

Г. Р. Козир, О. М. Барна, Ю. Ю. Пласконіс, А. О. Карга
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ І. Я. ГОРБАЧЕВСЬКОГО МОЗ УКРАЇНИ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСТРАГУВАННЯ З РОЗХІДНИКА ЗВИЧАЙНОГО ТРАВИ

Вступ. Невичерпним джерелом природних біологічно активних речовин є лікарська рослинна сировина, тому вивчення нових видів рослин і створення на їх основі фітопрепаратів є актуальною тематикою наукових досліджень.

Мета дослідження – вивчити вплив технологічних факторів на ефективність екстрагування та вилучення біологічно активних речовин з трави розхідника звичайного.

Методи дослідження. Об'єктами дослідження були екстракти з розхідника звичайного трави, отримані методами мацерації, мацерації з перемішуванням, дробної мацерації та мацерації з ультразвуком. Кількісний вміст суми фенольних сполук визначали спектрофотометричним методом у перерахунку на кислоту галову, кількість флавоноїдів визначали спектрофотометричним методом у перерахунку на рутин.

Результати й обговорення. Вивчено вплив факторів, таких як: метод екстрагування, концентрація екстрагенту, ступінь подрібнення сировини, співвідношення сировина : екстрагент на вилучення біологічно активних речовин (**екстрактивних речовин, флавоноїдів, фенольних сполук**) з розхідника звичайного трави.

Висновки. На основі проведених досліджень вивчено вплив таких технологічних факторів, як: вид екстрагування, природа та концентрація екстрагенту, ступінь подрібнення та співвідношення сировина : екстрагент на вилучення діючих речовин з розхідника звичайного трави. На підставі функції бажаності встановлено, що максимальне вилучення суми фенольних сполук, флавоноїдів та екстрактивних речовин забезпечується шляхом екстрагування методом мацерації з перемішуванням, 75% етанолом у разі подрібнення сировини менше 2 мм, за співвідношення сировина : екстрагент 1 : 8.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: розхідник звичайний; біологічно активні речовини; фармацевтичні фактори; екстрагування.

ВСТУП. З кожним роком на фармацевтичному ринку набувають більшої популярності препарати на основі рослинних компонентів через те, що вони практично нетоксичні, доступні, безпечні та ефективні. Завдяки комплексній дії таких препаратів вони практично не мають аналогів та конкурентів серед синтетичних препаратів, оскільки рослинні компоненти у складі мають природні речовини широкого спектра фармакологічної дії [1].

Будра плющовидна, живокіст польовий, котяча м'ята, райська трава, копійчана трава, м'яточник, грудна трава, котовник, кінська м'ята, собача м'ята, лісова м'ята, малинова травка, орлики, яблуневе зілля – таке різноманіття назв свідчить про широке застосування в народній медицині [24] розхідника звичайного трави (*Glechoma hederacea*) родини губоцвітих (*Labiatae*). У Фармакопеї України його немає, однак він є у фармакопеї Франції та Німеччини.

© Г. Р. Козир, О. М. Барна, Ю. Ю. Пласконіс, А. О. Карга, 2025

МЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ – вивчити вплив технологічних факторів на ефективність екстрагування та вилучення біологічно активних речовин з трави розхідника звичайного. Для досягнення такої мети необхідне визначення впливу режимів екстрагування, таких як метод екстрагування, концентрація екстрагенту, ступінь подрібнення сировини, співвідношення сировина : екстрагент на вилучення біологічно активних речовин з розхідника звичайного трави.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ. Для проведення експерименту використовували очищену та висушену сировину трави розхідника звичайного (*Glechoma hederacea*), а саме прямостоячі стебла, суцвіття та квіти. Збір та заготівля сировини відбувалась у період цвітіння розхідника звичайного, а саме наприкінці червня 2023 року на території Тернопільської області с. Підгороднє. Сировину висушували на повітрі та подрібнювали за допомогою лабораторного млина. Сировина зберігалась за

кімнатної температури у сухому приміщенні.

