

©Л. В. Слободянюк<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0400-1305>

©С. М. Марчишин<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9585-1251>

©І. М. Івасюк<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3653-7945>

©М. О. Когут<sup>1</sup> [galyuk\\_marole@tdmu.edu.ua](mailto:galyuk_marole@tdmu.edu.ua)

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України<sup>1</sup>,

Тернопіль, Україна

Івано-Франківський національний медичний університет<sup>2</sup>,

Івано-Франківськ, Україна

## ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ФЛАВОНОЇДІВ У ТРАВІ *GERBERA HYBRIDA*

**РЕЗЮМЕ.** Флавоноїди є одним з класів рослинних поліфенолів, які мають широкий спектр біологічної дії. Основна роль у механізмі дії флавоноїдів належить їх антиоксидантним властивостям, їх здатності гальмувати вільнорадикальні процеси перекисного окиснення ліпідів, з цим пов'язують важливу роль флавоноїдів у профілактиці серцево-судинних та онкологічних захворювань, а також їх радіопротекторні властивості. Тому пошук нових лікарських рослин із високим вмістом флавоноїдів є актуальним завданням сучасної фармації. Враховуючи те, що у наукових публікаціях відомостей про вміст біологічно активних речовин гербери гібридної недостатньо, актуальним є дослідження флавоноїдів у траві досліджуваного об'єкта.

**Мета** – провести визначення індивідуальних компонентів флавоноїдів та кількісний вміст суми флавоноїдів у траві гербери гібридної.

**Матеріал і методи.** Матеріалом для досліджень була трава гербери гібридної, яку заготовляли на території Тернопільської області. Методом ВЕРХ визначали індивідуальні компоненти флавоноїдів на рідинному хроматографі Agilent Technologies 1200. Кількісний вміст суми флавоноїдів визначали спектрофотометричним методом, на спектрофотометрі Lambda 25 UV (Perkin Elmer, USA).

**Результати.** Методом ВЕРХ встановлено вісім індивідуальних компонентів флавоноїдів, серед яких рутин (1403,08 мкг/г), фізетин (429,80 мкг/г), кверцетин (135,72 мкг/г), лютеолін (306,39 мкг/г), нарингенін (185,08 мкг/г), апігенін (637,46 мкг/г), рамнетин (574,50 мкг/г) та кастицин (7,69 мкг/г). Загальний кількісний вміст суми флавоноїдів, визначений спектрофотометричним методом, у траві досліджуваної рослини становив  $4,15 \pm 0,02$  %.

**Висновки.** Визначено індивідуальні компоненти флавоноїдів у траві гербери гібридної методом ВЕРХ. Встановлено, що серед індивідуальних компонентів флавоноїдів найбільший вміст становили рутин (1403,08 мкг/г) та апігенін (637,46 мкг/г). Встановлено, що гербери гібридної трава містить значну кількість суми флавоноїдів – 4,15 %. Отримані результати свідчать про перспективність подальших поглиблених фітохімічних досліджень біологічно активних речовин трави гербери гібридної.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** гербера гібридна; *Gerbera hybrida*; флавоноїди; ВЕРХ; спектрофотометричний метод.

**Вступ.** Флавоноїди є одними з класів рослинних поліфенолів, які мають широкий спектр біологічної дії. Основна роль у механізмі дії флавоноїдів належить їх антиоксидантним властивостям, їх здатності гальмувати вільнорадикальні процеси перекисного окиснення ліпідів, з цим пов'язують важливу роль флавоноїдів у профілактиці серцево-судинних та онкологічних захворювань, а також їх радіопротекторні властивості. Завдяки антиоксидантним властивостям флавоноїдів знижується ризик розвитку онкологічних захворювань, які виникають у результаті хімічного та радіаційного впливу на організм людини [1]. Це група рослинних речовин, які, потрапляючи до організму людини з їжею, впливають на активність багатьох ферментів та широко використовуються як у традиційній, так і в доказовій медицині в якості рослинних лікарських засобів [2].

З кожним роком зростає інтерес вчених до вказаних сполук, тому що вони проявляють такі важливі властивості, як антиоксидантна, протипухлинна, судинозміцнювальна, протизапальна, гепатопротекторна, нейропротекторна, радіопротекторна тощо [3].

