

О. О. Добровольний, Л. Л. Давтян

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика

Вплив умов екстрагування на кількісний вміст флавоноїдів в екстрактах листя м'яти перцевої (*Mentha Piperitae folium*)

Мета – дослідити вплив ключових параметрів екстракції листя м'яти перцевої (*Mentha Piperitae folium*) на кількісний вміст флавоноїдів в одержаних екстрактах та визначити оптимальні умови процесу.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження було подрібнене висушене листя м'яти перцевої. Як екстрагенти використовували 93 %, 70 %, 40 % етанол (об.) та воду очищену. Як метод екстрагування застосовували фільтраційну екстракцію. У досліджуваних зразках витяжок визначали сухий залишок, вихід екстрактивних речовин з рослинної сировини та кількісний вміст суми флавоноїдів. Кількісне визначення здійснювали методом абсорбційної спектрофотометрії на спектрофотометрі PerkinElmer Lambda 35.

Результати та їх обговорення. З огляду на отримані дані можемо говорити про ефективність застосованої експериментальної моделі. Досягти ефективного масопереносу БАР з екстрагованого матеріалу вдалося шляхом безперервного подання свіжого екстрагента і його рівномірного руху з постійною швидкістю через шар сировини. Ступінь підготовки вихідної сировини, метод екстракції та швидкість руху екстрагента були однаковими для всіх експериментів, тому зміни полярності екстрагента й динаміки співвідношення DER слугували оцінними факторами загальної ефективності процесу. З'ясовано, що екстракти, отримані за застосування етанолу в межах 40-70 % та співвідношення DER 1:7-9, характеризуються найбільш оптимальним і збалансованим співвідношенням вмісту флавоноїдів та виходу екстрактивних речовин. Застосування 93 % етанолу є ефективним щодо кількісних характеристик екстракту, проте найменш ефективним щодо виходу екстрактивних речовин. Своєю чергою водний екстрагент дозволяє досягти найвищих показників виходу екстрактивних речовин за відносно низького вмісту флавоноїдів у таких екстрактах.

Висновки. Визначено, що ефективність виділення флавоноїдів та вихід продукту суттєво залежать від полярності застосованого екстрагента й співвідношення DER. Доведено, що застосування фільтраційної екстракції забезпечує рівномірну динаміку масопереносу екстрактивних речовин з екстрагованої сировини та стабільний вміст флавоноїдів у досліджуваних зразках. Виявлено, що екстракти листя м'яти перцевої, отримані за застосування етанолу в межах 40-70 % та співвідношення DER 1:7-9, характеризуються найбільш оптимальними й збалансованими кількісними показниками. Експериментально з'ясовано, що за оптимальних умов процесу середній вихід екстрактивних речовин перебуває в межах 20 %, а вміст суми флавоноїдів – у межах 9 %.

Ключові слова: технологія; технологічний процес; препарат; екстракція; екстрагент; поліфенольні сполуки; флавоноїди; екстрактивні речовини; рослинна сировина; спектрофотометрія

О. О. Dobrovolnyi, L. L. Davtian

Shupyk National Healthcare University of Ukraine

The effect of extraction conditions on the quantitative content of flavonoids in peppermint leaf extracts (*Mentha Piperitae folium*)

Aim. To study the effect of key parameters of peppermint leaf extraction (*Mentha Piperitae folium*) on the quantitative content of flavonoids in the extracts obtained and to determine the optimal process conditions.

Materials and methods. The study object was crushed dried leaves of Peppermint. As extractants, 93 %, 70 %, 40 % ethanol (vol.) and purified water were used. The filtration extraction was used as the extraction method. The dry residue, the yield of extractives from the plant raw material and the quantitative content of the total flavonoids were determined in the samples of the extracts studied. The assay was performed by absorption spectrophotometry on a PerkinElmer Lambda 35 spectrophotometer.

Results. Based on the data obtained, it can be said about the effectiveness of the experimental model applied. The effective mass transfer of bioactive substances from the extracted material was achieved by continuous supply of a fresh extractant and its steady movement through the raw material layer at a constant speed. Since the conditions of the starting raw material, the extraction method and the speed of movement of the extractant were the same for all experiments, the change in the polarity of the extractant and the DER dynamics served as evaluation factors for the overall efficiency of the process. It was found that the extracts obtained under the conditions of using ethanol within 40-70 % and DER of 1:7-9 were characterized by the most optimal and balanced ratio of the flavonoid content and the yield of extractive substances. The use of 93 % ethanol was effective in relation to the quantitative characteristics of the extract, but the least effective in terms of the yield of extractives. In turn, the aqueous extractant allowed achieving the highest yields of extractives with a relatively low content of flavonoids in such extracts.

