

ДОСЛІДЖЕННЯ ВУГЛЕВОДНОГО СКЛАДУ СВЕРБІЖНИЦІ ПОЛЬОВОЇ ТРАВИ

Владислав Бурлака, Інна Владимірова,
Ольга Михайленко

Національний фармацевтичний університет України

Вступ

Сучасні медичні та фармацевтичні фахівці з науковою та прикладною зацікавленістю ставляться до застосування лікарської рослинної сировини (ЛРС) та лікарських засобів рослинного походження (ЛЗРП) на її основі у медичній практиці. Терапевтичний потенціал лікарських рослин вважається досить потужним фізіологічним методом профілактики виникнення та лікування захворювань, який впливає на нормалізацію обмінних процесів та відновлення функціональних можливостей організму. Якість лікарських засобів рослинного походження визначається одним із найважливіших факторів: якістю лікарської рослинної сировини. Відповідно до міжнародних принципів процес стандартизації ЛРС стосується трьох основних фармакопейних дефініцій та має відповідати на основні питання щодо ідентичності, чистоти та вмісту біологічно активних речовин (БАР) [18].

Стандартизація ЛРС – це кількісне визначення в ній активних речовин, які безпосередньо зумовлюють прояв фармакологічної та терапевтичної дії. Однією з рослин України, використання якої рекомендується для лікування широкого кола різних захворювань, є свербіжниця польова (*Knautia arvensis* (L.) Coult. родини *Caprifoliaceae* Juss.) – багаторічна трав'яниста євразійська рослина, широко поширена майже по всій Європі, зокрема в Україні, зустрічається у районах північно-західної Африки та Азії [1, 4, 6, 9, 16, 19, 21, 22].

Рослину традиційно використовують як антисептичний, протизапальний, відхаркувальний, інсектицидний засіб. Зовнішньо вона широко застосовується в дерматологічній практиці [2, 12].

У сучасній доступній науковій літературі недостатньо вірогідної інформації щодо накопичення певних груп БАР та їх дослідження у свербіжниці польової трави. Вивчення цих груп має особливе значення, тому що фармакологічна дія ЛРС пов'язана з наявністю конкретних органічних сполук, що містяться в рослинній сировині лікарських рослин. Необхідно мати впевненість у наявності в ЛРС таких сполук, адже від цього залежить не тільки лікувальний ефект, але й загальна характеристика лікарської рослини (ЛР) [11].

Серед великого різноманіття природних БАР особливе місце займають вуглеводи та їх похідні. Вони побудовані, в основному, з карбону, гідрогену та кисню і складають основну масу органічних речовин Землі. Вуглеводи відіграють ключову роль у формуванні питомої маси рослинного організму, у рослинах найбільшу кількість вуглеводів складають полісахариди, які є біополімерами вуглеводів [3, 12]. Цей клас БАР відіграє значну роль у біорегуляції рослин і виявляє широкий спектр фармакологічної активності: антисептичну,

відхаркувальну, протизапальну, послаблюючу, гіпоглікемічну, протипухлинну, імуномодулювальну, гіпохолестеринемічну [3, 12, 20, 23, 24].

Ідентифікація та дослідження кількісного вмісту полісахаридів (ПС) свербіжниці польової трави є доцільним та актуальним напрямком досліджень у зв'язку з тим, що дані сполуки, окрім специфічної фармакологічної активності, також впливають на розвиток полікомпонентного фармакологічного ефекту ЛЗРП.

Мета

Порівняльне визначення кількісного вмісту фракцій полісахаридів у свербіжниці польової трави: водорозчинних полісахаридів (ВРПС), пектинових речовин (ПР), а також геміцелюлоз (ГЦ) А та ГЦ Б з різних локацій зростання – Харківської та Вінницької областей та ідентифікація і визначення кількісного вмісту моносахаридного складу кожної з полісахаридних фракцій.

До завдань дослідження належать виділення полісахаридних фракцій, їх очищення, оцінка мономерного складу фракцій після кислотного гідролізу і визначення їх кількісного вмісту.

Матеріали та методи

Об'єктами дослідження була свербіжниця польової трава, яку заготовляли на територіях Харківської і Вінницької областей на початку цвітіння (травень-червень 2025 року). Сушіння сировини здійснювали повітряно-тіньовим способом за температури не вище ніж 25 °С.

