

UDK 615.014:615.322.451.1:582.683.2:581.43/.45

Svitlana MARCHYSHYN

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Head of the Department of Pharmacognosy with Medical Botany, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (svitlanafarm@ukr.net)

ORCID: 0000-0001-9585-1251**SCOPUS:** 6507637943**Liliia BUDNIAK**

PhD, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Pharmacy Management, Economics and Technology, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (stoyko_li@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-4869-1344**SCOPUS:** 57211323941**Liudmyla SLOBODIANIUK**

PhD, Associate Professor, Department of Pharmacognosy with Medical Botany, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (husaklv@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-0400-1305**SCOPUS:** 57211311669**Olha SKRYNCHUK**

PhD (philosophiae doctor), Assistant of the Department of Pharmacy, Bukovinian State Medical University, Teatralnaya Square, 2, Chernivtsi, Ukraine, 58000 (vasylsynchuk@bsmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0001-6498-3497**SCOPUS:** 57208184460**Roksolana BASARABA**

PhD (Pharmacy), Senior Lecturer Department of Pharmacy, Bukovinian State Medical University, Teatralnaya Square 2, Chernivtsi, Ukraine, 58000 (roksishka1@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-0799-7718**SCOPUS:** 57219297035**Mariana VASENDA**

PhD (Pharmacy), Associate Professor of the Department of Pharmacy Management, Economics and Technology, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (vasenda@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-1548-0145**SCOPUS:** 57221110498

To cite this article: Marchyshyn S., Budniak L., Slobodianiuk L., Skrynychuk O., Basaraba R., Vasenda M. (2024). Vybir optymalnoho ekstahenta dlia vyluchennia biolohichno aktyvnykh spoluk iz katranu koktebel'skoho lystkiv ta koreniv [Selection of an optimal extractant for the extraction of biologically active compounds from koktebel katran leaves and roots]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 2, 147–153, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-2-147>

SELECTION OF AN OPTIMAL EXTRACTANT FOR THE EXTRACTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS FROM KOKTEBEL KATRAN LEAVES AND ROOTS

Actuality. In order to develop new, effective medicines, substances of natural origin are attracting attention. An important stage in the extraction of plant substances is extraction, which is determined by the general laws of mass transfer, plant cell properties, physicochemical affinity of the extractant and biologically active substances to be extracted.

Koktebel katran (*Crambe Koktebelica* (Junge) N. Busch), belonging to the genus *Crambe* L. of the cabbage family (Brassicaceae), is a promising but insufficiently studied plant. According to scientific literature, this plant has antimicrobial properties and is a source of natural antioxidants.

In Ukraine, Koktebel katran was introduced into culture by scientists from the Department of Cultural Flora of the M.M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv).

The aim of the study was to experimentally investigate the effect of the studied extractants on the extraction of a complex of biologically active substances: the sum of hydroxycinnamic acids, the sum of flavonoids and the sum of phenolic compounds from Koktebel katran leaves and roots.

***Material and methods.** The raw materials of Koktebel katran were harvested at the experimental plots of the Department of Cultural Flora of the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine in Kyiv. The material for the study was extracts obtained from the leaves and roots of Koktebel katran by extracting with the following extractants: purified water; 40 %, 50 %, 60 % and 70 % ethanol.*

When determining the optimal extractant for obtaining extracts from Koktebel katran leaves and roots, the yield of the sum of phenolic compounds, the sum of hydroxycinnamic acids and the sum of flavonoids, which were determined by the spectrophotometric method, was considered as the evaluation criterion. The extracts were obtained by maceration with periodic stirring.

***Results and discussion.** The influence of the nature of the extractant on the extraction of a certain group of BAS (sum of hydroxycinnamic acids, sum of flavonoids, sum of phenolic compounds) from the leaves and roots of Koktebel katran was determined. It has been established that the highest content of the studied groups of biologically active substances (BAS) in Koktebel katran leaves and roots belongs to the sum of phenolic compounds, and the best extractant that extracts the maximum amount of BAS is 70 % and 60 % ethanol solution, respectively.*

***Conclusion.** The regularity of the yield of the sum of hydroxycinnamic acids, the sum of flavonoids and the sum of phenolic compounds depending on the nature of the extractant in the preparation of extracts from Koktebel katran leaves and roots was studied. The optimal extractant for the extraction of the total complex of bioactive substances from Koktebel katran leaves and roots was selected, which is a 70 % and 60 % ethanol solution, respectively. It was found that the content of the studied bioactive substances in the extract from Koktebel katran leaves is significantly higher than in the extract from Koktebel katran roots.*