Conclusions. It has been determined that the efficiency of flavonoid extraction, as well as the product yield significantly depend on the polarity of the extractant used and DER. It has been proven that the use of the filtration extraction ensures uniform dynamics of the mass transfer of extractives from the extracted raw material and a stable content of flavonoids in the samples studied. It has been found that peppermint leaf extracts obtained under the conditions of using ethanol in the range of 40-70 % and DER of 1:7-9 are characterized by the most optimal and balanced quantitative indicators. It has been experimentally found that under optimal process conditions the average yield of extractives is within 20 %, and the content of the total flavonoids is within 9 %.

Keywords: technology; technological process; preparation; extraction; extractant; polyphenols; flavonoids; extractives; herbal substance; spectrophotometry

Вступ. Рослинні лікарські засоби традиційно широко застосовують у профілактичній та клінічній практиці. Це пов'язано з їхньою ефективністю, безпечністю за довготривалого застосування та доступністю. Фітохімічний склад активних інгредієнтів цих лікарських засобів насамперед залежить від технології їх отримання. Формування профілю якості АФІ зумовлено ефективністю виділення біологічно активних речовин з рослинної сировини, тому саме екстракцію вважають ключовою стадією процесу виробництва рослинного препарату [1-3].

До умов, що характеризують загальну ефективність стадії екстрагування, можна віднести ступінь підготовки вихідної сировини, селективність застосованого екстрагента, температурний режим екстракційного середовища і метод екстракції. Своєю чергою температурний режим екстракційного середовища залежить від фізичних властивостей застосованого екстрагента (кімнатна температура для більшості органічних розчинників та високі значення температури для води), тоді як ступінь подрібнення сировини залежить від застосованого методу екстракції, адже ступінь підготовки має забезпечувати належний рух екстрагента через шар сировини. Найпоширенішими методами, що їх практично застосовують у промисловому виробництві рослинних АФІ, є динамічні варіації конвенційних методів екстракції, тобто методи, здатні забезпечувати інтенсивний масоперенос БАР в екстракт. У випадку фільтраційної екстракції динаміка масопереносу залежить від кількості свіжого екстрагента, що проходить із постійною швидкістю через шар сировини [4-6].

Широкий спектр фармакологічної активності поліфенольних сполук листя м'яти перцевої (*Mentha piperitae folium*) в поєднанні з комерційною доступністю сировини характеризують її як потенційне джерело АФІ. Флавоноїдна фракція представлена лютеоліном та його 7-глікозидом, рутином, гесперидином, еріодитрином та високоокисенованими флавонами. Інші компоненти – це фенольні кислоти та невеликі кількості тритерпенів. З огляду на те що компонентний склад і кількісний вміст поліфенольних сполук в екстрактах м'яти залежить від умов їх виділення, листя м'яти було обрано як об'єкт пропонованого дослідження [7-9].

Мета роботи – дослідити вплив ключових параметрів екстракції листя м'яти перцевої (*Mentha Piperitae folium*) на кількісний вміст флавоноїдів в одержаних екстрактах та визначити оптимальні умови процесу.

Матеріали та методи. Як сировину для екстрагування використовували листя м'яти перцевої із вмістом води 105,0 мл/кг, подрібнене до середнього розміру частинок 0,5 мм та насипної густини 0,188 г/см³ (ТОВ «Сумифітофармація» № серії 0552.У.0490).

Як екстрагенти використовували 93 %, 70 %, 40 % етанол (об.) та воду очищену. Екстрагували водноспиртовими екстрагентами за кімнатної температури,

а водним розчинником – за температури екстракційного середовища 90 °С.

Екстрагували сировину м'яти перцевої методом фільтраційної екстракції в лабораторному екстракторі до загального співвідношення «сировина / екстракт» 1:10. Зразки екстрактів збирали окремо з кроком «сировина : екстракт» (DER) 1:1. В одержаних зразках визначали сухий залишок, вихід екстрактивних речовин з рослинної сировини та кількісний вміст суми флавоноїдів.

