

Руденко В.М., Чумак В.Л. Максимюк М.Р., Єфименко В.В., Левченко С.В., Ясакова Т.Ю.

ЕКСТРАКЦІЯ БІОАКТИВНИХ СПОЛУК З РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛІВ

Природні біоактивні сполуки набувають дедалі більшої популярності завдяки своїм різноманітним лікувальним властивостям. Екстракція вважається одним з найважливіших процесів у виробництві фітопрепаратів. У роботі були досліджені суміші трав, екстракти яких виявляють певну терапевтичну дію. Оскільки на ефективність екстракції впливає сам метод екстракції, для визначення оптимального методу виділення біоактивних речовин з рослинних композицій були використані методи мацерації та реперколяції. Порівняння виходів сухих екстрактів з рослинних комбінацій визначило метод мацерації більш ефективнішим. Тому для подальших досліджень було обрано метод мацерації. Ключову роль у впливі на ефективність екстракції відіграє розчинник, від якого залежить вихід екстракції, склад екстрагованих сполук та збереження біоактивності екстрактів. У роботі для оптимізації процесу вилучення біологічно активних речовин з рослинних композицій досліджено вплив екстрагента на вихід сухих екстрактів. Екстрагування здійснювалося очищеною водою та водними розчинами етанолу (30, 50, 70 та 96%). Аналізуючи загальну картину впливу вибраних розчинників на вихід сухих екстрактів з рослинних композицій можна припустити, що вибір розчинника визначається виключно хімічною спорідненістю екстрагента до складу рослинних композицій. Температура екстракції є вирішальним фактором, який у значній мірі прискорює виділення біоактивних речовин, проте необхідно ретельно оптимізувати його для зменшення споживання енергії в процесах екстракції. З цією метою у роботі визначено вплив температурного режиму процесу на вихід сухих екстрактів з рослинних композицій. Були вибрані температурні інтервали 20-40, 50-60, 70-80 і 90-100° С, час екстракції - 2 год. Дослідження показали, що з підвищенням температури зростає вихід сухих екстрактів, тим самим підвищується ефективність екстракції. Однак, вище температурного інтервалу 70-80°С для двох досліджуваних композицій вихід сухих екстрактів збільшується повільніше, тому припустили, що подальше нагрівання вище цього інтервалу недоцільне, оскільки вимагає додаткових енерговитрат. Ефективність процесу екстракції також значною мірою залежить від часу нагрівання, тому у дослідженні були проаналізовані виходи сухих екстрактів із рослинних композицій при заданих температурних параметрах і тривалості часу нагрівання у межах від 30 до 180 хв. Аналіз отриманих результатів показав, що максимальний вихід екстрактів спостерігається у разі нагрівання протягом 120 хв., а подальше нагрівання сповільнює підвищення виходу екстрактів. Отже, можна рекомендувати здійснювати ефективну екстракцію протягом 120 хв., що забезпечить економією енерговитрат і часу екстракції.

Ключеві слова: біоактивні сполуки рослинні композиції, екстракція, мацерація.

Вступ. Існує безліч рослинних лікарських засобів, що використовуються в державній охороні здоров'я з минулого до теперішнього часу. Загалом близько 80% населення світу покладається на терапевтичний ефект трав [1]. Біологічну систему рослин утворюють первинні та вторинні метаболіти. Вуглеводи, амінокислоти та білки є первинними метаболітами, які в основному використовуються рослинами протягом фаз розвитку та дозрівання тканин рослин [2]. Вторинні метаболіти виробляються рослинами під час циклу розвитку для виживання та взаємодії з навколишнім середовищем [3]. Біоактивні сполуки можна знайти в різних рослинних елементах, і вони класифікуються за різними класами, включаючи терпеноїди, алкалоїди, нітрогеновмісні сполуки, сульфурвмісні органічні сполуки та феноли [4]. Повідомляється, що біоактивні сполуки, які синтезують рослини, мають певні корисні для здоров'я властивості, такі як протизапальні, протиракові, протидіабетичні, вони покращують кровообіг, ь травлення тощо [5]. Одним з найважливіших процесів у виробництві фітопрепаратів вважається екстракція [6, 7]. Екстракція біоактивних сполук з рослин потребує відповідних методів та технік екстракції, які забезпечують отримання екстрактів та фракцій, багатих на біологічно активні інгредієнти [8]. Тому технології екстракції відіграють вирішальну роль у виході, характері фітохімічного вмісту тощо [9]. Вибір правильного процесу екстракції має вирішальне значення для максимального вилучення тканин [10]. Для вилучення біологічно активних речовин з лікарських рослин можна використовувати традиційні методи або інноваційні методи залежно від бажаної ефективності та чутливості сполук [11, 12].