Розхідника звичайного траву подрібнювали до певного ступеня (від 2 мм до 5 мм), додавали екстрагент (60%, 65%, 70%, 75% водно-спиртові розчини) у різних співвідношеннях (1 : 8, 1 : 10, 1 : 12, 1 : 15), настоювали, після чого отриманий витяг висушували за температури 60°C та аналізували на вміст біологічно активних речовин.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Основною стадією виробництва фітопрепаратів є екстрагування рослинної сировини, зумовлене загальними законами масопередачі, властивостями рослинної клітини, ступенем подрібнення рослинного матеріалу, фізико-хімічною спорідненістю екстрагенту й речовин, що вилучаються [5–8].

Для проведення цього експерименту було вибрано чотири різновиди методу мацерації для вилучення БАР з розхідника звичайного траву, а саме: мацерація, мацерація з перемішуванням, дробна мацерація та мацерація з ультразвуком. Також вивчалися такі фактори, як: ступінь подрібнення, вплив концентрації екстрагенту, співвідношення сировина : екстрагент.

Кількість екстрактивних речовин – відповідну кількість готового витягу висушували та визначали вміст екстрактивних речовин відповідно до ДФУ [9].

Кількість фенольних сполук визначали спектрофотометричним методом при довжині хвилі 270 нм у перерахунку на кислоту галову. Як розчин порівняння використовували 40% Р спирт.

Кількість флавоноїдів визначали спектрофотометричним методом при довжині хвилі 405-415 нм у перерахунку на рутин.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ. Для того щоб уникнути великої кількості досліджуваних серій та скоротити час проведення експерименту, ми застосовували математичне планування експерименту. У разі використання цього методу ми отримуємо достовірні результати і збережемо ґрунтовний аналіз даних дослідження. Під час планування експерименту використовували план дисперсійного аналізу 4 на 4 [10].

В усіх 16 серіях в трьох повторюваностях визначали вміст екстрактивних речовин, фенольних сполук та флавоноїдів.

Фактори, які вивчалися під час екстрагування трави розхідника звичайного, наведені в таблиці 1.

Всі наведені фактори вивчалися на чотирьох рівнях, а саме вивчали: метод екстрагування, вплив екстрагенту на відповідну сировину, співвідношення сировина : екстрагент та ступінь подрібнення такої лікарської сировини.

Проводились дослідження щодо вмісту екстрактивних речовин, вмісту суми фенольних сполук та вмісту флавоноїдів. Результати досліджень та матриця планування представлені у таблиці 2.

Для того щоб провести швидко та якісно обробку даних та опрацювати результати дослідження, в ході проведення експерименту було використано програму Excel. Результати наших досліджень піддавали дисперсійному аналізу, завдяки чому ми

Таблиця 1 – Технологічні фактори, які вивчалися під час екстрагування трави розхідника звичайного

Фактори	Рівні факторів
A – методи екстрагування	a ₁ – мацерація a ₂ – мацерація з перемішуванням a ₃ – дробна мацерація a ₄ – мацерація з ультразвуком
B – екстрагент	b ₁ – етанол 60% b ₂ – етанол 65% b ₃ – етанол 70% b ₄ – етанол 75%
C – співвідношення (сировина : екстрагент)	c ₁ – 1 : 8 c ₂ – 1 : 10 c ₃ – 1 : 12 c ₄ – 1 : 15
D – ступінь подрібнення сировини	d ₁ – більше 5 мм d ₂ – від 2,8 до 5 мм d ₃ – від 2 до 2,8 мм d ₄ – від 1 до 2 мм

мали змогу визначити вплив технологічних факторів на вилучення БАР з трави розхідника звичайного.

У результаті проведених досліджень встановлено, що максимальне вилучення екстрактивних речовин забезпечує метод екстрагування мацерація з ультразвуком, у разі застосування 75% етанолу, у разі подрібнення сировини від 2 до 2,8 мм та у співвідношенні 1 : 15.

Встановлено, що найбільша кількість фенольних сполук вилучається під час застосування як методу екстрагування мацерації з перемішуванням, у разі застосування 75% етанолу, у разі подрібнення сировини менше 2 мм та у співвідношенні 1 : 8.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що найбільша кількість фенольних сполук вилучається у разі застосування методу екстрагування: мацерація з ультразвуком, у разі застосування 65% спирту етилового, у разі подрібнення сировини менше 2 мм та у співвідношенні 1 : 10.