Визначення вмісту сухого залишку ω_n в зразках рідких витяжок V_n виконували згідно з методикою ДФУ 2.8.16 [10].

Вміст сухого залишку ω_n (%) в окремих порціях рідких екстрактів розраховували за формулою:

$$\omega_n = \frac{m_n \times 100}{V_n}, \quad (1)$$

де: m_n – маса сухого залишку після висушування проби окремої порції рідкого екстракту, г;

V_n – об'єм окремої порції екстракту, мл;

Визначення виходу екстрактивних речовин D_n з рослинної сировини здійснювали за допомогою формули:

$$D_n = \sum_{n=1}^n \frac{\omega_n \times V_n}{m_c}, \quad (2)$$

де: ω_n – сухий залишок в окремій порції рідкого екстракту, %;

V_n – об'єм окремої порції екстракту, мл;

m_c – маса екстрагованої сировини, г.

Визначення вмісту флавоноїдів X_n виконували методом абсорбційної спектрофотометрії (ДФУ, 2.2.25) на спектрофотометрі PerkinElmer Lambda 35. Як аналітичний маркер використовували гесперидин [10].

Приготування випробовуваного розчину. Як випробовувані розчини використовували зразки рідких екстрактів n , відібрані з кроком DER 1:1. Концентрація випробовуваних розчинів, згідно з розробленою методикою, становила 0,026 %. Аліквоту зразка рідкого екстракту n , необхідного для приготування проби випробовуваного розчину, розраховували за формулою:

$$V_a = \frac{0,026}{\omega_n} \times 25, \quad (3)$$

де: V_a – аліквота зразка рідкого екстракту n , мл;

0,026 – концентрація випробовуваного розчину, %;

ω_n – сухий залишок в окремій порції рідкого екстракту, %;

25 – об'єм випробовуваного розчину, мл.

Випробовуваний розчин (а). Аліквоту зразка екстракту n поміщали у мірну колбу місткістю 25 мл, додавали 10,0 мл етанолу 70 % (об.), 5,0 мл розчину реагенту, нагрівали на водяній бані за температури 75 °С протягом 3 хв, охолоджували, доводили об'єм розчину етанолом 70 % (об.) до позначки та перемішували.

Випробовуваний розчин (b). Аліквоту зразка екстракту n поміщали у мірну колбу місткістю 25 мл, доводили об'єм розчину етанолом 70 % (об.) до позначки й перемішували.

Розчин реагенту. 5,0 г алюмінію хлориду P поміщали у мірну колбу місткістю 100 мл, розчиняли в 60 мл етанолу 70 % (об.), доводили об'єм розчину етанолом 70 % (об.) до позначки й перемішували.

Оптичну густину *випробовуваного розчину (a)* A_{306n} вимірювали через 30 хв за довжини хвилі 306 нм у кюветі з товщиною шару 10 мм, використовуючи як компенсаційний розчин *випробовуваний розчин (b)*.

Вміст суми флавоноїдів X_n у перерахунку на гесперидин і суху речовину в окремій порції екстракту V_n визначали за формулою:

$$X_n = \frac{A_{306n} \times 25 \times 100 \times 100}{202 \times 100 \times V_a \times \omega_n} = \frac{A_{306n} \times 2500}{202 \times V_a \times \omega_n}, \quad (4)$$

де: A_{306n} – оптична густина випробовуваного розчину;

V_a – об'єм аліквоти окремої порції екстракту V_n , мл;

ω_n – сухий залишок в окремо зібраній порції рідкого екстракту, %;

202 – питомий показник поглинання розчину комплексу гесперидину з алюмінію хлоридом P в етанолі 70 % (об.) за довжини хвилі 306 нм.

Вміст суми флавоноїдів G_n у перерахунку на гесперидин і суху речовину в сумарному екстракті V_{n+1} визначали за формулою:

$$G_n = \frac{\sum_{n=1}^n \frac{X_n \times \omega_n \times V_n}{10000}}{D_n \times m_c} \times 10000, \quad (5)$$

де: X_n – вміст суми флавоноїдів у перерахунку на гесперидин і суху речовину в окремій порції екстракту, %;

ω_n – сухий залишок в окремій порції екстракту, %;

V_n – об'єм окремої порції екстракту, мл;

D_n – вихід екстрактивних речовин, %;

m_c – маса екстрагованої сировини, г.