Мета дослідження. Провести порівняння ефективності екстракційних методів мацерації і реперколяції з метою використання одного з них у подальших дослідженнях. Вивчити вплив розчинника на ефективність процесу екстракції біоактивних сполук з рослинних композицій. Визначити оптимальні температурні режими та тривалість часу екстракції для різних фітокомпозицій, що забезпечують ефективність процесу.

Результати дослідження і обговорення Першим кроком у виділенні та очищенні біоактивних сполук з рослинного матеріалу є екстракція, яка лежить і в основі промислового виробництва фармацевтичних препаратів. Для отримання біоактивних сполук з рослинних тканин слід використовувати відповідну технологію екстракції, яка забезпечує баланс між якістю продукту, ефективністю процесу, виробничими витратами та екологічно прийнятними методами. . Хоча розроблені нові, більш досконалі технології екстракції, традиційні методи виділення біоактивних сполук з рослинних матеріалів залишаються успішними і нині [13].

Для дослідження вибрані лабораторно приготовлені рослинні композиції: зразок 1 складався з 30 г коріння солодки голої (*Glycyrrhiza glabra L.*), 30 г квітки деревію таволголистого (*Achillea filipendulina L.*), 30 г трави зізифори квітконіжкової (*Ziziphora pedicellata Pazij et Vved*); зразок 2 — з 20 г квітки деревію таволголистого (*Achillea filipendulina L.*), 20 г трави хвоща польового (*Equisetum arvense L.*), 20 г плодів кропу городнього (*Foeniculum vulgare Mill.*), 20 г квітки нігтик лікарських (*Calendula officinalis L.*), 20 г кореневища та коріння марени фарбувальної (*Rubia tinctorum L.*) та зразок 3 — з 50 г листя подорожника великого (*Plantago major L.*), 50 г листя шовковиці білої (*Morus alba L.*).

Ефективність екстракції залежить від різних факторів, включаючи метод екстракції, природу розчинника, температуру, час тощо [14]. З метою визначення оптимального методу екстракції для виділення біоактивних речовин з рослинних композицій були використані методи мацерації [15, 16] та реперколяції [17]. За цими методами в отриманих витяжках визначали вихід сухих екстрактів. Отримані результати методів екстракції наведені в таблиці 1..

Таблиця 1

Виходи сухих екстрактів з рослинних композицій
за методами мацерації та реперколяції

Метод екстракції	Вихід сухих екстрактів, %		
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Мацерація	22,07	21,8	23,7
Реперколяції	21,9	20,9	20,2

Порівнюючи змінення виходів сухих екстрактів у рослинних комбінаціях можна констатувати, що у разі застосування методу мацерації спостерігається більший вихід екстрагованих речовин, ніж за методом реперколяції. З огляду на це, для подальших досліджень було обрано метод мацерації.

З метою оптимізації процесу вилучення біологічно активних речовин з рослинних композицій проведено дослідження впливу розчинника на вихід сухих екстрактів. Екстрагування здійснювалося одою та водними розчинами етанолу (30, 50, 70 та 96%) за методом мацерація у статичних умовах та при перемішуванні. Результати дослідження наведенотабл.2.

Таблиця 2

Вплив розчинника на вихід сухих екстрактів
з рослинних композицій

Розчинник	Вихід сухих екстрактів, %		
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Вода очищена	22,58	22,31	13,1
Етанол 30%	21,18	16,16	13,4
Етанол 50%	20,58	17,83	21,8
Етанол 70%	18,02	18,04	19,1
Етанол 96%	15,03	18,26	19,9

Аналізуючи загальну картину впливу вибраних розчинників на вихід сухих екстрактів з рослинних композицій можна помітити, що вищі результати екстракції для зразків 1, 2 дає очищена вода, а для зразку 3 — етанол 59%. Тому у подальших дослідженнях було доцільніше для зразків 1, 2 використовувати очищену воду, а для зразку 3 – етанол 50%.

