

С. М. Марчишин¹, Л. В. Костишин¹, Т. В. Валько¹, В. М. Кіщук², Е. А. Паращук¹
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. Я. ГОРБАЧЕВСЬКОГО
МОЗ УКРАЇНИ¹
КЗВО "РІВНЕНСЬКА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ"²

ДОСЛІДЖЕННЯ ФЛАВОНОЇДІВ ЧОРНОБРИВЦІВ ЗОЛОТИСТИХ (*TAGETES LUCIDA* CAV.)

Вступ. Перспективним джерелом одержання нових лікарських препаратів є види роду Чорнобривці (*Tagetes*), які культивують в Україні як технічну та декоративну рослину. Чорнобривці, завдяки їх лікувальним властивостям, використовують у традиційній медицині як імуноміцнювальний, протизапальний, гіпоглікемічний, жовчогінний та заспокійливий засіб. Маловивченим видом роду *Tagetes* є чорнобривці золотисті (*Tagetes lucida* Cav.). В Україні його ввели в культуру науковці відділу квітничково-декоративних рослин Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ).

Мета дослідження – вивчити і порівняти вміст флавоноїдів у сировині (квітках, листках, коренях, насінні, стеблах) чорнобривців золотистих.

Методи дослідження. Флавоноїди виявляли в етанольно-водних витяжках за допомогою реакцій ідентифікації та методом тонкошарової хроматографії (ТШХ). Кількісний вміст суми флавоноїдів визначали на спектрофотометрі "UV-1800 Shimadzu" (Японія) за довжини хвилі 415 нм у перерахунку на рутин. Кількісний вміст індивідуальних флавоноїдних сполук виявляли і визначали методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) на хроматографі "Agilent 1200" ("Agilent Technologies", США).

Результати й обговорення. Позитивні результати реакцій ідентифікації свідчили про наявність флавоноїдів у сировині чорнобривців золотистих. Методом ТШХ встановлено наявність у квітках, листках, коренях, насінні й стеблах кверцетину і кемпферолу. Рутин виявлено в усіх досліджуваних видах сировини, крім стебел. Методом ВЕРХ у чорнобривців золотистих квітках та насінні виявлено по 6 індивідуальних флавоноїдів, у листках – 5, у коренях і стеблах – по 4. Найбільше у досліджуваних об'єктах виявлено кверцетину. В насінні, листках та квітках його вміст був найвищим і становив 6322,13 мкг/г, 4006,79 мкг/г та 3734,08 мкг/г відповідно. Усі види сировини чорнобривців золотистих містили також кемпферол, якого найбільше у квітках – 303,29 мкг/г. Спектрофотометричним методом визначено, що найвищий вміст суми флавоноїдів є в насінні рослини, і він становить $(7,89 \pm 0,18)$ %, найменше їх у стеблах – $(1,86 \pm 0,08)$ %.

Висновки. Реакціями ідентифікації встановлено наявність флавоноїдів у чорнобривців золотистих квітках, листках, коренях, насінні й стеблах. Методом ТШХ виявлено кверцетин, кемпферол, рутин (крім стебел), ізокверцитрин (крім коренів), апігенін (лише у квітках). Методом ВЕРХ у чорнобривців золотистих квітках та насінні виявлено по 6 індивідуальних флавоноїдів, у листках – 5, у коренях і стеблах – по 4. Найбільше у досліджуваних об'єктах виявлено кверцетину. Спектрофотометричним методом визначено кількісний вміст суми флавоноїдів у сировині чорнобривців золотистих. Найвищий він у насінні – $(7,89 \pm 0,18)$ %, децю нижчий у листках – $(6,58 \pm 0,12)$ %.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: чорнобривці золотисті (*Tagetes lucida* Cav.); флавоноїди; тонкошарова хроматографія; високоефективна рідинна хроматографія; спектроскопія.

ВСТУП. Важливим джерелом одержання лікарських засобів є лікарські рослини. На сьогодні близько 25 % лікарських препаратів, які застосовують у медичній практиці в усьому світі, отримують з лікарської рослинної сировини [1, 2].

Перспективним джерелом одержання нових лікарських препаратів є види роду Чорнобривці (*Tagetes*) з родини айстрові (*Asteraceae*), які містять значну кількість біологічно активних

© С. М. Марчишин, Л. В. Костишин, Т. В. Валько, В. М. Кіщук, Е. А. Паращук, 2021.

речовин. Види роду Чорнобривці широко культивують в Україні як технічну та декоративну рослину. Чорнобривці, завдяки лікувальним властивостям, використовують у традиційній медицині для покращення гостроти зору, при цукровому діабеті, як імуноміцнювальний, протизапальний, гіпоглікемічний, жовчогінний та заспокійливий засіб [3–6].