З метою виділення фракцій водорозчинних полісахаридів (ВРПС), пектинових речовин (ПР), геміцелюлоз А і Б (ГЦ А і ГЦ Б) з полісахаридного комплексу свербіжниці польової трави нами була застосована методика Бейлі, за якою розчинниками різної природи проводилася послідовна фракційна екстракція полісахаридів з однієї наважки досліджуваної сировини. Визначення вмісту кожної фракції проводили гравіметричним методом [10].

Першим етапом при визначенні фракцій полісахаридів у ЛРС, було її подрібнення до розміру часток 2 мм та знежирення хлороформом у апараті Сокслета до знебарвлення розчинника. Наступний етап – екстрагування висушеного шроту 70% етанолом при кімнатній температурі у співвідношенні сировина-екстрагент (1:10) протягом 2 год. Екстракцію повторювали ще раз тим же екстрагентом для видалення супутніх речовин фенольної природи [5, 25].

З метою виділення водорозчинних полісахаридів (ВРПС) використовували висушений шрот сировини, що залишився після екстракції і видалення супутніх фенольних сполук. 100 г повітряно-сухого шроту екстрагували 1 л гарячої води при нагріванні до 95°С протягом 1 год при постійному перемішуванні. Повторне вилучення ВРПС проводили ще двічі за співвідношенням сировина-екстрагент 1:10. Рослинний матеріал відфільтровували, а об'єднані водні витяжки випарювали до 1/5 початкового об'єму. Полісахариди осаджували триразовим (стосовно вилучення) об'ємом 96% етанолу за кімнатної температури. Щільний осад, що випав, відфільтровували, промивали 96% етанолом,

етилацетатом, потім висушували до постійної маси і зважували. Результати дослідження наведено у табл. 1.

Наступним етапом проводили виділення фракції ПР. Зі шроту, що залишився після отримання ВРПС, виділяли пектинові речовини. Для цього використовували суміш 0,5% розчину кислоти щавлевої та 0,5% розчину амонію оксалату у співвідношенні 1:1 та у співвідношенні 1:20 до сировини за температури 70-80 °С протягом 2 год. Екстракцію проводили двічі, після цього екстракти об'єднували, концентрували та ПР осаджували триразовим об'ємом 96% етанолу за кімнатної температури. Одержаний осад відфільтровували, промивали етанолом, етилацетатом, висушували до постійної маси та зважували. Результати дослідження наведено у табл. 1.

Шрот, що залишився після виділення пектинових речовин, заливали п'ятикратним об'ємом 10% розчину натрію гідроксиду і залишали при кімнатній температурі на 12 год., при додаванні кислоти оцтової льодяної утворився осад ГЦ А, який відфільтровували, висушували та зважували. До фільтрату додавали дворазовий об'єм 96% етанолу, при цьому утворювався осад ГЦ Б, який промивали етанолом, висушували і зважували. Результати дослідження наведено у табл. 1.

Для встановлення мономерного складу ВРПС, ПР, ГЦ А і ГЦ Б проводили їх гідроліз кислотою сульфатною (1 моль/л) при температурі 100-105°C протягом 6 год (для ВРПС), 24 год (для ПР) і 48 год (для ГЦ А і ГЦ Б). Гідроліз полісахаридів з утворенням мономерів підтверджували реактивом Фелінга. Поділ та ідентифікацію нейтральних моносахаридів здійснювали методом висхідної паперової хроматографії, застосовуючи як рухому фазу: н-бутанол - піридин - вода (6:4:3) паралельно зі стандартними зразками нейтральних моносахаридів (1% водні розчини галактози, глюкози, рамнози, фруктози, арабінози). Насичували камеру протягом 30 хв., хроматографували близько 2 год. Хроматограму висушували на повітрі до відсутності запахів розчинників і ідентифікацію моносахаридів проводили детектуючим реагентом - розчином анілінфталату, нагріваючи хроматограму до температури прояву 100°C, тривалість прояву 10-15 хв.

Розподіл кислих моносахаридів здійснювали з використанням рухомої фази етилацетат-кислота мурашина-вода-кислота оцтова (18:1:4:3). Визначення кількісного вмісту моносахаридів у гідролізатах полісахаридних фракцій проводили денситометрично, за допомогою денситометра серії SORBFIL, оснащеного програмним забезпеченням «Sorbfil TLC View», після хроматографії їх у тонкому шарі сорбенту (ТШХ) паралельно зі стандартними зразками моносахаридів.