Одержані дані наведено нижче в таблиці.

Таблиця

Експериментальні дані екстрагування листя м'яти перцевої

Зразок, n	Співвідношення «сировина – екстракт»	V_n – об'єм окремої порції екстракту, мл	V_{n+1} – об'єм сумарного екстракту, мл	ω_n – сухий залишок в окремій порції екстракту V_n , %	D_n – вихід екстрактивних речовин %	X_n – вміст суми флавоноїдів в окремій порції екстракту V_n , %	G_n – вміст суми флавоноїдів у сумарному екстракті V_{n+1} , %
Екстрагент 93 % етанол							
1	1:1	150	150	0,29	0,29	4,839	4,84
2	1:2	150	300	0,91	1,20	8,129	7,34
3	1:3	150	450	1,00	2,20	8,313	7,78
4	1:4	150	600	0,94	3,14	8,029	7,86
5	1:5	150	750	0,78	3,92	8,483	7,98
6	1:6	150	900	0,91	4,83	12,846	8,89
7	1:7	150	1050	0,94	5,77	8,817	8,88
8	1:8	150	1200	0,88	6,64	10,325	9,07
9	1:9	150	1350	0,85	7,49	8,720	9,03
10	1:10	220	1570	0,61	8,38	4,142	8,51
Екстрагент 70 % етанол							
1	1:1	150	150	1,84	1,84	5,893	5,89
2	1:2	150	300	2,39	4,24	8,063	7,12
3	1:3	150	450	2,52	6,76	4,450	6,12
4	1:4	150	600	2,57	9,33	6,137	6,13
5	1:5	150	750	2,47	11,81	10,026	6,94
6	1:6	150	900	2,19	13,99	20,556	9,07
7	1:7	150	1050	1,66	15,65	8,319	8,99
8	1:8	150	1200	1,46	17,11	8,350	8,94
9	1:9	150	1350	1,11	18,22	10,472	9,03
10	1:10	220	1570	0,81	19,40	11,026	9,15

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
Екстрагент 40 % етанол							
1	1:1	150	150	3,30	3,30	14,308	14,31
2	1:2	150	300	3,83	7,12	8,308	11,08
3	1:3	150	450	3,74	10,86	10,311	10,82
4	1:4	150	600	3,55	14,42	4,579	9,28
5	1:5	150	750	3,07	17,48	10,048	9,41
6	1:6	150	900	2,23	19,71	7,499	9,20
7	1:7	150	1050	1,61	21,32	12,791	9,47
8	1:8	150	1200	0,95	22,27	8,059	9,41
9	1:9	150	1350	0,66	22,94	4,592	9,27
10	1:10	220	1570	0,50	23,67	11,527	9,34
Екстрагент вода очищена							
1	1:1	100	100	5,52	5,52	3,927	3,93
2	1:2	100	200	6,08	11,61	3,967	3,95
3	1:3	100	300	5,14	16,74	5,569	4,45
4	1:4	100	400	3,49	20,24	5,323	4,60
5	1:5	100	500	2,23	22,46	5,649	4,70
6	1:6	100	600	1,31	23,77	10,917	5,04
7	1:7	100	700	0,72	24,49	9,568	5,17
8	1:8	100	800	0,40	24,88	9,919	5,25
9	1:9	100	900	0,25	25,13	16,475	5,36
10	1:10	100	1000	0,17	25,30	24,137	5,49

Результати та їх обговорення. Згідно з планом експерименту було одержано зразки екстрактів з використанням як екстрагентів 93 %, 70 %, 40 % етанолу (об.) та води очищеної. Досягнення ефективного масопереносу БАР з екстрагованого матеріалу забезпечувалось шляхом безперервного подання свіжого екстрагента і його рівномірного руху з постійною швидкістю через шар сировини. Ступінь підготовки вихідної сировини, метод екстракції та швидкість руху екстрагента були однаковими для всіх експериментів, тому зміни полярності екстрагента й динаміки співвідношення DER слугували оцінними факторами загальної ефективності процесу.

Використовуючи як порогове значення ефективності екстракції вміст сухого залишку в окремо зібраній порції екстракту на рівні 1 % (ω_n), визначили параметри, за яких екстракція сировини певним екстрагентом набувала максимальної ефективності, а подальше ведення процесу було не доцільне.