Встановлено, що біологічна активність лікарських засобів із сировини роду Чорнобривці пов'язана з наявністю в рослинах сполук фенольної природи, одними з яких є флавоноїди

[3, 6–10]. Флавоноїдам властива висока і різноманітна біологічна активність: Р-вітамінна (капіляророзміцнювальна), антиоксидантна, протизапальна, репаративна, діуретична, гепатопротекторна, гіпоглікемічна, гіполіпідемічна, спазмолітична та ін. [11, 12].

Маловивченим видом роду *Tagetes* є чорнобривці золотисті (чорнобривці анісові, естрагон мексиканський – *Tagetes lucida* Cav.). В Україні його ввели в культуру науковці відділу квітничково-декоративних рослин Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ). Попередні дослідження хімічного складу чорнобривців золотистих показали, що вони містять ефірну олію, дубильні речовини, жирні кислоти, амінокислоти, гідроксикоричні кислоти [13, 14]. Флавоноїди цього виду роду Чорнобривці вивчено недостатньо, тому метою нашого дослідження було вивчити і порівняти вміст даної групи біологічно активних речовин у сировині (квітках, листках, коренях, насінні, стеблах) чорнобривців золотистих.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Матеріалом для досліджень були квітки, листки, корені, насіння та стебла чорнобривців золотистих (*Tagetes lucida* Cav.), які заготовляли на дослідних ділянках відділу квітничково-декоративних рослин Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України. Траву (стебла, листки, квітки) заготовляли в липні – серпні 2021 р. у період масового цвітіння рослин, насіння і корені – при дозріванні насіння в серпні – вересні.

Флавоноїди виявляли в етанольно-водних витяжках досліджуваної сировини за допомогою реакцій ідентифікації (ціанідинова проба; з 10 % етанольно-водним розчином калій гідроксиду; з 10 % розчином ферум (III) хлориду; з 10 % розчином плюмбум ацетату) [15, 16].

Наступним етапом ідентифікації флавоноїдів була тонкошарова хроматографія (ТШХ). Використовували рухому фазу – н-бутанол Р – ацетатна льодяна кислота Р – вода очищена Р (4:1:2), хроматографічні пластинки “Сорбфіл” (*Sorbfil peates* розміром 10×15, Росія) і стандартні фармакопейні зразки (ФСЗ) флавоноїдів: рутин, апігенін, кемпферол, кверцетин, лютеолін та гіперозид. Хроматограми висушували і розглядали при денному й УФ-світлі до та після обробки парами аміаку [16].

Ідентифікацію проводили, порівнюючи значення R_f флавоноїдів, які є у досліджуваній сировині, зі значеннями R_f стандартних зразків, і за забарвленням плям у денному й УФ-світлі до та після обробки хроматограм парами аміаку.

Кількісний вміст суми флавоноїдів визначали спектрофотометричним методом на спект-

рофотометрі “UV-1800 Shimadzu” (Японія) за довжини хвилі 415 нм у перерахунку на рутин [16, 17] та абсолютно суху сировину у відсотках (X) і розраховували за формулою:

$$X = \frac{D \times m_0 \times 30 \times 100 \times 100}{D_0 \times m \times (100 - W) \times 100},$$

де D – оптична густина випробуваного розчину;

D_0 – оптична густина стандартного зразка рутину;

m – маса наважки сировини, г;

m_0 – маса наважки ФСЗ ДФУ рутину, г;

W – втрата в масі при висушуванні, % [15].

Методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) [16, 17] у сировині чорнобривців золотистих на хроматографі “Agilent 1200” (“Agilent Technologies”, США) виявляли і визначали кількісний вміст індивідуальних флавоноїдних сполук.

Екстрагували 0,2–0,6 г сировини кожної проби в 10 мл 70 % етанолу на ультразвуковій бані за температури 80 °С впродовж 5 год у скляних герметичних віалах із тефлоновою кришкою. Одержаний екстракт центрифугували при 3000 об./хв та фільтрували крізь одноразові мембранні фільтри з порами 0,22 мкм.

Як рухому фазу використовували ацетонітрил (А) та 0,1 % розчин мурашиної кислоти у воді (В). Елюювали в градієнтному режимі: 0 хв – А (30 %) : В (70 %); 20 хв – А (70 %) : В (30 %); 22 хв – А (100 %) : В (0 %); 30 хв – А (100 %) : В (0 %). Розділення здійснювали на хроматографічній колонці Zorbax SB-C18 (3,5 мкм, 150×4,6 мм) (“Agilent Technologies”, США), швидкість потоку через колонку – 0,25 мл/хв, температура термостата – 30 °С, об’єм інжекції – 4 мкл. Детекцію проводили з використанням діодноматричного детектора з реєстрацією сигналу при 280 і 365 нм та фіксацією спектрів поглинання в діапазоні 210–700 нм [18, 19].