Гербера (*Gerbera hybrida*) – багаторічна трав'яниста рослина родини айстрові, яка широко використовується як декоративна у ландшафтному дизайні. Гербера надзвичайно популярна рослина і, враховуючи наявність різноманітних кольорів квіток, вона є цікавою для дослідження біосинтезу антоціанів. У більшості видів рослин кольори квіток бувають від червоного до синього кольору, що є результатом різних гілок шляху біосинтезу антоціанів [4].

Аналіз доступних нам джерел літератури показав, що фармакогностичне вивчення *Gerbera hybrida* є недостатнім.

**Метою** нашої роботи було визначити якісний склад і встановити кількісний вміст флавоноїдів у траві гербери гібридної.

**Матеріал і методи дослідження.** Об'єктом вивчення була трава гербери гібридної, яку заготовляли на території Тернопільської області у 2024 році.

Визначення індивідуальних компонентів флавоноїдів проводили методом ВЕРХ на рідинному хроматографі Agilent Technologies 1200.

В якості рухомої фази для визначення флавоноїдів використовували ацетонітрил (А) та 0,1 % розчин мурашиної кислоти в воді (В).

Елюювання проводили в градієнтному режимі: 0 хв – А (5 %) : В (95 %); 20 хв – А (30 %) : В (70 %); 30 хв – А (60 %) : В (40 %); 50 хв – А (100 %) : В (0 %); 60 хв – А (100 %) : В (0 %). Розділення проводили на хроматографічній колонці Zorbax SB-C18 (3,5 мкм, 150 × 4,6 мм) (Agilent Technologies, USA), швидкість потоку через колонку 0,25 мл/хв, температура термостату 30 °С, об'єм інжекції 4 мкл. Детекцію проводили з використанням діодно-матричного детектора з реєстрацією сигналу при 280 та 365 нм та фіксацією спектрів поглинання в діапазоні 210–700 нм [5].

Для кількісного визначення суми флавоноїдів використовували спектрофотометричний метод: 1 г подрібненої сировини (точна наважка), просіяної крізь сито з діаметром 2 мм, поміщали у колбу зі шліфом місткістю 150 мл, заливали 30 мл 70 % етанолом, колбу зважували. Колбу із зворотним холодильником нагрівали на водяній бані

протягом двох годин, періодично струшували для змивання часток сировини зі стінок. Після охолодження до кімнатної температури колбу зважували, при необхідності додавали 70 % етанол до первинної маси. Витяжку фільтрували через фільтр у колбу місткістю 100 мл, відділяли перші 20 мл витяжки.

1 мл витяжки досліджуваного об'єкту вміщували у мірну колбу місткістю 25 мл, добавляли 1 мл 2 % розчину алюмінію хлориду в 95 % етанолі, об'єм розчину доводили 95 % етанолом до мітки і перемішували (випробуваний розчин). Через 40 хв вимірювали оптичну густину розчину на спектрофотометрі Lambda 25 UV при довжині хвилі 410 нм. Як розчин порівняння використовували розчин, який містив 1 мл витяжки, 2 краплі розведеної ацетатної кислоти і доведений 95 % етанолом Р до мітки в мірній колбі місткістю 25 мл. Паралельно в цих умовах вимірювали оптичну густину розчину стандартного зразка рутину, приготовленого аналогічно досліджуваному розчину [6].

Статистично результати досліджень опрацювали методами математичної статистики, застосувавши пакет прикладних програм Microsoft Office Excel. Статистичне опрацювання результатів хімічних експериментів здійснили за методикою ДФУ [7].

**Результати й обговорення.** Якісний склад і кількісний вміст індивідуальних компонентів флавоноїдів у досліджуваній сировині визначали методом високоефективної рідинної хроматографії (рис. 1).