Згідно з одержаними даними, наведеними в таблиці та графічно зображеними на рисунку, можемо говорити про ефективність застосованої експериментальної моделі, адже процес характеризується рівномірним переносом екстрактивних речовин і стабільним вмістом суми флавоноїдів у досліджуваних зразках.

Умови процесу, за яких показники порогового значення сухого залишку, виходу екстрактивних

речовин і кількісного вмісту аналітичного маркера є оптимальні, такі:

93 % етанол: ефективність екстракції досягається за співвідношення DER 1:3, що забезпечує вихід екстрактивних речовин на рівні 2,2 %, а вміст суми флавоноїдів в одержаному екстракті – 7,78 %;

70 % етанол: ефективність екстракції досягається за співвідношення DER 1:9, що забезпечує вихід екстрактивних речовин на рівні 18,22 %, а вміст суми флавоноїдів в одержаному екстракті – 9,03 %;

40 % етанол: ефективність екстракції досягається за співвідношення DER 1:7, що забезпечує вихід екстрактивних речовин на рівні 21,32 %, а вміст суми флавоноїдів в одержаному екстракті – 9,47 %;

вода очищена: ефективність екстракції досягається за співвідношення DER 1:6, що забезпечує вихід екстрактивних речовин на рівні 23,77 %, а вміст суми флавоноїдів в одержаному екстракті – 5,04 %.

Отже, виявлено суттєвий вплив застосованого екстрагента й співвідношення DER на кількісні показники досліджуваних зразків. З'ясовано, що екстракти, отримані за застосування етанолу в межах 40-70 % та співвідношення DER 1:7-9, характеризуються найбільш оптимальним і збалансованим співвідношенням вмісту флавоноїдів і виходу екстрактивних речовин. Застосування 93 % етанолу є ефективним щодо кількісних характеристик екстракту, проте найменш ефективним щодо виходу екстрактивних речовин.