***Key words:** Koktebel katran, leaves, roots, hydroxycinnamic acids, flavonoids, phenolic compounds.*

Світлана МАРЧИШИН

доктор фармацевтичних наук, професор, завідувач кафедри фармакогнозії з медичною ботанікою, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, Майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 (svitlanafarm@ukr.net)

***ORCID:** 0000-0001-9585-1251*

***SCOPUS:** 57410602600*

Лілія БУДНЯК

кандидат фармацевтичних наук, доцент, доцент кафедри управління та економіки фармації з технологією ліків, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, Майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 (stoyko_li@tdmu.edu.ua)

***ORCID:** 0000-0002-4869-1344*

***SCOPUS:** 57211323941*

Людмила СЛОБОДЯНЮК

кандидат фармацевтичних наук, доцент, доцент закладу вищої освіти кафедри фармакогнозії з медичною ботанікою, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, Майдан Волі 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 (husaklv@tdmu.edu.ua)

***ORCID:** 0000-0002-0400-1305*

***SCOPUS:** 57211311669*

Ольга СКРИНЧУК

доктор філософії, асистент кафедри фармації, Буковинський державний медичний університет, Театральна площа, 2, м. Чернівці, Україна, 58000 (vasylunchuk@bsmu.edu.ua)

***ORCID:** 0000-0001-6498-3497*

***SCOPUS:** 57208184460*

Роксолана БАСАРАБА

кандидат фармацевтичних наук, старший викладач кафедри фармації, Буковинський державний медичний університет, Театральна площа, 2, м. Чернівці, Україна, 58000 (roksishka1@gmail.com)

***ORCID:** 0000-0002-0799-7718*

***SCOPUS:** 57219297035*

Мар'яна ВАСЕНДА

кандидат фармацевтичних наук, доцент кафедри управління та економіки фармації з технологією ліків, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, вул. Глибока, 19а, м. Тернопіль, Україна, 46001 (vasenda@tdmu.edu.ua)

***ORCID:** 0000-0002-1548-0145*

***SCOPUS:** 57221110498*

Бібліографічний опис статті: Марчишин С., Будняк Л., Слободянюк Л., Скринчук О., Басараба Р., Васенда М. (2024). Вибір оптимального екстрагента для вилучення біологічно активних сполук із катрану коктебельського листків та коренів. *Фітотерапія. Часопис*, 2, 147–153, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-2-147>

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ЕКСТРАГЕНТА ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПЛУК ІЗ КАТРАНУ КОКТЕБЕЛЬСЬКОГО ЛИСТКІВ ТА КОРЕНІВ

Актуальність. З метою розробки нових, ефективних лікарських засобів увагу до себе привертають субстанції природного походження. Важливою стадією отримання рослинних субстанцій є екстрагування, яке зумовлене загальними законами масообміну, властивостями рослинної клітини, фізико-хімічною спорідненістю екстрагенту та біологічно активних речовин, які вилучаються.

Катран коктебельський (*Crambe Koktebelica* (Junge) N. Busch), який належить до роду Катран (*Crambe* L.) родини капустяні (*Brassicaceae*), є перспективною, але недостатньо вивченою рослиною. За даними джерел наукової літератури, ця рослина проявляє антимікробні властивості та є джерелом природних антиоксидантів.

В Україні катран коктебельський введено в культуру науковцями відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ).

Мета дослідження – експериментальним шляхом вивчити вплив досліджуваних екстрагентів на вилучення комплексу біологічно активних речовин: суми гідроксикоричних кислот, суми флавоноїдів і суми фенольних сполук із катрану коктебельського листків та коренів.

Матеріали та методи дослідження. Сировину катрану коктебельського заготовляли на дослідних ділянках відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України в Києві. Матеріалом для досліджень були витяжки, одержані з листків і з коренів катрану коктебельського шляхом екстрагування такими екстрагентами, як вода очищена, 40 %, 50 %, 60 % та 70 % етанол.

Під час встановлення оптимального екстрагента для отримання витяжок з катрану коктебельського листків і коренів критерієм оцінювання вважали вихід суми фенольних сполук, суми гідроксикоричних кислот та суми флавоноїдів, які визначали спектрофотометричним методом. Витяжки отримували мацерацією з періодичним перемішуванням.