Вивчення мономерного складу фракцій полісахаридного профілю свербіжниць польової трави підтверджували також хроматографічно, використовуючи газорідну хромато-мас-спектрометричну систему Agilent 6890N/5973inert (Agilent technologies, USA) у наступних умовах: – колонка капілярна HP-5ms (30m×0,25mm×0,25mkm, Agilent technologies, США); – температура випаровувача – 250 °С; – температура інтерфейсу – 280 °С; – пробу об'ємом 1 мкл, вводили в режимі поділу потоку 1:50; – детектування проводили в режимі SCAN в діапазоні (38–400 m/z); – швидкість потоку газу носія через колонку 1,2 мл/хв. Ідентифікацію проводили за часом утримування стандартів моносахаридів та з використанням бібліотеки мас-спектрів NIST 08. Результати дослідження наведені у табл. 2 [7, 8, 13, 14, 15, 17].

Визначення кількісного вмісту моносахаридів проводили у трьох повторностях. Статистична обробка даних проведена з використанням критерію Ст'юдента та однофакторного дисперсійного аналізу за ДФУ 2.0.

Результати та їх обговорення

Попереднім фітохімічним аналізом досліджуваних зразків рослинної сировини встановлено наявність в них вуглеводів і полісахаридів [3].

З двох зразків свербіжниць польової трави були виділені полісахаридні фракції – ВРПС, ПР, ГЦ А і ГЦ Б. Результати визначення кількісного вмісту полісахаридних фракцій представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Кількісний вміст полісахаридних фракцій свербіжниць польової трави двох локацій зростання

Фракція полісахаридів	Вміст фракції полісахаридів у свербіжниць польової трави (у перерахунку на абсолютно суху сировину), %	
	Локація - Харківська область	Локація - Вінницька область
ВРПС	6,12±0,08	6,54±0,12
ПР	8,07±0,12	8,77±0,06
ГЦ А	4,66±0,10	5,04±0,11
ГЦ Б	3,91±0,08	3,83±0,06

Порівнюючи отримані експериментальні дані, можна вважати, що кількісний вміст полісахаридних фракцій у сировині свербіжниць польової трави з двох локалітетів збору подібний. Аналіз, проведений гравіметричним методом, показав домінування в досліджуваних видах сировини пектинових речовин (ПР).

ВРПС, що були виділені зі свербіжниць польової трави зразків і Харківської, і Вінницької областей, являли

собою аморфні порошки сіруватого кольору, без запаху, які добре розчинялися у воді, при цьому утворювали опалесцентний розчин (рН 1% водного розчину знаходився в межах 5-6); розчинялися також у водних розчинах кислот та лугів і не розчинялися в органічних розчинниках. Полісахаридні комплекси ВРПС давали позитивні реакції: осадження (з 96% етанолом спостерігали появу пластинчастих згустків, які з часом випадали в осад) та з

реактивом Фелінга після кислотного гідролізу (поєва цеглисто-червоного осаду свідчила про наявність відновлюваних цукрів).

ПР, екстраговані з двох видів досліджуваної сировини були аморфними порошками світло-сірого кольору, без запаху, добре розчинні у воді з утворенням в'язких розчинів (рН 1% водного розчину знаходився в межах 3-4) і нерозчинні в органічних розчинниках. Водні розчини пектинових речовин давали позитивну реакцію при взаємодії з 1% розчином алюмінію сульфату (осад з утворенням пектатів).

Геміцелюлози (ГЦ А і ГЦ Б) являли собою аморфні порошки жовтувато-коричневого кольору, добре розчинні у воді та у розчині натрію гідроксиду.

Усі виділені та висушені фракції являли собою гігроскопічні аморфні порошки різних відтінків, які добре розчинялися у воді.

Методом хроматографії на папері паралельно зі стандартними зразками цукрів у досліджуваному комплексі ВРПС після гідролізу ідентифікували нейтральні: глюкозу, арабінозу, галактозу, рамнозу і кислоти: галактуронову та глюкуронову кислоти. Арабіноза і

глюкоза з нейтральних цукрів домінували у комплексі ВРПС, з кислих – глюкуронова кислота. Зони цукрів виявлялися у вигляді червоних плям різних відтінків. Rf: галактози (0,28), глюкози (0,36), арабінози (0,62), рамнози (0,70).