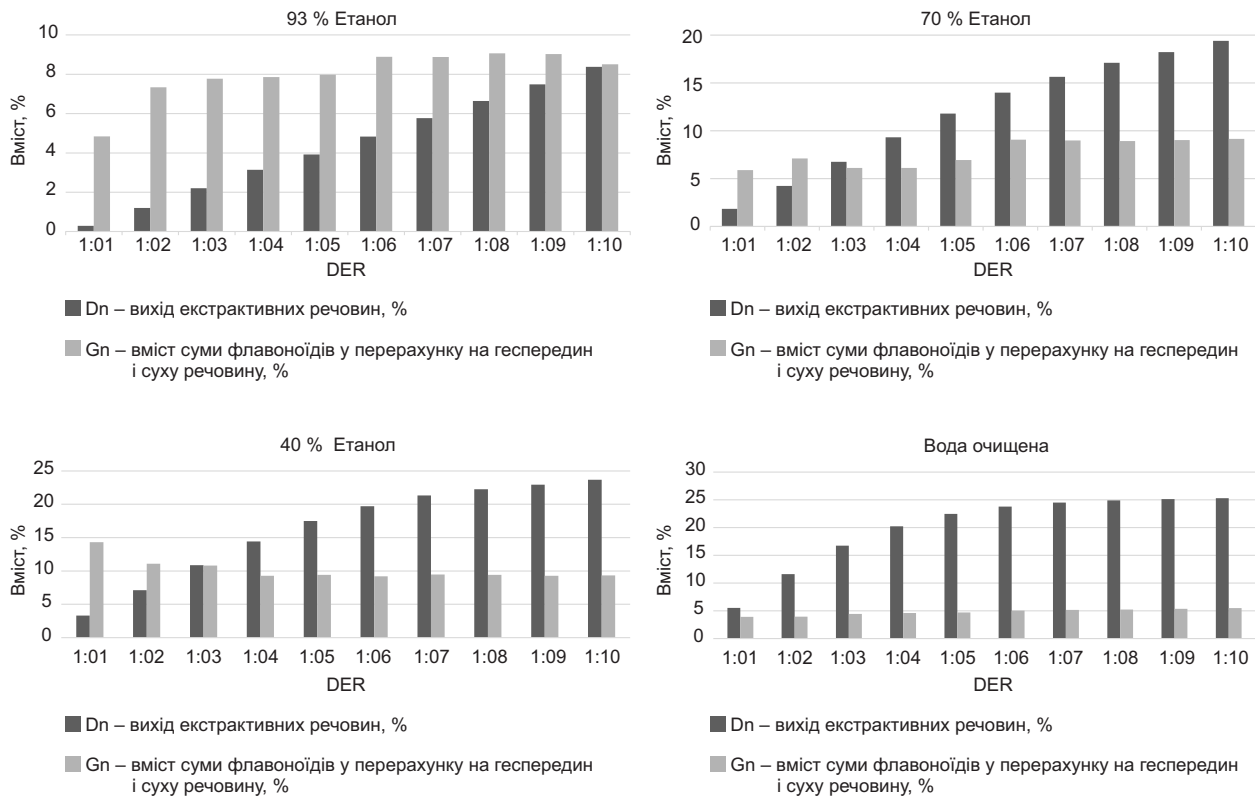


Рис. Залежність кількісних характеристик екстракту від співвідношення DER та застосованого екстрагента

Свою чергою водний екстрагент дозволяє досягнути найвищих показників виходу екстрактивних речовин за відносно низького вмісту флавоноїдів у таких екстрактах. Одержані результати узгоджуються з дослідженням впливу полярності екстрагентів на поліфенольний склад екстрактів листя м'яти перцевої [11].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Визначено, що ефективність виділення флавоноїдів та вихід продукту суттєво залежать від полярності застосованого екстрагента і співвідношення DER.

Доведено, що застосування фільтраційної екстракції забезпечує рівномірну динаміку масопереносу екстрактивних речовин з екстрагованої сировини та стабільний вміст флавоноїдів у досліджуваних зразках.

Виявлено, що екстракти листя м'яти перцевої, отримані за застосування етанолу в межах 40-70 % та співвідношення DER 1:7-9, характеризуються найбільш оптимальними і збалансованими кількісними показниками.

Експериментально з'ясовано, що за оптимальних умов процесу середній вихід екстрактивних речовин перебуває в межах 20 %, а вміст суми флавоноїдів – у межах 9 %.

Наступним етапом досліджень буде вивчення ефективності застосованої моделі експерименту щодо інших рослинних об'єктів та впровадження системного підходу до розробки рослинних препаратів.

Конфлікт інтересів: відсутній.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. An Overview of Methods of Extraction, Isolation and Characterization of Natural Medicinal Plant Products in Improved Traditional Medicine Research / D. J. Fonmboh et al. *Asian Journal of Research in Medical and Pharmaceutical Sciences*. 2020. Vol. 9, № 2. P. 31-57. DOI: 10.9734/ajrimps/2020/v9i230152.
2. Rasul M. G. Conventional Extraction Methods Use in Medicinal Plants, their Advantages and Disadvantages. *International Journal of Basic Sciences and Applied Computing*. 2018. Vol. 2, № 6. P. 10-14.
3. Jha A. K., Sit N. Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2022. Vol. 119. P. 579-591. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.11.019.
4. Techniques for Extraction of Bioactive Compounds from Plant Materials: A Review / J. Azmir et al. *J. Food Eng.* 2013. Vol. 117, № 4. P. 426-436. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014.
5. Traditional and innovative approaches for the extraction of bioactive compounds / I. Usman et al. *International Journal of Food Properties*. 2022. Vol. 25, № 1. P. 1215-1233. DOI: 10.1080/10942912.2022.2074030.
6. Joseph J., Chandran G. General techniques of extraction of active constituents in herbal drugs. *World journal of pharmaceutical research*. 2020. Vol. 9, № 4. P. 1900-19008. DOI: 10.20959/wjpr20204-28863.
7. Lamiaceae in the treatment of cardiovascular diseases / F. Patrignani et al. *Front. Biosci.* 2021. Vol. 26, № 4. P. 612-643. DOI: 10.2741/4909.
8. Mahendran G., Rahman L. Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on peppermint (*Mentha piperita*) – A review. *Phytother. Res.* 2020. Vol. 34, № 9. P. 2088-2139. DOI: 10.1002/ptr.6664.