Результати дослідження та їх обговорення. Визначено вплив природи екстрагента на вилучення певної групи БАР (суми гідроксикоричних кислот, суми флавоноїдів, суми фенольних сполук) із листків та з коренів катрану коктебельського. Встановлено, що найбільший вміст із досліджуваних груп біологічно активних речовин (БАР) у катрану коктебельського листках і коренях належить сумі фенольних сполук, а найкращим екстрагентом, який вилучає максимальну кількість БАР, є 70 % і 60 % розчин етанолу відповідно.

Висновок. Досліджено закономірність виходу суми гідроксикоричних кислот, суми флавоноїдів і суми фенольних сполук залежно від природи екстрагента при одержанні витяжок з катрану коктебельського листків та коренів. Дібрано оптимальний екстрагент для вилучення сумарного комплексу БАР із катрану коктебельського листків та коренів, яким є 70 % і 60 % розчин етанолу відповідно. Встановлено, що у витяжці з катрану коктебельського листків вміст досліджуваних БАР значно вищий, ніж у витяжці з катрану коктебельського коренів.

Ключові слова: катран коктебельський, листки, корені, гідроксикоричні кислоти, флавоноїди, фенольні сполуки.

Introduction. Actuality. In order to develop new, effective medicines, substances of natural origin are attracting attention. This is due to the fact that with the correct dosage, herbal remedies are affordable, characterized by low toxicity, easy absorption by the human body, the possibility of long-term use without the risk of side effects, mildness and reliability of action (Vyshnevskaya, 2008; Shostak, 2014; Budniak, 2021 a, b).

An important stage in the production of plant substances is extraction, which is determined by the general laws of mass transfer, plant cell properties, physicochemical affinity of the extractant and biologically active substances to be extracted (Shostak, 2014; Krvavych, 2016; Degtyareva, 2016).

An insufficiently studied but promising plant is the Koktebel khatran (*Crambe Koktebelica* (Junge) N. Busch) belonging to the genus *Crambe* L., family *Brassicaceae* (Prina, 2009). It is an annual or biennial herbaceous semi-rossette plant, a narrow-range endemic found in the

Karadazh mountain range near the village of Koktebel and on the coast of Koktebel Bay. Plants grow either singly or in small groups. However, studies by A. A. Ena refute the endemicity of this species (Prina, 2009; Ilyinska, 2007).

In Ukraine, Koktebel khatran was introduced into culture by scientists from the Department of Cultural Flora of the M. M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv) (Catalogue, 2015; Vergun, 2018).

According to scientific literature, this plant has antimicrobial properties and is a source of natural antioxidants (Pushkarova, 2016; Skrynychuk, 2019; Marchyshyn, 2020; Slobodianiuk, 2021).

The aim of the study. To study experimentally the effect of the studied extractants on the extraction of a complex of biologically active substances (BAS): the sum of hydroxycinnamic acids, the sum of flavonoids and the sum of phenolic compounds from Koktebel khatran leaves and roots.

Materials and methods. The leaves and roots of Koktebel katran were used for the study, which were harvested in the experimental plots of the Department of Cultural Flora of the M. M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine in Kyiv, and the following extractants: purified water, 40 %, 50 %, 60 % and 70 % water-ethanol solutions. The plant material was air-dried at room temperature (25°C) and stored in paper bags in a dry place (Slobodianiuk, 2022).

Water-ethanol and aqueous extracts were obtained by maceration with periodic stirring. The ratio of raw material: extractant was 1:10. When extracting biologically active substances (BAS) from Koktebel katran, the roots were left to infuse with the extractant for seven days; when extracting BAS from Koktebel katran leaves, the extraction time was reduced to three days.

The obtained extracts were filtered through a paper filter and condensed in a rotary evaporator at a temperature of 50–60 °C.

In determining the optimal extractant, the evaluation criterion was the yield of the sum of phenolic compounds, the sum of hydroxycinnamic acids and the sum of flavonoids, the quantitative content of which was determined by the spectrophotometric method using a UV-1800 Shimadzu spectrophotometer (Japan).

The quantitative content of the total flavonoids was determined in terms of rutin at a wavelength of 415 nm in a cuvette with a layer thickness of 10 mm; the total hydroxycinnamic acids – at a wavelength of 327 nm in terms of chlorogenic acid; the total phenolic compounds – at a wavelength of 270 nm

in terms of gallic acid (DFU, 2015; Fedosov, 2018; Savich, 2020).