У виділених ПР виявлено нейтральні моносахариди – арабінозу, ксилозу, глюкозу, галактозу і кислоти - галактуронову кислоту. Але, слід зазначити, що основним домінуючим моносахаридом у фракції ПР була галактуронова кислота.

У гідролізатах ГЦ А та ГЦ Б виявлено нейтральні моносахариди: глюкозу, галактозу, ксилозу, арабінозу. Переважним моносахаридом у фракціях ГЦ А та ГЦ Б була ксилоза, що вказує на наявність полісахаридів типу ксилану.

Денситометрично в гідролізатах полісахаридних комплексів було встановлено кількісний вміст моносахаридів. Результати дослідження якісного складу і кількісного вмісту моносахаридів полісахаридних комплексів з двох видів сировини представлені в табл. 2.

Таблиця 2. Моносахаридний склад і кількісний вміст полісахаридних фракцій свербіжниці польової трави

Фракції ПС	Моносахаридний склад, % до полісахаридної фракції						
	Глюкоза	Ксилоза	Рамноза	Арабіноза	Галактоза	Глюкуронова кислота	Галактуронова кислота
ВРПС (1)	8,3	-	7,6	8,8	3,0	6,3	2,0
ВРПС (2)	8,0	-	7,3	8,6	2,9	6,0	1,8
ПР (1)	2,7	6,4	-	6,9	0,9	-	74,0
ПР (2)	2,4	6,2	-	6,8	0,7	-	72,9
ГЦ А (1)	5,4	13,7	-	4,3	1,9	-	-
ГЦ А (2)	5,1	13,4	-	4,1	1,7	-	-
ГЦ Б (1)	1,9	16,0	-	6,2	3,7	-	-
ГЦ Б (2)	1,7	15,7	-	6,1	3,4	-	-

Примітка: 1 – зразок свербіжниці польової трави з Вінницької області; 2 – з Харківської області.

Отже, з результатів табл. 2 робимо висновок, що доброякісність ЛРС безпосередньо корелює і з хімічним складом фракцій ПС, що необхідно обов'язково враховувати при розробці нової лікарської форми.

У результаті проведених досліджень свербіжниці польової трави різних локацій збору вперше було виділено полісахаридні комплекси за фракціями, виявлено їх мономерний склад та визначено кількісний вміст.

Результати проведених досліджень підтвердили дані наукової літератури стосовно наявності ПС у водних витяжках зі свербіжниці польової трави, а експериментальні дані дали змогу отримати та вивчити як якісний склад, так і кількісний вміст полісахаридного комплексу свербіжниці польової трави за фракціями.

Висновки

1. У результаті проведених досліджень вперше виділено різні фракції з полісахаридного комплексу свербіжниці польової трави: ВРПС, ПР, ГЦ А та ГЦ Б з полісахаридного комплексу свербіжниці польової трави. Встановлено їх моносахаридний якісний склад та визначено кількісний вміст.

2. Серед фракцій у полісахаридному комплексі свербіжниці польової трави домінують фракції ПР, вміст яких складає $8,77 \pm 0,06\%$ (для зразка з Вінницької області і $8,07 \pm 0,12\%$ (для зразка з Харківської області).

3. Отримані результати щодо фракційного складу полісахаридного комплексу свербіжниці польової трави будуть використані при розробці методик контролю якості на лікарську рослинну сировину та субстанції на її основі.

4. Отримані результати свідчать про перспективність застосування у медичній практиці свербіжниці польової трави.

Перспективи подальших досліджень. Отримані експериментальні дані дають змогу оцінити фармакогностичний потенціал свербіжниці польової (*Knautia arvensis* (L.) Coult.) трави, що відкриває можливість для її подальшого застосування у фармацевтичній розробці.

Фінансування: фінансування проведено за рахунок авторів.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Study of the *Knautia arvensis* herb carbohydrate composition

Vladuslav Burlaka, Inna Vladymyrova, Olha Mykhailenko

Introduction. *Knautia arvensis* is a perennial Eurasian medicinal plant widely distributed in Europe, Ukraine, also found in regions of northwestern Africa and Asia. The identification and investigation of the quantitative content of polysaccharides (PS) in *Knautia arvensis* herb represent a relevant and timely research direction. **Objective.** Comparative determination of the quantitative content of polysaccharide fractions in *Knautia arvensis* herb, including water-soluble polysaccharides (WSPs), pectic substances (PS), and hemicelluloses (HC) A and B from different growth locations—Kharkiv and Vinnytsia regions—and identification and quantification of the monosaccharide composition of each polysaccharide fraction are the main aims of the study.