Відповідно до того, що ми не визначили чіткого лідера щодо методу екстрагування, концентрації екстрагенту, ступеня подрібнення сировини, співвідношення сировина : екстрагент, далі методом математичного планування за допомогою узагальненої функції бажаності за трьома нашими відгуками. Результати, які отримані за допомогою функції бажаності, підлягають дисперсійному аналізу.

Проаналізувавши діаграму (рис. 1), можна зазначити, що найкраще вилучаються БАР з розхідника звичайного трави у разі застосування методу екстрагування мацерація з перемішуванням.

Відповідно до діаграми (рис. 2) можна зробити висновок, що найкраще вилучаються БАР з розхідника звичайного трави у разі застосування 75% етанолу як екстрагенту.

За результатами аналізу функції бажаності встановлено, що найкраще екстрагуються БАР у співвідношенні сировина : екстрагент 1 : 8 (рис. 3) та у разі подрібнення сировини менше 2 мм (рис. 4).

Отже, на підставі функції бажаності можна встановити, що добре або дуже добре екстрагуються зазначені БАР з розхідника звичайного трави у разі застосування методу мацерації з перемішуванням, у разі застосування екстрагенту 75% спирту етилового, у співвідношенні сировина : екстрагент 1:8, у разі подрібнення сировини менше 2 мм.

ВИСНОВКИ

1. На основі проведених досліджень за допомогою математичного планування експерименту вивчено вплив таких технологічних факторів, як: вид екстрагування, природа та концентрація екстрагенту, ступінь подрібнення та співвідношення

Таблиця 2 – Матриця планування експерименту і результати визначення технологічних показників розхідника звичайного трави

№ серії	Фактор				Відгук			D
	A	B	C	D	у ₁	у ₂	у ₃	
1	a ₁	b ₁	c ₁	d ₁	22,64	0,28	16,55	0,229
2	a ₁	b ₂	c ₂	d ₄	23,0	0,40	25,47	0,277
3	a ₁	b ₃	c ₃	d ₂	25,44	0,53	17,20	0,351
4	a ₁	b ₄	c ₄	d ₃	28,20	0,7	8,37	0,210
5	a ₂	b ₁	c ₂	d ₃	31,60	2,57	17,94	0,683
6	a ₂	b ₂	c ₁	d ₂	30,08	5,78	22,31	0,840
7	a ₂	b ₃	c ₄	d ₄	30,00	5,02	17,01	0,763
8	a ₂	b ₄	c ₃	d ₁	28,32	4,69	17,46	0,718
9	a ₃	b ₁	c ₃	d ₄	30,96	4,16	21,89	0,790
10	a ₃	b ₂	c ₄	d ₁	35,70	4,03	10,88	0,567
11	a ₃	b ₃	c ₁	d ₃	30,40	3,89	15,78	0,713
12	a ₃	b ₄	c ₂	d ₂	31,80	3,70	18,72	0,773
13	a ₄	b ₁	c ₄	d ₂	37,20	0,24	12,55	0,318
14	a ₄	b ₂	c ₃	d ₃	36,48	1,85	16,64	0,617
15	a ₄	b ₃	c ₂	d ₁	35,60	1,5	24,80	0,643
16	a ₄	b ₄	c ₁	d ₄	38,48	8,94	27,31	0,967

Примітки: у₁ – екстрактивні речовини; у₂ – вміст суми фенольних сполук; у₃ – вміст флавоноїдів, %, D – узагальнення функції бажаності за трьома відгуками