Results and discussion. According to the data obtained, the highest content of the studied BAS in the leaves of Koktebel katran belongs to phenolic compounds, which were on average 4.84 and 6.75 times higher compared to hydroxycinnamic acids and flavonoids, respectively.

Fig. 1 shows the dependence of the extraction of the sum of phenolic compounds on the nature of the extractant from the leaves of Koktebel katran. It was found that the maximum yield of the sum of phenolic compounds is provided by a 60 % ethanol solution – 24.98 %.

When extracted with 70 % and 50 % ethanol solutions, 23.02 % and 22.46 % of the total phenolic compounds, respectively, are transferred to the extract. The smallest amount of the studied compounds was extracted using 40 % ethanol (21.52 %) and purified water (19.49 %).

Analyzing the effect of different extractants on the extraction of hydroxycinnamic acids from Koktebel katran (fig. 2), the following results were observed: extraction with 70 % ethanol solution allowed to extract the largest amount of these substances – 6.31 %. A significant amount of the sum of hydroxycinnamic acids (5.42 %) was also extracted with 40 % ethanol solution. When extracted with 50 % and 60 % ethanol, the amount of the studied substances was 4.97 % and 4.84 %, respectively. The lowest yield of hydroxycinnamic acids, which amounted to 1.5 %, was obtained by extraction with purified water.

Fig. 3 shows the results of the effect of the nature of the extractant on the extraction of the total flavonoids from

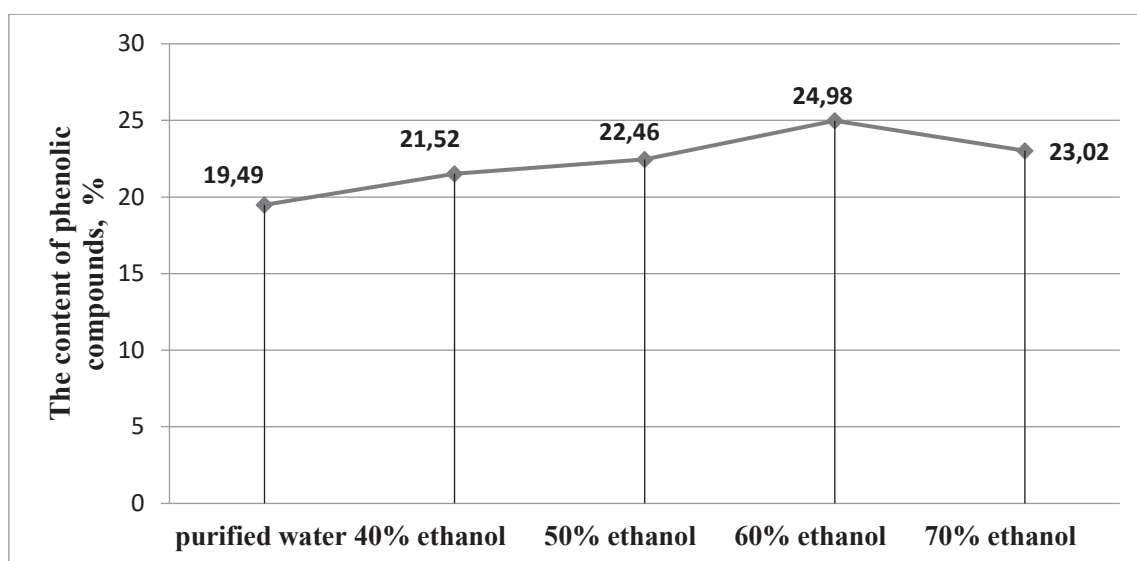


Fig. 1. Influence of the nature of the extractant on the extraction of total phenolic compounds from Koktebel katran leaves

Koktebel katran. Thus, the highest yield of total flavonoids (4.60 %) from Koktebel katran was observed in extracts obtained using 70 % ethanol solution. A good result was also obtained when using 50 % (3.99 %) and 60 % (3.39 %) ethanol. When extracted with a 40 % ethanol solution, 3.23 % of the total flavonoids were transferred to the extract. Purified water extracted the least amount of these substances (1.3 %).

We also studied the effect of the nature of the extractant on the extraction of the complex of bioactive substances from the roots of this medicinal plant. The analysis of the data obtained showed that the quantitative content of the studied bioactive substances in the roots of Koktebel katran was lower than in the leaves. Thus, the content of the sum of phenolic compounds in

the leaves of Koktebel katran was 3.5 times higher than in the roots, the sum of hydroxycinnamic acids – 5.7 times, the sum of flavonoids – 13.1 times. The results of the quantitative content of extracted BAS from Koktebel katran roots depending on the nature of the extractant are shown in fig. 4.

