properties of organically and conventionally grown winter rye. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2018. Vol. 105. №4. P. 323-330.
12. Gunenc A., HadiNezhad M. Effects of region and cultivar on alkylresorcinols content and composition in wheat bran and their antioxidant activity. *Journal of Cereal Science*. 2013. Vol. 57. №3. P. 405-410.
13. Trozzi C., Raffaelli F. Evaluation of antioxidative and diabetes-preventive properties of an ancient grain, KAMUT khorasan wheat, in healthy volunteers. *European Journal of Nutrition*. 2019. Vol. 58. №1. P. 151-161.
14. Осипчук Р., Кучменко О. Біохімічна характеристика антиоксидантного потенціалу коров'ячого та козиного молока. *Молодий вчений*. 2021. №11. С. 94-98.

15. Antonenko K., Duma M., Kreicberg V., Kunkulberga D. The influence of microelements selenium and cooper on the rye malt amylase activity and flour technological properties. *Agronomy Research*. 2016. №14. P. 1261–1270.
16. Беріляк Р. В. Особливості функціонування Ca²⁺-залежних регуляторних систем лімфоцитів крові жінок хворих на рак яєчника: дис. ... доктор філософії. 2021. С. 148.
17. Aebi H. Catalase in Vitro. *Methods Enzymol*. 1984. Vol. 105. №121-b. P. 121–126.
18. Nakano Y., Asada K. Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts. *Plant Cell Physiol*. 1981. Vol. 22. №5. P. 867–880.
19. Forman H., Zhang H. Glutathione: overview of its protective roles, measurement, and biosynthesis. *Mol Aspects Med*. 2009. Vol. 30. №1-2. P. 1-12.
20. Birsan A., Ali O. Whey protein protects liver mitochondrial function against oxidative stress in rats exposed to acrolein. *Arh Hig Rada Toksikol*. 2022. Vol. 73. №3. P. 200-206.
21. Wojsiech L. The present day look at lipid peroxidation. *Postepy biochem*. 2006. Vol. 52. №2. P. 173-179.
22. Tunga H., Sena G. Algaecidal and oxidative effects of metal-free phthalocyanine beta tetra-substituted with sodium 2-mercaptoethanesulfonate. *Turkish Journal of Chemistry*. 2022. Vol. 46. №2. P. 367-377.
23. Jinuan Z., Shengpu Sh. Photosynthetic and Photoprotective Responses to Steady-State and Fluctuating Light in the Shade-Demanding Crop *Amorphophallus xiei* Grown in Intercropping and Monoculture Systems. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. P. 1-15.
24. Lidiane D. Bioactive natural compounds and antioxidant activity of essential oils from spice plants. *Biomolecules*. 2020. Vol. 10. №7. P. 988-998.
25. Aruoma O. I., Halliwell B., Hoey B. M., Bucler J. The antioxidant action of N-acetylcysteine: its reaction with hydrogen peroxide, hydroxyl radical, superoxide, and hypochlorous acid. *Free Radical Biology and Medicine*. 1989. Vol. 6. №6. P. 593–597.
26. Панюта О. О., Белавя В. Н., Таран Н. Ю. Рання діагностика резистентності рослин до фітопатогенів за станом антиоксидантної системи (Методичні рекомендації). Київ: Вид-во Авега, 2019. С. 48.
27. Williams M. Biosynthesis of (+)-Tartaric Acid from I-[4-C]Ascorbic Acid in Grape and Geranium. *Plant physiology*. 1978. Vol. 61. №4. P. 672-674.
28. Lidiane D. Bioactive natural compounds and antioxidant activity of essential oils from spice plants. *Biomolecules*. 2020. Vol. 10. №7. P. 988-998.
29. Alappat B., Alappat J. Anthocyanin Pigments: Beyond Aesthetics. *Molecules*. 2020. Vol. 25. №23. P. 55-60.