Materials and methods. The object of the study was the aerial parts of *Knautia arvensis*, which were harvested in the Kharkiv and Vinnytsia regions at the beginning of the flowering stage (May–June 2025). The plant raw material was dried using an air-shade method at a temperature not exceeding 25 C. **Results and discussion.** As a result of the conducted studies, polysaccharide complexes of *Knautia arvensis* herb from different collection sites were fractionated for the first time.

Their monomeric composition was identified. Their quantitative content was determined. **Conclusions.** Among the polysaccharide complex fractions of *Knautia arvensis* herb, the pectic substance (PS) fractions predominate, with a content of $8.77 \pm 0.06\%$ (for the sample from Vinnytsia Region) and $8.07 \pm 0.12\%$ (for the sample from Kharkiv Region). The obtained results on the fractional composition of the polysaccharide complex of *Knautia arvensis* herb will be used in the development of quality control methods for the medicinal plant raw material and the substances derived from it. The obtained results indicate the potential of *Knautia arvensis* herb for use in medical practice.

Keywords: *Knautia arvensis* herb, water-soluble polysaccharides (WSPs), pectic substances (PS), hemicelluloses (HC) A and B, phytochemical analysis, qualitative monosaccharide composition, quantitative content.

References

1. Aykurt C, Gülben M, Günaydin S et al. The Sect. *Tricherooides* in the genus *Knautia* (*Caprifoliaceae*) is more complex than known: an unusual new species from Türkiye. *Turkish Journal of Botany*. 2024. 48(3). 135-144. <https://doi.org/10.55730/1300-008X.2802>
2. Benalaya I, Alves G, Lopes J, Silva LR. A review of natural polysaccharides: sources, characteristics, properties, food, and pharmaceutical applications. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. 25(2). 1322. <https://doi.org/10.3390/ijms25021322>
3. Burlaka VO, Vladimirova IM. Identification of carbohydrates in field grass. *Pharmaceutical technologies, standardization and quality assurance of medicines: materials of the II Internet conference with international participation* (May 22, 2025, Kharkiv). Kharkiv: NUPh, 2025. 135–136.

<https://drive.google.com/file/d/1tTPv-Fngx0UDAwfQ3LrfKqioweYgyovQ/view>

4. Busmann RW, Paniagua-Zambrana NY, Khutsishvili M, Kikvidze Z. *Knautia arvensis* (L.) Coult. *Caprifoliaceae*. Ethnobotany of the Caucasus. Ethnobotany of Mountain Regions. Cham: Springer, 2025. 3215-3219. https://doi.org/10.1007/978-3-031-91369-3_356
5. Dubel NI, Grytskyk LM, Grytskyk AR. The study of the polysaccharide composition of the herb of *Alchemilla* L. genus species growing in the territory of the Precarpathian region. *News of pharmacy*. 2022. 2(104). 7-13. <https://doi.org/10.24959/nphj.22.93>
6. Fedorochuk MM. Checklist of the flora of Ukraine. 7: families *Caprifoliaceae* s. l. (incl. *Dipsacaceae*, *Linnaeaceae*, *Valerianaceae*), *Viburnaceae* s. l. (incl. *Adoxaceae*, *Sambucaceae*) (*Dipsacales*, *Angiosperms*) and *Lythraceae* (incl. *Punicaceae*, *Trapaceae*), *Onagraceae*, *Myrtaceae* (*Myrtales*, *Angiosperms*). *Black Sea Botanical Journal*. 2023. 19(3). 243–271. <https://doi.org/10.32999/ksu1990-553X/2023-19-3-1>
7. Huzio N., Grytskyk A., Slobodianiuk L. Determination of carbohydrates in *Agrimonia eupatoria* L. herb. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2020. 6 (28). 35–40. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2020.221661>
8. Iosypenko O, Kyslychenko V. Study of the monosaccharide composition of vegetable marrow leaves by the GC/MS method and determination of their antimicrobial activity. *Annals of Mechnikov's Institute*. 2022. 3. 32-37. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7070973>
9. Karalija E, Muratović E, Tarkowski P, Zeljković SĆ. Variation in phenolic composition of *Knautia arvensis* in correlation with geographic area and plant organ. *Natural Product Communications*. 2017. 12(4). 1934578X1701200421. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1934578X1701200421>
10. Kolisnyk S, Khanin V, Umarov U, Koretnik O. Study of the monosaccharide composition of water-soluble polysaccharide complexes and pectic substances of *Pimpinella anisum* herbs. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2020. 3(25). 33–38. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2020.206776>
11. Kopyt'ko YF, Dargaeva TD, Rendyuk TD. Composition of the field scabious (*Knautia arvensis* L.). *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2020. 54(7). 725-733. <https://doi.org/10.1007/s11094-020-02263-2>
12. Lovegrove A, Edwards CH, De Noni I et al. Role of polysaccharides in food, digestion, and health. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2017. 57 (2). 237–253. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.939263>
13. Marchyshyn S, Budniak L, Slobodianiuk L, Ivasiuk I. Determination of carbohydrates and fructans content in *Cyperus esculentus* L. *Pharmacia*. 2021. 68(1). 211-216. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.68.e54762>
14. Marchyshyn SM, Demydiak OL, Dakhim IS et al. Research of polysaccharide complexes from *Asteraceae* family plants. *ScienceRise. Pharmaceutical Sciences*. 2015. 10(4). 31-36. <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2015.52002>
15. Marchyshyn S, Polonets O, Savych A, Nakonechna S. Determination of carbohydrates of *Chrysanthemum morifolium* L. leaves and flowers by GC-MS. *Pharmaceutiki Journal*. 2020.32(4). 202-212. <https://lnk.ua/ANDKLDJVx>