According to the results shown in fig. 4, we state that the highest content of extracted BAS in Koktebel katran roots belongs to the sum of phenolic compounds, the highest yield of which is provided by the use of 40 % (6.6 %) and 60 % (6.51 %) ethanol. A good result is also obtained when using 70 % and 50 % ethanol. The least amount of the studied substances was extracted with purified water (6.06 %).

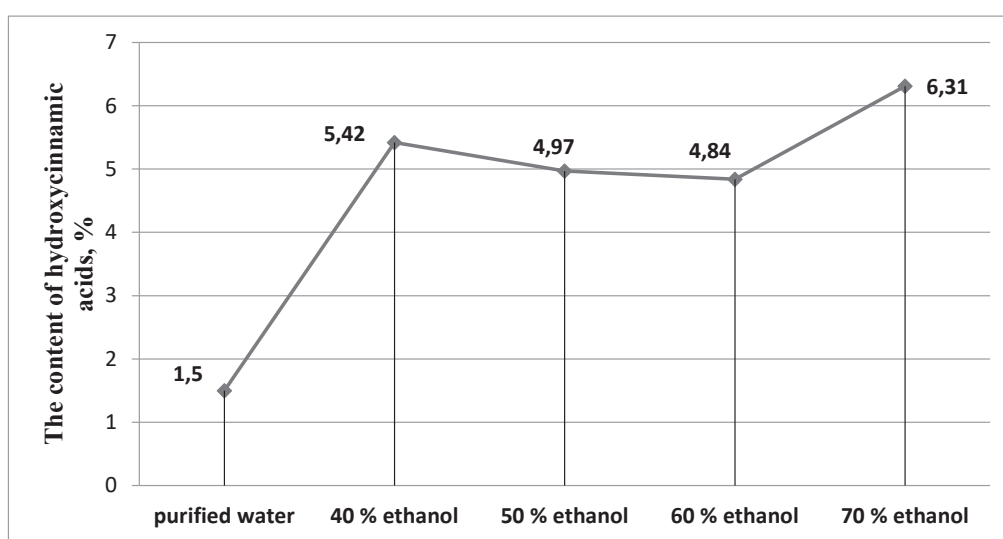


Fig. 2. Influence of the nature of the extractant on the extraction of hydroxycinnamic acids from Koktebel katran leaves

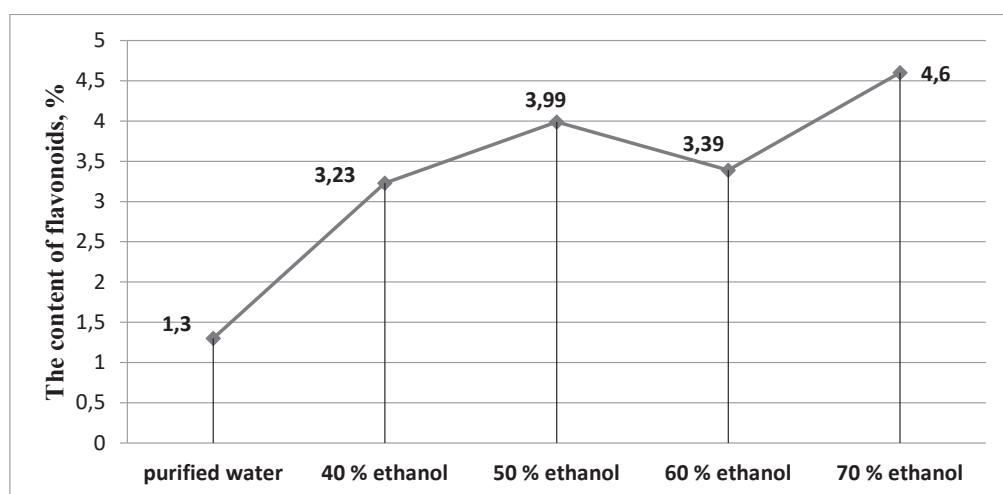


Fig. 3. Influence of the nature of the extractant on the extraction of total flavonoids from Koktebel katran leaves