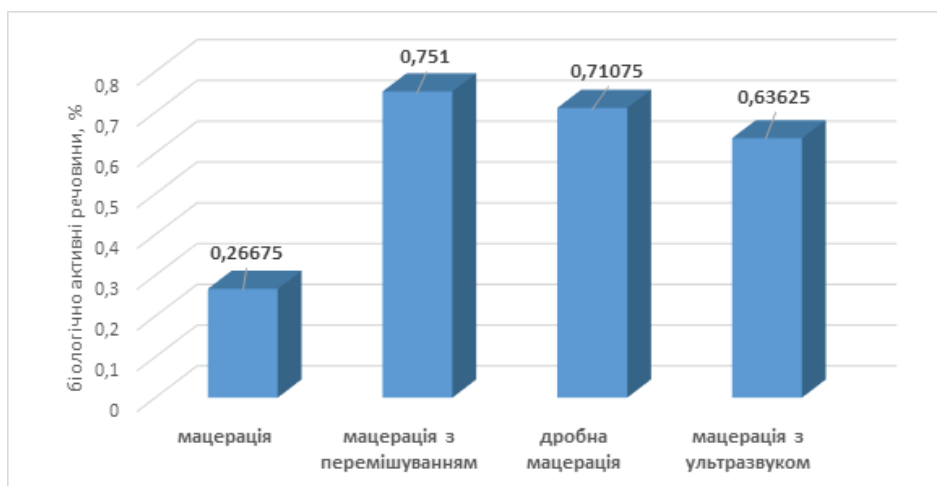


Рис. 1. Вплив методу екстрагування на вилучення БАР з розхідника звичайного трави

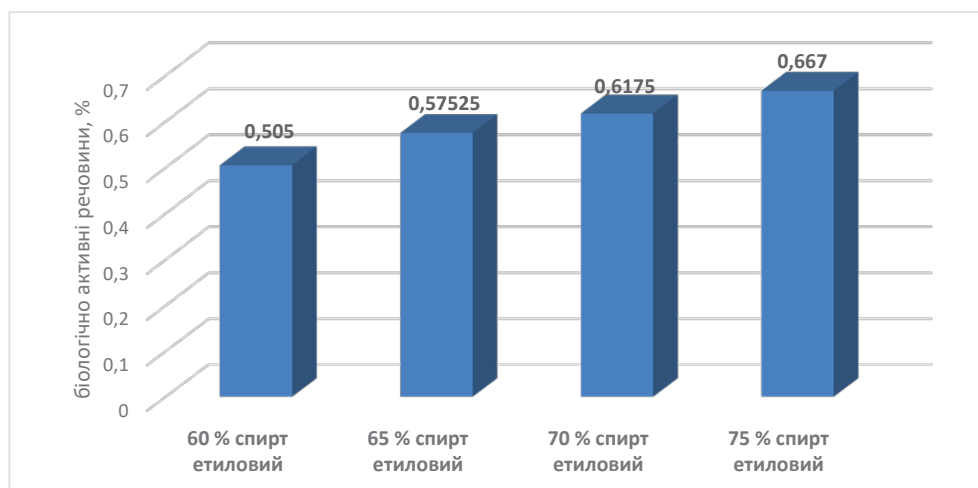


Рис. 2. Вплив екстрагенту на вилучення БАР з розхідника звичайного трави

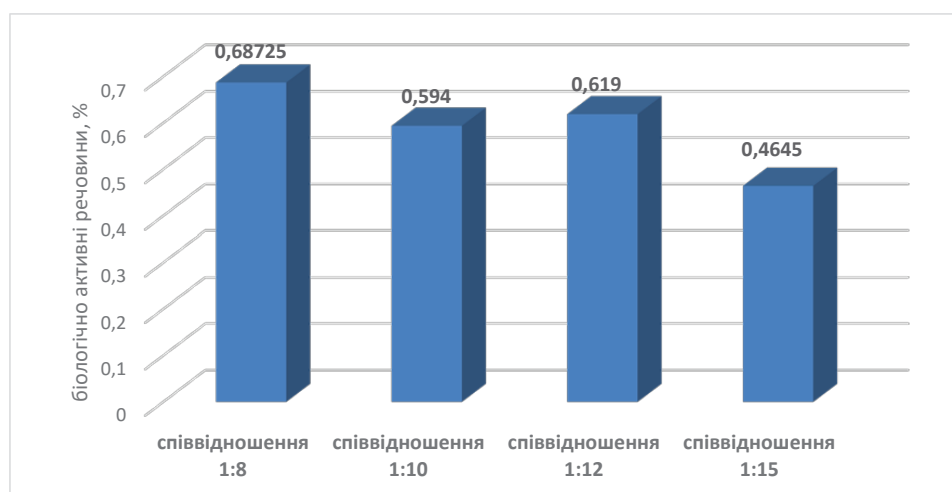


Рис. 3. Вплив співвідношення сировина : екстрагент на вилучення БАР з розхідника звичайного трави