16. Movsumov IS, Yusifova JY. Component Composition and Biological Properties of The Plants from *Dipsacaceae* Family. *News of the National Academy of Sciences of Azerbaijan*. 2015. 70(2). 113-120. <https://surl.li/bxhaly>
17. Slobodianiuk L, Budniak L, Marchyshyn S et al. Analysis of carbohydrates in *Saponaria officinalis* L. using GC/MS method. *Pharmacia*. 2021. 68. 339-345. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.68.e62691>
18. State Pharmacopoeia of Ukraine: in 3 volumes / SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for Quality of Medicinal Products". 2nd ed. Kharkiv: SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for Quality of Medicines". 2015. 1. 1130 p.
19. Tsymbalyuk ZM, Bezusko LG, Nitsenko LM. Pollen morphology of species of the genus *Knautia* (*Dipsacaceae*) in Ukraine: an assessment for taxonomy and spore-pollen analysis. *Ukr. Bot. J*. 2018. 75(3). 248-259. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.03.248>
20. Tudu M, Samanta A. Natural polysaccharides: Chemical properties and application in pharmaceutical formulations. *European Polymer Journal*. 2023. 184. 111801. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2022.111801>
21. Tunçkol B, Aksoy N, Yaşacak H. *Knautia arvensis* (*Caprifoliaceae*), a new record for the flora of Turkey. *Botanikai Közlemények*. 2021. 108(1). 85-90. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2021.108.1.85>
22. Varga, S, Soulsbury CD, John EA. Biological flora of Britain and Ireland: *Knautia arvensis*. *Journal of Ecology*. 2022. 110(8). 1970-1992. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13938>
23. Xu BW, Li SS, Ding WL et al. From structure to function: A comprehensive overview of polysaccharide roles and applications. *Food Frontiers*. 2025. 6(1). 15-39. <https://doi.org/10.1002/fft2.490>
24. Yang W, Zhao P, Li X et al. The potential roles of natural plant polysaccharides in inflammatory bowel disease: A review. *Carbohydrate polymers*. 2022. 277. 118821. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118821>
25. Zotchenko LO, Kislichenko VS. Study of carbohydrate contents in raw materials of some *Elsholtzia* Willd. genus species. *Annals of the Mechnikov Institute*. 2022. 1. 85-89. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6350433>

АВТОРСЬКА ДОВІДКА

Бурлака Владислав Олександрович / Burlaka Vladyslav
<https://orcid.org/0009-0001-5112-6880>

Владимирова Інна Миколаївна / Vladymyrova Inna
<https://orcid.org/0000-0002-4846-8839>

Михайленко Ольга Олександрівна / Mykhailenko Olha
<https://orcid.org/0000-0003-3822-8409>

Отримано: 05.02.2026

Рецензовано: 22.02.2026

Прийнято до друку: 10.03.2026