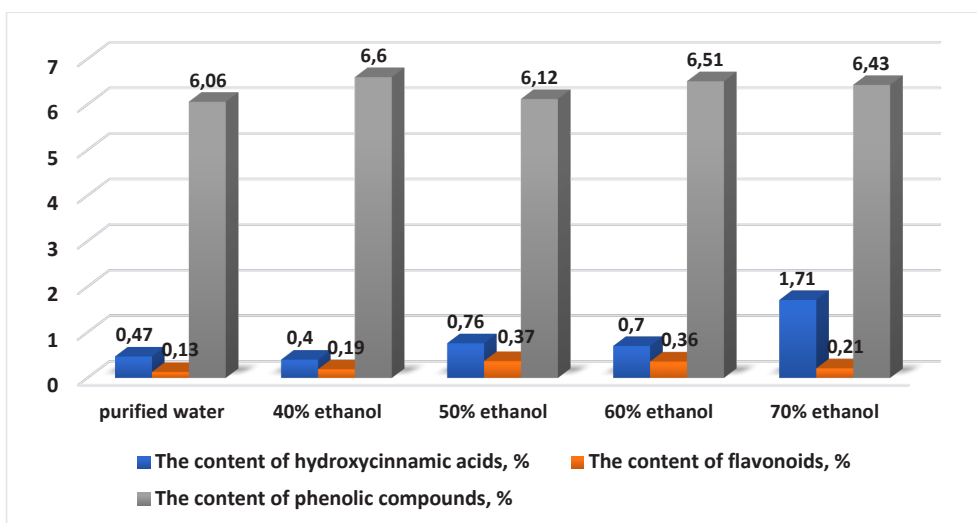


Fig. 4. The effect of the nature of the extractant on the extraction of bioactive substances (sum of hydroxycinnamic acids, sum of flavonoids and sum of phenolic compounds) from kатran of Koktebel roots

When extracting the total hydroxycinnamic acids, the best extractant was a 70 % ethanol solution, which extracted 1.71 % of these substances from the roots. The use of 50 % and 60 % ethanol extracted 0.76 % and 0.7 % of the total hydroxycinnamic acids, respectively. The least amount of hydroxycinnamic acids was transferred to the extract when using purified water and 40 % ethanol.

The highest total amount of flavonoids was extracted from Koktebel kатran roots with 50 % (0.37 %) and 60 % (0.36 %) ethanol. When using 70 % and 40 % ethanol, 0.21 % and 0.19 % of the flavonoids, respectively, were transferred to the extract. The smallest amount of the studied substances was extracted when using purified water.

Conclusion

1. The yield of the sum of hydroxycinnamic acids, the sum of flavonoids and the sum of phenolic compounds from Koktebel kатran leaves and roots was determined depending on the nature of the extractant (purified water, 40 %, 50 %, 60 %, 70 % ethanol).

2. It has been proved that the content of the sum of the studied substances in Koktebel kатran leaves is much higher than in the roots.

3. The optimal extractant for the extraction of a complex of biologically active substances from Koktebel kатran leaves and roots was selected, which is 70 % and 60 % ethanol, respectively.

BIBLIOGRAPHY

- Вишневецька Л. І. Технологічні дослідження лікарської рослинної сировини та її композицій у створенні нових препаратів. *Вісник фармації*. 2008. № 4. С. 33–38.
- Шостак Т. А., Калинюк Т. Г., Гудзь Н. І. Особливості фармацевтичної розробки рослинних препаратів. *Фітотерапія. Часопис*. 2014. № 4. С. 77–82.
- Determination of polysaccharides in *Gentiana cruciata* L. herb / L. Budniak, L. Slobodianiuk, S. Marchyshyn, P. Ilashchuk. *Pharmacologyonline*. 2021a. № 2. P. 1473-1479.
- Determination of carbohydrates in burnet saxifrage (*Pimpinella saxifraga* L.) / L. Budniak, L. Slobodianiuk, S. Marchyshyn, E. Parashchuk *Pharmacologyonline*. 2021b. № 2. P. 1374-1382.
- Кравич А. С. Екстрагування біологічно активних речовин з біомаси *Gladiolus Imbricatus*, культивованої в умовах *in vitro* : дис. ... канд. тех. наук : 05.17.08. Національний університет «Львівська політехніка». Львів. 2016. С. 159.
- Дегтярєва К. О., Горлачова В. І. Експериментальні дослідження з вибору оптимального екстрагенту для визначення вмісту біологічно активних речовин в ЛРС. Зб. наук. праць співробіт. НМАПО імені П. Л. Шупика, 2016. С. 332–336.
- Prina A. O. Taxonomic review of the genus *Crambe* sect. *Crambe* (*Brassicaceae*, *Brassicaceae*). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 2009. Vol. 66, № 1. P. 7–24.
- Львівська А. П., Дідух Я. П., Бровдій В. М. *Crambe koktebelica* – катран коктебельський. *Екофлора України*. Київ : Фітосоціоцентр, 2007. Т. 5. С. 148–149.
- Каталог рослин відділу нових культур / Відп. ред. Д. Б. Рахметов. Київ : Фітосоціоцентр, 2015. 112 с.
- The accumulation of nutrients in under-ground parts of plants of the genus *Crambe* L. spp. / O. M. Vergun, D. B. Rakhmetov, O. V. Shymanska, V. V. Fishchenko. *Інтродукція рослин*. 2018. № 2. С. 3–11.
- Pushkarova N. O., Kalista M. S., Kharkhota M. A. Biotechnological approaches for conservation of the endangered species *Crambe koktebelica* (Junge) N. Busch and effect of aseptic *in vitro* cultivation on its biochemical properties. *Biotechnologia Acta*. 2016. № 4. P. 19–27.
- Скринчук О. Я., Марчишин С. М., Будняк Л. І. Порівняльний аналіз летких сполук катрану серцелистого і катрану коктебельського листків. *Медицина та клінічна хімія*. 2019. Т. 21, № 2 С. 79–84.