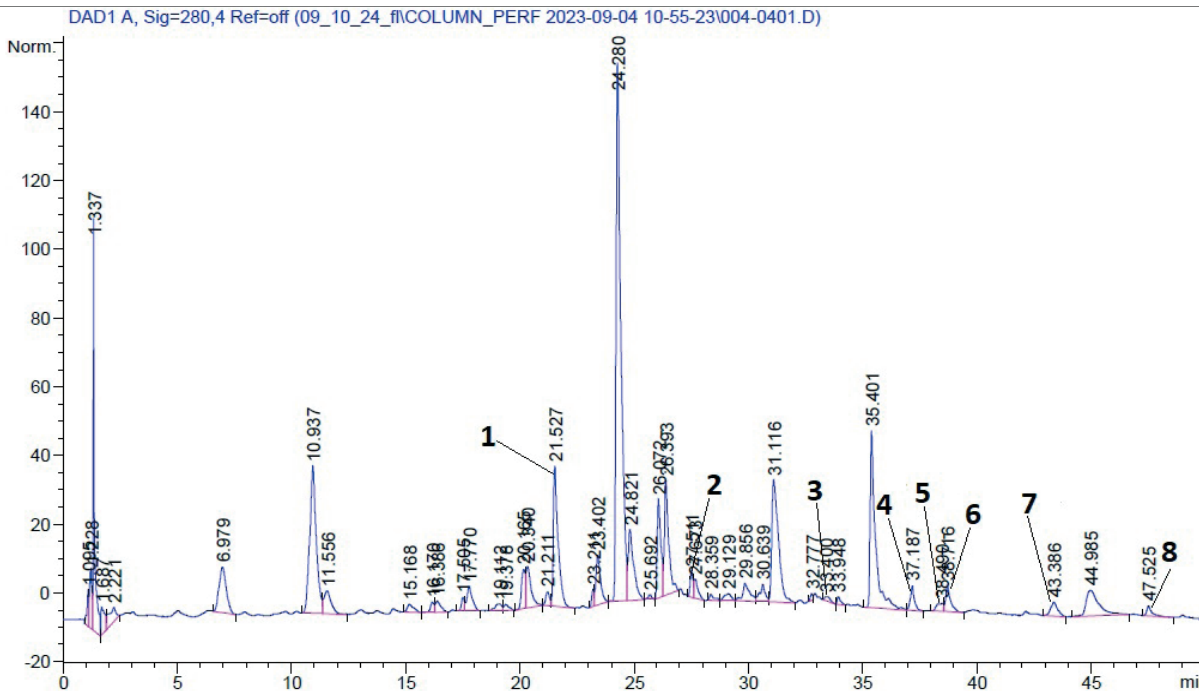


Рис. 1. ВЕРХ хроматограма визначення флавоноїдів: 1 – рутин, 2 – фізетин, 3 – кверцетин, 4 – лютеолін, 5 – нарингенин, 6 – апігенін, 7 – рамнетин, 8 – кастіцин.

У траві гербери гібридної виявлено такі флавоноїди: рутин, фізетин, кверцетин, лютеолін, нарингенін, апігенін, рамнетин та кастицин. У таблиці 1 наведено вміст індивідуальних компонентів

флавоноїдів у траві *Gerbera hybrida*. Найбільше серед індивідуальних сполук флавоноїдів було виявлено рутину (1403,08 мкг/г) та апігеніну (637,46 мкг/г) (табл. 1).

Таблиця 1. ВЕРХ аналіз індивідуальних компонентів флавоноїдів у траві *Gerbera hybrida*

| Час утримування, хв | Назва ідентифікованої сполуки | Кількісний вміст, мкг/г |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 21,53               | Рутин                         | 1403,08                 |
| 27,67               | Фізетин                       | 429,80                  |
| 33,40               | Кверцетин                     | 135,72                  |
| 37,19               | Лютеолін                      | 306,39                  |
| 38,49               | Нарингенін                    | 185,08                  |
| 38,72               | Апігенін                      | 637,46                  |
| 43,39               | Рамнетин                      | 574,50                  |
| 47,53               | Кастицин                      | 7,69                    |

Також у траві гербери гібридної встановлено значний вміст рамнетину (574,50 мкг/г), фізетину (429,80 мкг/г) та лютеоліну (306,39 мкг/г) (табл. 1). Флавоноїди, які були визначені у траві гербери гібридної, мають виражені антиоксидантні властивості та протизапальну, антимікробну, протівірусну дію.