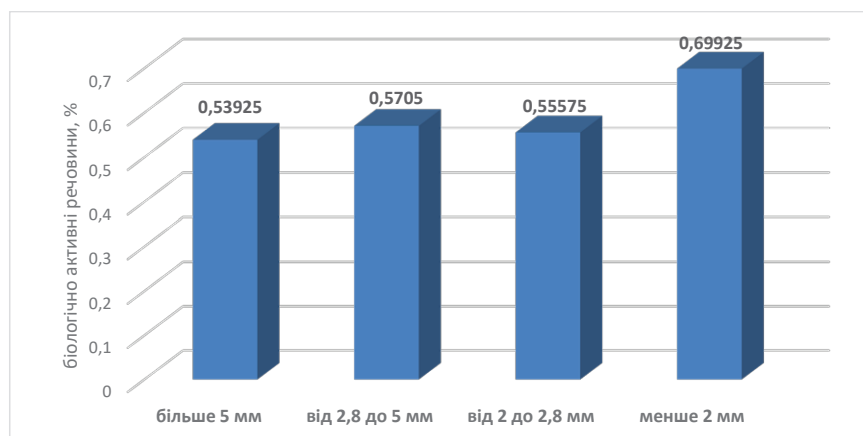


Рис. 4. Вплив подрібнення сировини на вилучення БАР з розхідника звичайного трави

сировина : екстрагент на вилучення діючих речовин з розхідника звичайного трави.

2. Експериментально встановлено, що для вилучення екстрактивних речовин найкраще підходить метод мацерації з УЗ 75% етанолом у разі розміру часточок сировини від 2 до 2,8 мм.

3. Максимальному вилученню суми фенольних сполук сприяє метод екстрагування – мацерація з перемішуванням, 75% етанолом за співвідношення сировина : екстрагент 1 : 8 та подрібнення сировини 1–2 мм.

4. Найбільший вміст флавоноїдів у фітосубстанції отримали у разі мацерації з УЗ та мацерації з перемішуванням, 65% та 70% етанолом у разі подрібнення сировини менше 2 мм у співвідношенні сировина : екстрагент 1:10.

5. На підставі функції бажаності встановлено, що максимальне вилучення суми фенольних сполук, флавоноїдів та екстрактивних речовин забезпечується шляхом екстрагування методом мацерації з перемішуванням, 75% етанолом у разі подрібнення сировини менше 2 мм, у співвідношенні сировина : екстрагент 1 : 8.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Від легенди до сучасного наукового обґрунтування використання рослин у виробництві функціональних харчових продуктів – фітоконцентратів «Еко-мед» / В. С. Пилипчук, О. М. Гриценко, І. В. Моспан, Н. М. Постоєнко, В. К. Виборнова. *Фітотерапія*. 2013. № 4. С. 37–40. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fch_2014_4_7.

2. Карга А. О., Козир Г. Р. Обґрунтування доцільності створення фітосубстанції на основі розхідника звичайного трави. *Здобутки клінічної та експериментальної медицини* : матеріали підсумкової LXVII наук.-практ. конф. (Тернопіль, 13–14 черв. 2024 р.). Тернопіль : ТНМУ, 2024. С. 175–176.

3. Дослідження ліпофільної фракції трави розхідника звичайного / Марчишин С. М., Гарник М. С. *Фармацевтичний журнал*. 2011. № 6. С. 99–103. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pharmazh_2011_6_1.

4. Лікарські рослини, трави, дикороси. Розхідник звичайний. URL: <https://www.facebook.com/ekomed.com.ua/photos/a.1672908846263994/2256920554529484/?type=3>.