Відомо, що температура є сильним зовнішнім чинником, під впливом якого у значній мірі прискорюється процес виділення біоактивних речовин. І логічним постає питання визначення впливу температурного режиму екстракції на вихід сухих екстрактів з рослинних композицій. Для дослідження були вибрані такі параметри процесу: температурні (і інтервали 20-40, 50-60, 70-80 і 90-100° С), гідромодуль 1: 20, час екстракції - 2 год. Результати дослідження наведені у табл.3.

Таблиця 3

Вплив температури екстракції на вихід сухих екстрактів
з рослинних композицій

Діапазон температур, °С	Вихід сухих екстрактів, %		
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
20–40	18,5	10,1	16,8
50–60	21,7	12,7	19,7
70–80	22,5	21,6	20,8
90–100	22,9	22,1	23,2

З підвищенням температури спостерігається збільшення виходу сухих екстрактів із усіх зразків рослинних композицій. Проте, можна помітити, що для зразків 1, 2 після температурного інтервалу 70-80°C вихід сухих екстрактів збільшується повільніше. Тому можна припустити, що подальше нагрівання вище цього інтервалу недоцільне, оскільки вимагає додаткових енерговитрат. Отже, оптимальною температурою для зразків 1, 2 є 70-80°C, а для зразка 3 – 90-100°C

Для того, щоб визначити вплив часу нагрівання (для зразків 1, 2 у температурному діапазоні 70-80°C, для зразка 3 – у діапазоні 90-100°C) були проаналізовані виходи сухих екстрактів із рослинних композицій при заданих температурних параметрах і тривалості часу нагрівання у межах від 30 до 180 хв. Результати дослідження наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Вплив тривалості екстракції на вихід сухих екстрактів
з рослинних композицій

Час екстракції, хв.	Вихід сухих екстрактів, %		
	Зразок 1 (70-80°C)	Зразок 2 (70-80°C)	Зразок 3 (90-100°C)
30	18,9	13,9	19,1
60	15	18,5	19,5
90	20,2	19,2	20,1
120	22,7	21,7	22,2
150	22,9	21,9	22,4
180	23,1	22,1	23,5

Аналіз отриманих результатів показує, що максимальний вихід екстрактів спостерігається у разі нагрівання протягом 120 хв.а подальше нагрівання сповільнює підвищення виходу екстрактів. Це дає підставу рекомендувати здійснювати ефективну екстракцію протягом 120 хв., що забезпечить економією енерговитрат і часу екстракції.

Висновки. Метою цього дослідження було дослідити, як впливає вибір методу екстракції, розчинника та умов виконання процесу на його ефективність. Отримані результати в цілому підтверджують літературні дані щодо вирішальної ролі технології у процесі виділення біоактивних речовин з рослинних матеріалів. Порівняльна оцінка ефективності методів мацерації і реперколяції показала, що оптимальним методом отримання сухих екстрактів фітокомпозицій є метод мацерації. Встановлено, що для оптимізації процесу екстракції основне значення має хімічна спорідненість розчинника до складу рослинних композицій. Визначені температурні інтервали і тривалість часу екстракції для різних фітокомпозицій, що забезпечують ефективність процесу.