Investigation of phenolic compounds of the leaves of *Crambe cordifolia* Steven and *Crambe koktebelica* (Junge) N. / S. Marchyshyn, O. Skrynchuk, L. Budniak, L. Mosula. *The Pharma Innovation Journal*. 2020. № 9 (1). P. 14–17

HPLC analysis of amino acids content in *Crambe cordifolia* and *Crambe koktebelica* leaves original article / L. Slobodianiuk, L. Budniak, S. Marchyshyn, O. Skrynchuk, V. Kudria. *Int J App Pharm*. Vol 13, Issue 4. 2021. P. 111–116

Quantitative analysis of fatty acids and monosaccharides composition in *Chamerion angustifolium* L. by GC/MS method / L. Slobodianiuk, L. Budniak, H. Feshchenko, A. Sverstiuk, Y. Palaniza. *Pharmacia*. 2022. № 69 (1). P. 167–174. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.69.e76687>

Державна Фармакопея України : в 3 т. / 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.

Федосов А. І., Кисличенко В. С., Новосел О. М. Визначення кількісного вмісту суми фенольних сполук в артишоку суцвіттях, часнику листі та цибулинах. *Медична та клінічна хімія*. 2018. Т. 20. № 1. С. 100–104.

Савич А. О., Марчишин С. М., Кравчук Л. О. Дослідження якісного складу та кількісного вмісту флавоноїдів у зборах антидіабетичних № 3 і № 4 методом ВЕРХ. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2020. Т. 13, № 2 (33). С. 219–224.

REFERENCES

Vyshnevskaya, L.I. (2008). Tekhnologichni doslidzhennia likarskoi roslynnoi syrovyny ta yii kompozitsii u stvorenni novykh preparativ [Technological research of medicinal plants raw materials and their compositions in the creation of new drugs]. *Herald of pharmacy*, 4, 33–38 [in Ukrainian].

Shostak, T.A., Kalynyuk, T.G., & Gudzyk, N.I. (2014). Osoblyvosti farmatsevtichnoi rozrobky roslynnykh preparativ [Peculiarities of pharmaceutical development of herbal preparations]. *Phytotherapy Journal*, 4, 77–82 [in Ukrainian].

Budniak, L., Slobodianiuk, L., Marchyshyn, S., Ilashchuk, P. (2021a) Determination of polysaccharides in *Gentiana cruciata* L. herb. *Pharmacologyonline*, 2, 1473–1479.

Budniak, L., Slobodianiuk, L., Marchyshyn, S., Parashchuk, E. (2021b) Determination of carbohydrates in burnet saxifrage (*Pimpinella saxifraga* L.). *Pharmacologyonline*, 2, 1374–1382.

Krvavych, A.S. (2016). Extraction of biologically active substances from the biomass of *Gladiolus imbricatus* cultivated in vitro: candidate's thesis: 05.17.08. Lviv: Lviv Polytechnic National University.

Degtiareva, K.O., & Horlachova, V.I. (2016). Eksperymentalni doslidzhennia z vyboru optymalnoho ekstrakcentu dlia vyznachennia vmistu biolohichno aktyvnykh rehovyn v LRS [Experimental studies on the selection of the optimal extractant for determining the content of biologically active substances in LRS]. *Coll. of science works of cooperation NMAPO named after P. L. Shupyk*, 332–336 [in Ukrainian].