5. Козир Г. Р. Технологічні аспекти отримання екстракту з квіток хризантеми садової сорту Пекто-

раль / Г. Р. Козир, Ю. В. Каріна. *Медична та клінічна хімія*. 2021. № 1. С. 68–74. DOI: <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681X.2021.i1.12110>.

6. Vasenda M. Research of technological factors on the extraction process of bas from walnut membranes / M. Vasenda, Yu. Plaskonis, G. Kozyr, L. Stoyko, I. Berdey. *Наука и инновации*, № 1. 2018. С. 80–88. Душанбе (Таджикистан).

7. Марчишин С. М. Обґрунтування вибору екстрагента для вилучення комплексу біологічно активних речовин з катрану серцелисто листків і коренів / С. М. Марчишин, О. Я. Скринчук, М. М. Васенда, І. С. Дахим, О. Л. Демидяк. *Фітотерапія. Часопис*. 2021. № 4. С. 66–69. DOI: 10.33617/2522-9680-2021-4-66; URL: <https://phytotherapy.vernadskyjournals.in.ua/journal/2021/4/13.pdf>.

8. Марчишин С. М. Дослідження впливу природи екстрагенту на вилучення біологічно активних речовин із трави котятих лапок дводомних / С. М. Марчишин, Р. Ю. Басараба, М. М. Васенда, Л. В. Гусак. *Фітотерапія*. 2018. № 1. С. 49–52. URL: <https://phytotherapy.vernadskyjournals.in.ua/journal/2018/1/13.pdf>.

9. Державна Фармакопея України : в 3 т. Державне підприємство «Український науковий фарма-

копейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Харків : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

10. Математичне планування експерименту при проведенні наукових досліджень в фармації / Грошовий Т. А., Марценюк В. П., Кучеренко Л. І. Тернопіль : ТДМУ, 2008. 368 с.

REFERENCES

1. Pylypchuk, V.S., Hrytsenko, O.M., Mospan, I.V., Postoienco, N.M., & Vybornoova, V.K. (2013). Vid lehendy do suchasnoho naukovooho obhruntuvannia vykorystannia roslin u vyrobnytstvi funktsionalnykh kharchovykh produktiv – fitokoncentrativ «Ekomed» [From Legend to Modern Scientific Justification of Using Plants in the Production of Functional Food Products – Phytoconcentrates “Ekomed”]. *Fitoterapiia – Phytotherapy*, (4), 37-40. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fch_2014_4_7 [in Ukrainian].
2. Karga, A.O., & Kozyr, H.R. (2024). Obhruntuvannia dotsilnosti stvorennia fitosubstansii na osnovi roskhidnyka zvychainoho travy [Justification of the Feasibility of Creating a Phytosubstance Based on Common Knotgrass Herb]. *Zdobutky klinichnoi ta eksperymentalnoi medytsyny – Achievements of Clinical and Experimental Medicine*, 175-176 [in Ukrainian].
3. Marchyshyn, S.M., & Harnyk, M.S. (2011). Doslidzhennia lipofilnoi fraktsii travy roskhidnyka zvychainoho [Study of the Lipophilic Fraction of Common Knotgrass Herb]. *Farmatsevtichnyi zhurnal – Pharmaceutical Journal*, (6), 99-103. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pharmazh_2011_6_1 [in Ukrainian].
4. Likarski roslyny, travy, dykorusy. Roskhidnyk zvychainyi [Medicinal Plants, Herbs, Wild Plants. Common Knotgrass]. (n.d.). Retrieved from: <https://www.facebook.com/ekomed.com.ua/photos/a.1672908846263994/2256920554529484/?type=3> [in Ukrainian].
5. Kozyr, H.R., & Karina, Yu.V. (2021). Tekhnologichni aspekty otrymannia ekstraktu z kvitok khryzantemy sadovoi sortu Pektoral [Technological Aspects of Extracting from Flowers of Garden Chrysanthemum of Pectoral Variety]. *Medychna ta klinichna khimiia – Medical and Clinical Chemistry*, (1), 68-74. <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681X.2021.i1.12110> [in Ukrainian].
6. Vasenda, M., Plaskonis, Yu., Kozyr, H., Stoiko, L., & Berdey, I. (2018). Research of technological factors on the extraction process of BAS from walnut membranes. *Nauka i innovatsii – Science and Innovations*, (1), 80-88. Dushanbe (Tajikistan) [in English].
7. Marchyshyn, S.M., Skrynychuk, O.Ya., Vasenda, M.M., Dakhym, I.S., & Demydiak, O.L. (2021). Obhruntuvannia vyboru ekstrakhta dlia vyluchennia kompleksu biolohichno aktyvnykh rehovyn z katranu sertselystoho lystkiv i koreniv [Justification of Extractant Selection for the Isolation of Biologically Active Compounds from Leaves and Roots of Heart-Shaped Crambe]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, (4), 66-69. <https://doi.org/10.33617/2522-9680-2021-4-66> [in Ukrainian].
8. Marchyshyn, S.M., Basaraba, R.Yu., Vasenda, M.M., & Husak, L.V. (2018). Doslidzhennia vplyvu pryrody ekstrakhta na vyluchennia biolohichno aktyvnykh rehovyn iz travy kotichaykh lapok dvodomnykh [Study of the Effect of Extractant Type on the Extraction of Biologically Active Compounds from Diocious Cat's Paws Herb]. *Fitoterapiia – Phytotherapy*, (1), 49-52. Retrieved from: <https://phytotherapy.vernadskyjournals.in.ua/journal/2018/1/13.pdf> [in Ukrainian].
9. Derzhavna Farmakopeia Ukrainy: v 3 t. (2-e vyd.). (2014). [State Pharmacopoeia of Ukraine: In 3 vols. (2nd ed.)]. Kharkiv: Derzhavne pidpriemstvo „Ukrainskyi naukovyi farmakopeinyi tsentr yakosti likarskykh zasobiv” [in Ukrainian].
10. Hroshovyi, T.A., Martseniuk, V.P., & Kucherenko, L.I. (2008). Matematychnе planuvannia eksperymentu pry provedenni naukovykh doslidzhen u farmatsii [Mathematical Planning of Experiments in Pharmaceutical Research]. Ternopil: TDMU [in Ukrainian].