Література

1. Zaid. N.A.M., Sekar M., Bonam S.R. *et al.* (2022). Promising natural products in new drug design, development, and therapy for skin disorders: an overview of scientific evidence and understanding their mechanism of action. *Drug Design, Development and Therapy, Dove Medical Press Ltd*, 6, 23-66. DOI: [10.2147/DDDT.S3263325](https://doi.org/10.2147/DDDT.S3263325).
2. Chen D., Mubeen B., Hasnain A., *et al.* (2022). Role of promising secondary metabolites to confer resistance against environmental stresses in crop plants: current scenario and future perspectives. *Frontiers in Plant Science, Frontiers Media S.A.* 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.88103e2>
3. Azmir J., Zaidul I.S.M., Rahman M.M., Sharif K.M., *et al.* (2013) Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering* 117(4), 426-436. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>.
4. Itemimi A., Lakhssassi N., Baharlouei A., Watson D. (2017). Phytochemicals: Extraction, Isolation, and Identification of Bioactive Compounds from Plant Extracts. *Plants (Basel)* 6(4):42 DOI:10.3390/plants6040042 Plants (Basel). 2017 Сень <https://doi.org/10.3390/plants6040042>
5. Lv J., Yu L., Y. Lu Y., Niu Y., *et al.* (2012). Phytochemical compositions, and antioxidant properties, and antiproliferative activities of wheat flour *Food Chemistry* 135, (2),325-331 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.141>.
6. Lv J., Yu L., Y. Lu Y., Niu Y., *et al.* (2012). Phytochemical compositions, and antioxidant properties, and antiproliferative activities of wheat flour *Food Chemistry* 135, (2),325-331 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.141>.
7. Sinsinwar S., Sarkar M.K., Suriya K.R., *et al.* (2018). Use of agricultural waste (coconut shell) for the synthesis of silver nanoparticles and evaluation of their antibacterial activity against selected human pathogens *Microbial Pathogenesis* 124, 30-37 DOI: [10.1016/j.micpath.2018.08.025](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.08.025).
8. Vats S. (2016). Effect of initial temperature treatment on phytochemicals and antioxidant activity of azadirachta indica A *Applied Biochemistry and Biotechnology* 178(3), 504-512 DOI: [10.1007/s12010-015-1890-x](https://doi.org/10.1007/s12010-015-1890-x).
9. Ameer K., Shahbaz H.M., Kwon J.H. (2017). Green extraction methods for polyphenols from plant matrices and their byproducts: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Blackwell Publishing Inc.*,

- 16., 295-315 <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12253>.
10. Tiwari B.K. (2015). Ultrasound: A clean, green extraction technology. *Trends in Analytical Chemistry*, *71*, 100-109 <https://doi.org/10.1016/j.trac.2015.04.013>.
11. Feihrmann A.C., da Silva N.M., de Marins A.R., Matiucci M.A., , *et al.* (2024). Ultrasound-assisted extraction and encapsulation by spray drying of bioactive compounds from Tradescantia zebrina leaves *Food Chemistry Advances* *4*(3):100621 DOI:10.1016/j.focha.2024.100621.
12. Shergujri M.A., Asija M., Bhaduri G.A. (2024.). Kinetic evaluation of Azadirachtin and related phytoconstituents extraction from *Azadirachta indica* (neem) and *Melia azedarach* (chinaberry) seeds using ultrasound assisted extraction and maceration. *Journal of the Indian Chemical Society* *101*, (10), 101262. <https://doi.org/10.1016/j.jics.2024.101262>.
13. Caré F., Sangaré D., Bostyn S., *et al.* (2023). Computational Fluid Dynamics (CFD) modeling of static maceration in view to optimize continuous flow extractions of robinetin and dihydrorobinetin from *Robinia pseudoacacia* wood. *Food and Bioproducts Processing* *141*, 185-198. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2023.07.007>.
14. Drosou C., Kyriakopoulou K., Bimpilas A., Tsimogiannis D., Krokida M. (2015). A comparative study on different extraction techniques to recover red grape pomace polyphenols from vinification byproducts. *Industrial Crops and Products*, *75 B*, (30), 141-149 <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.05.063>.
15. Andrade T.A., Fetzer D.E.L., dos Passos N.F.M., AmbyeJensen M. (2025). Maceration and fractionation technologies in a demonstration-scale green biorefinery: Proteins, sugars, and lipids extraction and energy efficiency. *Industrial Crops and Products* *223*, , 120142. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.120142>
16. Paşayeva L., Yetimoğlu S., Fatullayev H., İnce U. *et al.* (2025). Optimizing health benefits of walnut (*Juglans regia* L.) agricultural by-products: Impact of maceration and Soxhlet extraction methods on phytochemical composition, enzyme inhibition, antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic activities. *Food Bioscience* *64*, 105923. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.105923>.
17. Zhao J., Yu L., Xi X., Li S. (2023). Knowledge percolation threshold and optimization strategies of the combinatorial network for complex innovation in the digital economy. *Omega* *120*, 102913. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2023.102913>.