Спектрофотометричним методом визначено кількісний вміст суми флавоноїдів у траві *Gerbera hybrida*. Загальний кількісний вміст суми флавоноїдів у перерахунку на рутин у траві досліджуваної рослини становив (4,15±0,02) %.

Отримані результати створюють основу для подальшого хімічного та фармакологічного дослідження гербери гібридної трави та враховуватимуться при розробці методик контролю якості у стандартизації даної рослинної сировини.

**Висновки.** 1. Вперше методом ВЕРХ досліджено якісний склад та визначено кількісний вміст індивідуальних компонентів флавоноїдів у гербери гібридної трави. Встановлено, що у досліджуваному об'єкті міститься 8 індивідуальних сполук флавоноїдів, найбільший вміст становили рутин (1403,08 мкг/г) та апігенін (637,46 мкг/г).

2. Проведено спектрофотометричне визначення кількісного вмісту суми флавоноїдів у траві *Gerbera hybrida*. Загальний кількісний вміст суми флавоноїдів у перерахунку на рутин у траві досліджуваної рослини становив (4,15±0,02) %.

3. Одержані результати свідчать про перспективність подальших фітохімічних досліджень біологічно активних речовин гербери гібридної з метою створення нових лікарських засобів на рослинній основі.

**Перспективи подальших досліджень.** Трава гербери гібридної є перспективним об'єктом для подальших фітохімічних та фармакологічних досліджень з метою створення на її основі нових фітопрепаратів.

**Джерела фінансування.** Власні кошти авторів.

#### **Внесок авторів:**

Л. В. Слободянюк – розробка ідеї та дизайну дослідження, проведення огляду літератури та написання тексту, формування концепції дослідження, виконання аналізу та обговорення результатів.

С. М. Марчишин – розробка ідеї та дизайну дослідження, проведення огляду літератури та написання тексту, формування концепції дослідження.

І. М. Івасюк – проведення огляду літератури та написання тексту, формування концепції дослідження.

М. О. Когут – проведення огляду літератури та написання тексту, виконання аналізу та обговорення результатів.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Kim S. H., Choi K. C. Anti-cancer effect and underlying mechanism(s) of kaempferol, a phytoestrogen, on the regulation of apoptosis in diverse cancer cell models. *Toxicol Res.* 2013. Vol. 29. P. 229–234.

2. Марчишин С. М., Гусак Л. В., Бердей Т. С. Дослідження флавоноїдів у траві та кореневих бульбах чис-

тецю Зібольда (*Stachys sieboldii* MIQ). *Фітотеріпія. Ча-сопис.* 2017. № 1. С. 27–30.

3. Wong E. The flavonoids. – London: Chapman and Hall, 1975. – 743 p.

4. Naing A. H., Park D. Y., Park K. I., Kim C. K. Differential expression of anthocyanin structural genes

and transcription factors determines coloration patterns in gerbera flowers. *Biotech*. 2018. Vol. 8(9). P. 393.

5. Pyrzynska K., Sentkowska A. Chromatographic Analysis of Polyphenols in *Polyphenols in Plants*. – Academic Press, 2019. – P. 353–364.

6. Сагадюк В. П., Гуменюк І. С., Марчишин С. М., Слободянюк Л. В. Дослідження фенольних сполук у си-

ровині дягелю лікарського (*Angelica archangelica* L.) *Медична та клінічна хімія*. 2023. Т. 25. № 4. С. 80–84.

7. Державна Фармакопея України: в 3 т. / Державне підприємство "Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів". – Харків: Державне підприємство "Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів", 2014. 3. 732 с.

#### REFERENCES

1. Kim SH, Choin KC. Anticancer effect and underlying mechanism(s) of kaempferol, a phytoestrogen, on the regulation of apoptosis in diverse cancer cell models. *Toxicological Research Journal*. 2013; 29:229-34. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3936174/> DOI: 10.5487/TR.2013.29.4.229

2. Marchyshyn SM, Husak LV, Berdey TS. Doslidzhennia flavonoidiv u travi ta korenyvkh bulbakh chystetsiu Zibolda (*Stachys sieboldii* MIQ.). [Research on flavonoids in grass and root tubers of the *Stachys sieboldii* MIQ.]. *Phytotherapy. Journal*. 2017; 1:27-30. Ukrainian.