Адреса для листування: kozyr@tdmu.edu.ua

G.R. Kozyr, O.M. Barna, Yu. Yu. Plaskonis, A.O. Karga
I. HORBACHEVSKY TERNOPIL NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY

STUDY OF THE INFLUENCE OF PHARMACEUTICAL FACTORS ON THE EFFICIENCY OF EXTRACTION FROM A GROUND-IVY HERB

Summary

Introduction. Medicinal plant raw materials are an inexhaustible source of natural biologically active substances, therefore the study of new plant types and the creation of herbal medicines based on them is a relevant topic of scientific research.

The Aim of the Study – is to study the influence of technological factors on the efficiency of extraction and recovery of biologically active substances from the ground-ivy herb.

Research Methods. The objects of the research were extracts from ground-ivy herb obtained by maceration, maceration with stirring, fractional maceration and maceration with ultrasound. The quantitative content of the sum of phenolic compounds was determined by the spectrophotometric method in terms of gallic acid, the amount of flavonoids was determined by the spectrophotometric method in terms of rutin.

Results and Discussion. The influence of factors such as extraction method, extractant concentration, degree of grinding of raw materials, raw materials: extractant ratio on the extraction of biologically active substances (extractive substances, flavonoids, phenolic compounds) from the ground-ivy herb was studied.

Conclusions. Based on the conducted research, the influence of such technological factors as: the type of extraction, the nature and concentration of the extractant, the degree of grinding and the ratio of raw material: extractant on the extraction of active substances from the ground-ivy herb. Based on the desirability function, it was established that the maximum extraction of the sum of phenolic compounds, flavonoids and extractive substances is ensured by extraction using the maceration method with stirring, 75% ethanol when grinding the raw material to less than 2 mm at a ratio of raw material: extractant of 1:8.

KEY WORDS: **ground-ivy herb; biologically active substances; pharmaceutical factors; extraction.**