References

1. Zaid. N.A.M., Sekar M., Bonam S.R. *et al.* (2022). Promising natural products in new drug design, development, and therapy for skin disorders: an overview of scientific evidence and understanding their mechanism of action. *Drug Design, Development and Therapy*, Dove Medical Press Ltd, 6, 23-66. DOI: [10.2147/DDDT.S3263325](https://doi.org/10.2147/DDDT.S3263325).
2. Chen D., Mubeen B., Hasnain A., *et al.* (2022). Role of promising secondary metabolites to confer resistance against environmental stresses in crop plants: current scenario and future perspectives. *Frontiers in Plant Science*, *Frontiers Media S.A.* *13*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.88103e2>
3. Azmir J., Zaidul I.S.M., Rahman M.M., Sharif K.M., *et al.* (2013) Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering* *117*(4), 426-436. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>.
4. Itemimi A., Lakhssassi N., Baharlouei A., Watson D. (2017). Phytochemicals: Extraction, Isolation, and Identification of Bioactive Compounds from Plant Extracts. *Plants (Basel)* *6*(4):42 DOI:10.3390/plants6040042 *Plants (Basel)*. 2017 Себь <https://doi.org/10.3390/plants6040042>
5. Lv J., Yu L., Y. Lu Y., Niu Y., a, *et al.* (2012). Phytochemical compositions, and antioxidant properties, and antiproliferative activities of wheat flour *Food Chemistry* *135*, (2),325-331 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.141>.
6. Lv J., Yu L., Y. Lu Y., Niu Y., a, *et al.* (2012). Phytochemical compositions, and antioxidant properties, and antiproliferative activities of wheat flour *Food Chemistry* *135*, (2),325-331 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.141>.
7. Sinsinwar S., Sarkar M.K., Suriya K.R., *et al.* (2018). Use of agricultural waste (coconut shell) for the synthesis of silver nanoparticles and evaluation of their antibacterial activity against selected human pathogens *Microbial Pathogenesis* *124*, 30-37 DOI: [10.1016/j.micpath.2018.08.025](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.08.025).
8. Vats S. (2016). Effect of initial temperature treatment on phytochemicals and antioxidant activity of azadirachta indica A *Applied Biochemistry and Biotechnology* *178*(3), 504-512 DOI: [10.1007/s12010-015-1890-x](https://doi.org/10.1007/s12010-015-1890-x).
9. Ameer K., Shahbaz H.M., Kwon J.H. (2017). Green extraction methods for polyphenols from plant matrices and their byproducts: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Blackwell Publishing Inc., *16*., 295-315 <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12253>.
10. Tiwari B.K. (2015). Ultrasound: A clean, green extraction technology. *Trends in Analytical Chemistry*, *71*, 100-109 <https://doi.org/10.1016/j.trac.2015.04.013>.
11. Feihrmann A.C., da Silva N.M., de Marins A.R., Matiucci M.A., , *et al.* (2024). Ultrasound-assisted extraction and encapsulation by spray drying of bioactive compounds from Tradescantia zebrina leaves *Food Chemistry Advances* *4*(3):100621 DOI:10.1016/j.focha.2024.100621.
12. Shergujri M.A., Asija M., Bhaduri G.A. (2024.). Kinetic evaluation of Azadirachtin and related phytoconstituents extraction from *Azadirachta indica* (neem) and *Melia azedarach* (chinaberry) seeds using ultrasound assisted extraction and maceration. *Journal of the Indian Chemical Society* *101*, (10), 101262. <https://doi.org/10.1016/j.jics.2024.101262>.
13. Caré F., Sangaré D., Bostyn S., *et al.* (2023). Computational Fluid Dynamics (CFD) modeling of static maceration in view to optimize continuous flow extractions of robinetin and dihydrorobinetin from *Robinia pseudoacacia* wood.

[Food and Bioproducts Processing](#) **141**, 185-198. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2023.07.007>.

14. Drosou C., Kyriakopoulou K., Bimpilas A., Tsimogiannis D., Krokida M. (2015). A comparative study on different extraction techniques to recover red grape pomace polyphenols from vinification byproducts. *Industrial Crops and Products*, **75 B**, (30), 141-149. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.05.063>.