3. Wong E. The flavonoids. London: Chapman and Hall; 1975. 743 p.

4. Naing AH, Park DY, Park KI, Kim CK. Differential expression of anthocyanin structural genes and transcription factors determines coloration patterns in gerbera flowers. *Biotech*. 2018; 8(9):393. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30175030/> DOI:10.1007/s13205-018-1408-7

5. Pyrzynska K, Sentkowska A. Chromatographic analysis of polyphenols in *Polyphenols in Plants*. Academic Press, 2019; 353–64. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813768-0.00021-9>

6. Sahadiuk VP, Humeniuk IS, Marchyshyn SM, Slobodianiuk LV. Doslidzhennia fenolnykh spolk u syrovyni diahelii likarskoho (*Angelica archangelica* L.) [Research on phenolic compounds in raw materials of *Angelica archangelica* L.]. *Medical and clinical chemistry*. 2023; 25(4):80-4. URL: <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/MCC/article/view/14378/13260> DOI:10.11603/mcch.2410-681X.2023.i4.14378

7. State Enterprise Ukrainian Scientific Pharmacopoeial Center of Medicines Quality. Derzhavna Farmakopeia Ukrainy [The State Pharmacopoeia of Ukraine]. Vol. 3, 2nd ed. Kharkiv: State Enterprise Ukrainian Scientific Pharmacopoeial Center of Medicines Quality; 2014. 732 p. Ukrainian.

**L. V. Slobodianiuk<sup>1</sup>, S. M. Marchyshyn<sup>1</sup>, I. M. Ivasiuk<sup>2</sup>, M. O. Kohut<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

<sup>2</sup>Ivano-Frankivsk National Medical University

### DETERMINATION OF THE CONTENT OF FLAVONOIDS IN THE RAW MATERIAL OF *GERBERA HYBRIDA*

**SUMMARY.** Flavonoids are a class of plant polyphenols with a wide range of biological effects. The main role in the mechanism of action of flavonoids belongs to their antioxidant properties, and their ability to inhibit free radical processes of lipid peroxidation, with this is associated the important role of flavonoids in the prevention of cardiovascular and oncological diseases, as well as their radioprotective properties. Therefore, searching for new medicinal plants with a high content of flavonoids is an urgent task of modern pharmacy. Given that scientific publications do not contain enough information about the content of biologically active substances of *Gerbera hybrida*, therefore, the study of flavonoids in the grass of the studied object is relevant.

**The aim** – to determine the individual components of flavonoids and the quantitative content of the amount of flavonoids in *Gerbera hybrida* grass.

**Material and Methods.** The material for the study was the herb of *Gerbera hybrida*, harvested on the territory of the Ternopil region. Individual components of flavonoids were determined using the HPLC method on an Agilent Technologies 1200 liquid chromatograph. The quantitative content of the amount of flavonoids was determined by the spectrophotometric method, using a Lambda 25 UV spectrophotometer (Perkin Elmer, USA).

**Results.** Using the HPLC method, eight individual components of flavonoids were identified, including rutin (1403.08 µg/g), fisetin (429.80 µg/g), quercetin (135.72 µg/g), luteolin (306.39 µg/g), naringenin (185.08 µg/g), apigenin (637.46 µg/g), rhamnetin (574.50 µg/g) and casticin (7.69 µg/g). The total quantitative content of the amount of flavonoids, determined by the spectrophotometric method, in the herb of the studied plant was 4.15±0.02 %.

**Conclusions.** Individual components of phenolic compounds in the herb of *Gerbera hybrida* were identified using the HPLC method. It was established that among the flavonoid components, rutin (1403.08 µg/g) and apigenin (637.46 µg/g) had the highest content. It was found that hybrid gerbera grass contains a significant amount of flavonoids – 4.15 %. The obtained results indicate the potential for further in-depth phytochemical studies of the biologically active substances in the herb of *Gerbera hybrida*.

**KEY WORDS:** hybrid gerbera; *Gerbera hybrida*; flavonoids; HPLC; spectrophotometric method.

Отримано 11.02.2025

Електронна адреса для листування: husaklv@tdmu.edu.ua