Prina, A.O. (2009). Taxonomic review of the genus *Crambe* sect. *Crambe* (Brassicaceae, Brassicaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 66 (1), 7–24.

Ilyinska, A.P., Didukh, Y.P., Brovdiy, V.M. (2007). *Crambe koktebelica* – katan koktebel'skyi [Crambe koktebelica – Koktebelian katan]. *Ecoflora of Ukraine*. Kyiv: Fitosociotsentr, 5, 148–149 [in Ukrainian].

Rakhmetov, D.B. (ed.) (2015). *Kataloh roslyn viddilu novykh kultur* [Catalog of plants of the Department of New Crops]. Kyiv: Fitosociotsentr, 112 [in Ukrainian].

Vergun, O.M., Rakhmetov, D.B., Shymanska, O.V., & Fishchenko, V.V. (2018). The accumulation of nutrients in under-ground parts of plants of the genus *Crambe* L. *Introduction of plants*, 2, 3–11.

Pushkarova, N.O., Kalista, M.S., & Kharkhota, M.A. (2016). Biotechnological approaches for conservation of the endangered species *Crambe koktebelica* (Junge) N. Busch and effect of aseptic *in vitro* cultivation on its biochemical properties. *Biotechnologia Acta*, 4, 19–27.

Skrynchuk, O.Ya., Marchyshyn, S.M., & Budniak, L.I. (2019). Porivnialnyi analiz letkykh spolk katranu sertselystoho i katranu koktebel'skoho lystkiv [Comparative analysis of volatile compounds of heart-leaved tar and koktebel leaf tar]. *Medical and clinical chemistry*, 21 (2), 79–84 [in Ukrainian].

Marchyshyn, S., Skrynchuk, O., Budniak, L., & Mosula, L. (2020). Investigation of phenolic compounds of the leaves of *Crambe cordifolia* Steven and *Crambe koktebelica* (Junge) N. *The Pharma Innovation Journal*, 9 (1), 14–17.

Slobodianiuk, L., Budniak, L., Marchyshyn, S., Skrynchuk, O., & Kudria, V. (2021). HPLC analysis of amino acids content in *Crambe cordifolia* and *Crambe koktebelica* leaves original article. *Int. J. App. Pharm.*, 13 (4), 111–116.

Quantitative analysis of fatty acids and monosaccharides composition in *Chamerion angustifolium* L. by GC/MS method / L. Slobodianiuk, L. Budniak, H. Feshchenko, A. Sverstiuk, Y. Palaniza. *Pharmacia*. 2022. № 69 (1). P. 167–174. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.69.e76687>

(2015). State Pharmacopoeia of Ukraine: in 3 volumes. SE «Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicinal Products». 2nd ed., T. 1. Kh.: Derzh. Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicinal Products, 1128.

Fedosov, A.I., Kyslychenko, V.S., Novosel, O.M. (2018). Vyznachennia kilkisnoho vmistu sumy fenolnykh spolk v artyshoku sutsvittiah, chasnyku lysti ta tsybulynakh [Determination of the quantitative content of the sum of phenolic compounds in artichoke inflorescences, garlic leaves and bulbs]. *Medical and clinical chemistry*, 20 (1), 100–104 (in Ukrainian).

Savych, A.O., Marchyshyn, S.M., Kravchuk, L.O. (2020). Doslidzhennia yakisnoho skladu ta kilkisnoho vmistu flavonoidiv u zborakh antydiabetychnykh № 3 i № 4 metodom VERKh [Investigation of the qualitative composition and quantitative content of flavonoids in collections of antidiabetic No. 3 and No. 4 by HPLC]. *Current issues of pharmaceutical and medical science and practice*, 13 (2(33)), 219–224 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 29.03.2024.

Стаття прийнята до друку 06.05.2024.

Contribution of the authors: none.

Contribution of the authors:

Marchyshyn S. – idea, study design, revision of the article;

Budnyak L. – collection and analysis of literature, participation in writing the article;

Slobodianiuk L. – collection and analysis of literature, participation in writing the article;

Vasenda M. – participation in writing the article, conclusions;

Skrynchuk O. – collection and analysis of literature, participation in writing the article;

Basaraba R. – participation in writing the article, abstracts.

E-mail address for correspondence with the authors:

marchyshyn@tdmu.edu.ua