References

1. Tanaka, K. (2005) Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. *Animal Science Journal*, 4(76), 291–303 [in English].
2. Voronina, L. M., Desenko, V. F. (2000) *Bioloichna khimiia* [Biological Chemistry]. Ternopil: Vyd-vo NFAU, 326-330 [in Ukrainian].
3. Bilal, A., Jahan, N., Ahmed, A., Bilal, S.N., Habib, S., Hajra, S. (2012) Phytochemical and pharmacological studies on *Ocimum basilicum* Linn-A review. *Int. J. Curr. Res. Rev.*, 2(2), 73–83 [in English].
4. Khaliq, R., Tita, O., Sand, C. A. (2017) comparative study between seeds of sweet basil and psyllium on the basis of proximate analysis. *Sci. Pap. Ser. Manag. Econ. Eng. Agric. Rural. Dev*, 3(17), 189–194 [in English].
5. Arundhathu, S., Tejeshwar, C. (2022) The Holy Basil Administration Diminishes the NF-κB Expression and Protects Alveolar Epithelial Cells from Pneumonia Infection through Interferon Gamma. Author manuscript. *Phytother Res*, 4(36), 1822-1835 [in English].
6. Rezapour, R., Ghiassi Tarzi, B., Movahed, S. (2016) The effect of adding sweet basil seed powder (*Ocimum basilicum* L.) on rheological properties and staling of baguette bread. *Food Biosci. Technol*, 2(6), 41–46 [in English].
7. You-Mei, L., Jia-ling, Y. (2022) Transcription Profiles Reveal Age-Dependent Variations of Photosynthetic Properties and Sugar Metabolism in Grape Leaves (*Vitis vinifera* L.). *Molecular Sciences*, 23, 1-17 [in English].

8. Selma, F. (2019) Total Phenols from Grape Leaves Counteract Cell Proliferation and Modulate Apoptosis-Related Gene Expression in MCF-7 and HepG2 Human Cancer Cell Lines. *Molecules*, 3(24), 600-613 [in English].
9. Jakubczyk, K., Koprowska, K. (2022) Edible Flowers as a Source of Dietary Fibre (Total, Insoluble and Soluble) as a Potential Athlete's Dietary Supplement. *Nutrients*, 14, 1-10 [in English].
10. Kim, H., Jang, J. (2019) Effect of *Robinia pseudoacacia* Leaf Extract on Interleukin-1 β -mediated Tumor Angiogenesis. *In Vivo*, 6(33), 1901-1910 [in English].
11. Jarvan, M., Lukme, L. (2018) The productivity, quality and bread – making properties of organically and conventionally grown winter rye. *Zemdirbyste-Agriculture*, 4(105), 323-330 [in English].
12. Gunenc, A., HadiNezhad, M. (2013) Effects of region and cultivar on alkylresorcinols content and composition in wheat bran and their antioxidant activity. *Cereal Science*, 3(57), 405-410 [in English].
13. Trozzi, C., Raffaelli, F. (2019) Evaluation of antioxidative and diabetes-preventive properties of an ancient grain, KAMUT khorasan wheat, in healthy volunteers. *European Journal of Nutrition*, 1(58), 151-161 [in English].
14. Osypchuk, R., Kuchmenko, O. (2021) Biokhimichna kharakterystyka antyoksydantnoho potentsialu koroviachoho ta kozynoho moloka [Biochemical characteristics of the antioxidant potential of cow's and goat's milk]. *Molodyi vchenyi – Young Scientist*, 11, 94-98 [in Ukrainian].
15. Antonenko, K., Duma, M., Kreicberg, V., Kunkulberga, D. (2016) The influence of microelements selenium and cooper on the rye malt amylase activity and flour technological properties. *Agronomy Research*, 14, 1261–1270 [in English].
16. Beryliak, R. V. (2021) Osoblyvosti funktsionuvannia Sa²⁺-zaleznykh rehuliatomykh system limfotsytiv krovi zhynok khvorykh na rak yaiechnyka [Features of functioning of Ca²⁺-dependent regulatory systems of blood lymphocytes of women with ovarian cancer]: dys... doktor filosofii, 148 [in Ukrainian].
17. Aebi, H. (1984) Catalase in Vitro. *Methods Enzymol*, 121-b(105), 121–126 [in English].
18. Nakano, Y., Asada, K. (1981) Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts. *Plant Cell Physiol*, 5(22), 867–880 [in English].
19. Forman, H., Zhang, H. (2009) Glutathione: overview of its protective roles, measurement, and biosynthesis. *Mol Aspects Med*, 1-2(30), 1-12 [in English].
20. Birsan, A., Ali, O. (2022) Whey protein protects liver mitochondrial function against oxidative stress in rats exposed to acrolein. *Arh Hig Rada Toksikol*, 3, 200-206 [in English].
21. Wojsiech, L. (2006) The present day look at lipid peroxidation. *Postepy biochem*, 2(52), 173-179 [in English].
22. Tunga, H., Sena, G. (2022) Algaecidal and oxidative effects of metal-free phthalocyanine beta tetra-substituted with sodium 2-mercaptoethanesulfonate. *Turkish Journal of Chemistry*, 2(46), 367-377 [in English].
23. Jinuan, Z., Shengpu, Sh. (2021) Photosynthetic and Photoprotective Responses to Steady-State and Fluctuating Light in the Shade-Demanding Crop *Amorphophallus xiei* Grown in Intercropping and Monoculture Systems. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1-15 [in English].
24. Lidiane, D. (2020) Bioactive natural compounds and antioxidant activity of essential oils from spice plants. *Biomolecules*, 7(10), 988-998 [in English].
25. Aruoma, O. I., Halliwell, B., Hoey, B. M., Bucler, J. (1989) The antioxidant action of N-acetylcysteine: its reaction with hydrogen peroxide, hydroxyl radical, superoxide, and hypochlorous acid. *Free Radical Biology and Medicine*, 6(6), 593–597 [in English].
26. Paniuta, O., Belava, V. N., Taran, N. Yu. (2019) Rannia diahnozyka rezystentnosti roslyn do fitopatoheniv za stanom antyoksydantnoi systemy [Early diagnosis of plant resistance to phytopathogens based on the state of the antioxidant system (Methodological recommendations)]. Kyiv: Vyd-vo Avega, 48 [in Ukrainian].
27. Williams, M. (1978) Biosynthesis of (+)-Tartaric Acid from I-[4-C]Ascorbic Acid in Grape and Geranium. *Plant physiology*, 4(61), 672-674 [in English].
28. Lidiane, D. (2020) Bioactive natural compounds and antioxidant activity of essential oils from spice plants. *Biomolecules*, 7(10), 988-998 [in English].
29. Alappat, B., Alappat, J. (2020) Anthocyanin Pigments: Beyond Aesthetics. *Molecules*, 23(25), 55-60 [in English].