15. Andrade T.A., Fetzer D.E.L., dos Passos N.F.M., AmbyeJensen M. (2025). Maceration and fractionation technologies in a demonstration-scale green biorefinery: Proteins, sugars, and lipids extraction and energy efficiency. *Industrial Crops and Products* **223**, , 120142. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.120142>

16. Paşayeva L, Yetimoğlu S., Fatullayev H., İnce U. *et al.* (2025). Optimizing health benefits of walnut (*Juglans regia* L.) agricultural by-products: Impact of maceration and Soxhlet extraction methods on phytochemical composition, enzyme inhibition, antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic activities. *Food Bioscience* **64**, 105923. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.105923>.

17. Zhao J., Yu L., Xi X., Li S. (2023). Knowledge percolation threshold and optimization strategies of the combinatorial network for complex innovation in the digital economy. *Omega* **120**, 102913. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2023.102913>.

Natural bioactive compounds are gaining increasingly popular due to their diverse medicinal properties. Extraction is considered as one of the most crucial procedure in the manufacture of herbal medicines. The work investigated mixtures of herbs, the extracts of which exhibit a certain therapeutic effect. Since the extraction method itself affects the extraction efficiency, the maceration and repercolation methods were used to determine the optimal method for isolating bioactive substances from plant compositions. Comparison of the yields of dry extracts from plant combinations determined the maceration method to be more effective. Therefore, the maceration method was chosen for further research. The solvent plays a key role in influencing the extraction efficiency, on which the extraction yield, the composition of the extracted compounds, and the preservation of the bioactivity of the extracts depend. In the work, the effect of the extractant on the yield of dry extracts was investigated to optimize the process of extracting biologically active substances from plant compositions. Extraction was carried out with purified ode and aqueous ethanol solutions (30, 50, 70 and 96%). Analyzing the general picture of the influence of the selected solvents on the yield of dry extracts from plant compositions, it can be assumed that the choice of solvent is determined exclusively by the chemical affinity of the extractant to the composition of plant compositions. The extraction temperature is a decisive factor that significantly accelerates the release of bioactive substances, but it must be carefully optimized to reduce energy consumption in the extraction processes. For this purpose, the work determines the influence of the temperature regime of the process on the yield of dry extracts from plant compositions. The temperature ranges of 20-40, 50-60, 70-80 and 90-100° C were selected, the extraction time was 2 hours. Studies have shown that with increasing temperature, the yield of dry extracts increases, thereby increasing the extraction efficiency. However, above the temperature range of 70-80°C for the two studied compositions, the yield of dry extracts increases more slowly. Therefore, it was assumed that further heating above this range is impractical, since it requires additional energy consumption. The efficiency of the extraction process also largely depends on the heating time, therefore, the study analyzed the yields of dry extracts from plant compositions at given temperature parameters and heating time in the range from 30 to 180 min. Analysis of the results obtained showed that the maximum yield of extracts is observed when heated for 120 min., and further heating slows down the increase in the yield of extracts. Therefore, it can be recommended to carry out effective extraction for 120 min., which will save energy consumption and extraction time.

Keywords: bioactive compounds, plant compositions, extraction, maceration.

Руденко В. М. - «Державний університет «Київський авіаційний інститут», кафедра хімії і хімічних технологій, професор, email arevrudenko@gmail.com

Чумак В. Л. - «Державний університет «Київський авіаційний інститут», кафедра хімії і хімічних технологій, професор.

Максимюк М. Р. - «Державний університет «Київський авіаційний інститут», кафедра хімії і хімічних технологій, доцент.

Єфименко В. В. - «Державний університет «Київський авіаційний інститут», кафедра хімії і хімічних технологій, доцент.

Левченко С. В. - «Державний університет «Київський авіаційний інститут», кафедра хімії і хімічних технологій, доцент.

Ясакова Т. Ю. - «Державний університет «Київський авіаційний інститут», кафедра хімії і хімічних технологій, асистент.

Стаття надійшла до редакції: 14.08.2025 р.

Стаття прийнята до друку: 02.10.2025 р.

Стаття опублікована: 09.12.2025 р.