9. Phytochemical and nutra-pharmaceutical attributes of *Mentha* spp.: A comprehensive review / A. Eftekhari et al. *Arab. J. Chem.* 2021. Vol. 14, № 5. 103106. DOI: 10.1016/j.arabjc.2021.103106.
10. Державна фармакопея України / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид., Т. 1. Харків : Держ. п-во «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. 1128 с.
11. Добровольний О., Давтян Л. Вивчення поліфенольного складу екстрактів листя м'яти перцевої (*Mentha piperitae folium*), одержаних екстрагентами різної полярності. *Фітотерапія. Часопис.* 2024. № 3. С. 175-181. DOI: 10.32782/2522-9680-2024-3-175.

REFERENCES

1. Fonmboh, D. J., Abah, E. R., Fokunang, T. E., Herv, B., Teke, G. N., Rose, N. M., Borgia, N. N., Fokunang, L. B., Andrew, B. N., Kaba, N., Bathelemy, N., & Ntungwen, F. C. (2020). An Overview of Methods of Extraction, Isolation and Characterization of Natural Medicinal Plant Products in Improved Traditional Medicine Research. *Asian Journal of Research in Medical and Pharmaceutical Sciences*, 9(2), 31-57. <https://doi.org/10.9734/ajrimps/2020/v9i230152>.
2. Rasul, M. G. (2018). Conventional Extraction Methods Use in Medicinal Plants, their Advantages and Disadvantages. *International Journal of Basic Sciences and Applied Computing*, 2(6), 10-14.
3. Jha, A. K., Sit, N. (2022). Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 579-591. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.019>.
4. Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., & Omar A. K. M. (2013). Techniques for Extraction of Bioactive Compounds from Plant Materials: A Review. *J. Food Eng.* 117(4), 426-436. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>.
5. Usman, I., Hussain, M., Imran, A., Afzaal, M., Saeed, F., Javed, M., & Saewan, S. (2022). Traditional and innovative approaches for the extraction of bioactive compounds. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 1215-1233. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2074030>.
6. Joseph, J., & Chandran, G. (2020). General techniques of extraction of active constituents in herbal drugs. *World journal of pharmaceutical research*, 9(4), 1900-19008. <https://doi.org/10.20959/wjpr20204-28863>.
7. Patrignani, F., Prasad, S., Novakovic, M., Marin, P. D., & Bukvicki, D. (2021). Lamiaceae in the treatment of cardiovascular diseases. *Front. Biosci.* 26(4), 612-643. DOI: 10.2741/4909.
8. Mahendran, G., & Rahman, L. (2020). Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on peppermint (*Mentha piperita*) – A review. *Phytother. Res.* 34(9), 2088-2139. <https://doi.org/10.1002/ptr.6664>.
9. Eftekhari, A., Khusro, A., Ahmadian, E., Dizaj, S. M., Hasanzadeh, A., & Cucchiari, M. (2021). Phytochemical and nutra-pharmaceutical attributes of *Mentha* spp.: A comprehensive review. *Arab. J. Chem.* 14(5), 103106. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103106>.
10. Derzhavne pidpriemstvo «Naukovo-ekspertnyi farmakopeinyi tsentr». (2015). Derzhavna farmakopeia Ukrainy. 2-е vyd., Vol. 1. Ukrainian Scientific Pharmacopeia Center of Medical Products.
11. Dobrovolnyi O., Davtian L. (2024). Study of polyphenols composition in Peppermint leaf extracts (*Mentha Piperitae folum*) extracted by solvents with different polarity. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 3, 175-181. <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-3-175>.

Відомості про авторів:

Добровольний О. О., кандидат фармацевтичних наук, докторант кафедри фармацевтичної технології і біофармації, Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика. E-mail: dobrovolnyi.oleksandr@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1640-4813>

Давтян Л. Л., доктор фармацевтичних наук, професор, завідувачка кафедри фармацевтичної технології і біофармації, Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика. E-mail: ldavtian@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7827-2418>

Information about authors:

Dobrovolnyi O. O., Candidate of Pharmacy (Ph.D.), postdoctoral student of the Department of Pharmaceutical Technology and Biopharmacy, Shupyk National Healthcare University of Ukraine. E-mail: dobrovolnyi.oleksandr@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1640-4813>

Davtian L. L., Doctor of Pharmacy (Dr. habil.), professor, head of the Department of Pharmaceutical Technology and Biopharmacy, Shupyk National Healthcare University of Ukraine. E-mail: ldavtian@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7827-2418>

Надійшла до редакції 03.01.2025 р.