Osypchuk R.

PhD student, Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
ruslan0399os@gmail.com
orcid.org/0009-0007-2193-0839

Kuchmenko O.

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Biology Department
Nizhyn Mykola Gogol State University
kuchmenko1978@gmail.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

ASSESSMENT OF ANTIOXIDANT POTENTIAL IN WATER EXTRACTS FROM GRAPE LEAVES, ROBINIA FLOWERS, BASIL SEEDS AND WHEAT GRAINS

Research on food fortification in our time is becoming important. All because of the intensification of oxidation processes of the structural components of food products and the high content of antioxidants in plant extracts. Oxidative processes include lipid peroxidation (POL), which is a complex of chain reactions involving reactive oxygen species. Accumulation of a large number of oxidation products can lead to rapid spoilage of products and loss of their healing properties. Also, these products in the human body in large quantities contribute to the development of pathological conditions: poisoning, the growth of malignant tumors, etc.

Also, the use of plant extracts in medical botany is common due to the high content of vitamins, antioxidants, trace elements, proteins and carbohydrates.

We examined aqueous extracts from grape leaves, robinia flowers, basil seeds and wheat grains for the content of common, protein and non-protein SH groups, reduced glutathione, vitamin C, TBC-positive products, anthocyanin pigments and catalase and ascorbate peroxidase activity.

As a result of the study, we found that the extract from basil seeds is the richest in the content of total and protein SH groups, reduced glutathione and TBC-positive products. He also exhibited the highest levels of catalase and ascorbate peroxidase activity. Grape leaf extract contains the highest levels of vitamin C and anthocyanin pigments. The extract from Robinia flowers has the highest content of non-protein SH-groups. The lowest level of all of the above substances contains an extract from wheat grains.

The results of this study can be used in further study of the antioxidant potential of plant extracts with the possibility of using them in medical botany, food technologies, etc.

Key words: antioxidant system, catalase, ascorbate peroxidase, lipid oxidation products, vitamins, SH-groups, plant extracts, grape leaves, robinia flowers, basil seeds, wheat grains.

**Стаття до редакції надійшла 06.09.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 23.09.2024 року**