Ідентифікацію та кількісний аналіз здійснювали із застосуванням стандартних розчинів флавоноїдів (рутин, ізокверцитрину, нарингін, неогесперидину, кверцетину, нарингеніну, кемпферолу, лютеоліну, апігеніну).

Кількість флавоноїдів (X) (мкг/г) визначали за формулою:

$$X = \frac{C \times V}{m},$$

де C – концентрація сполуки, визначена хроматографічним методом, мкг/мл;

V – об’єм екстракту, мл;

m – маса сировини, г.

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. Позитивні результати реакцій ідентифікації свідчили про

наявність флавоноїдів у досліджуваній сировині. Методом ТШХ було встановлено наявність у квітках, листках, коренях, насінні й стеблах кверцетину і кемпферолу. Рутин виявлено в усіх досліджуваних видах сировини чорнобривців золотистих, крім стебел. Ізокверцитрин не виявлено в коренях. У квітках спостерігали сліди апігеніну. Плями на хроматограмах були жовтого та жовто-коричневого кольору, їх значення Rf збігалися зі значеннями Rf стандартних зразків флавоноїдів. Не виявлено у досліджуваній сировині лютеоліну і гіперозиду.

У досліджуваній сировині чорнобривців золотистих методом ВЕРХ виявлено індивідуальні флавоноїди і встановлено їх кількісний вміст. Результати досліджень наведено на рисунках 1–5 і в таблиці 1.

Експериментально встановлено, що у чорнобривців золотистих квітках та насінні виявлено по 6 індивідуальних флавоноїдів, у листках – 5, у коренях і стеблах – по 4. Найбільше у досліджуваних об'єктах виявлено кверцетину. В насінні, листках та квітках його вміст був найвищим і становив 6322,13 мкг/г, 4006,79 мкг/г та 3734,08 мкг/г

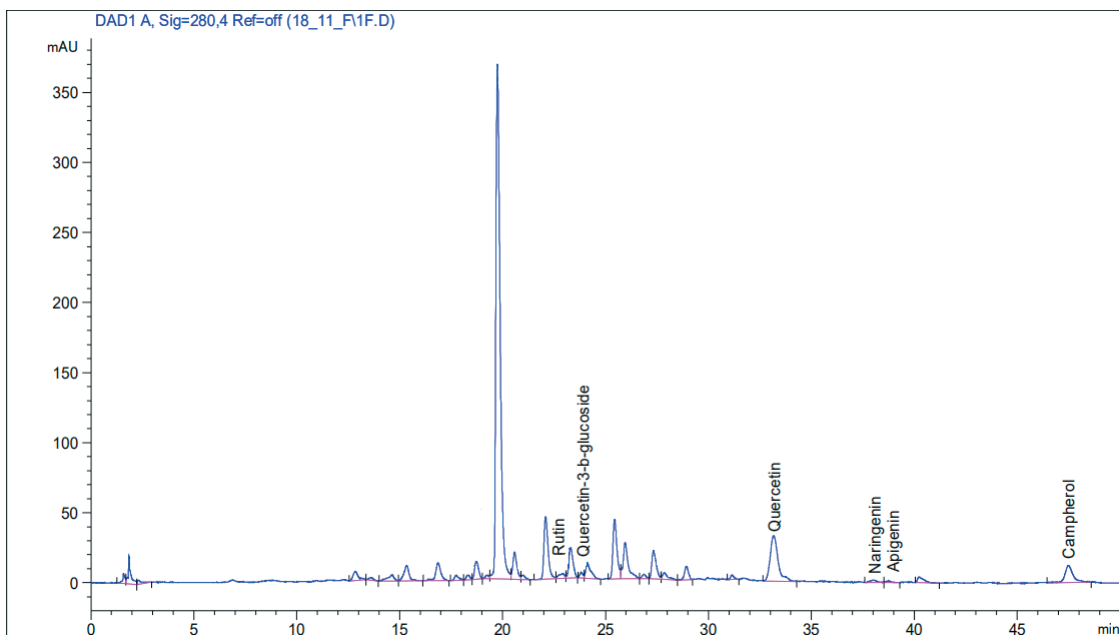


Рис. 1. ВЕРХ-хроматограма флавоноїдів чорнобривців золотистих квіток.

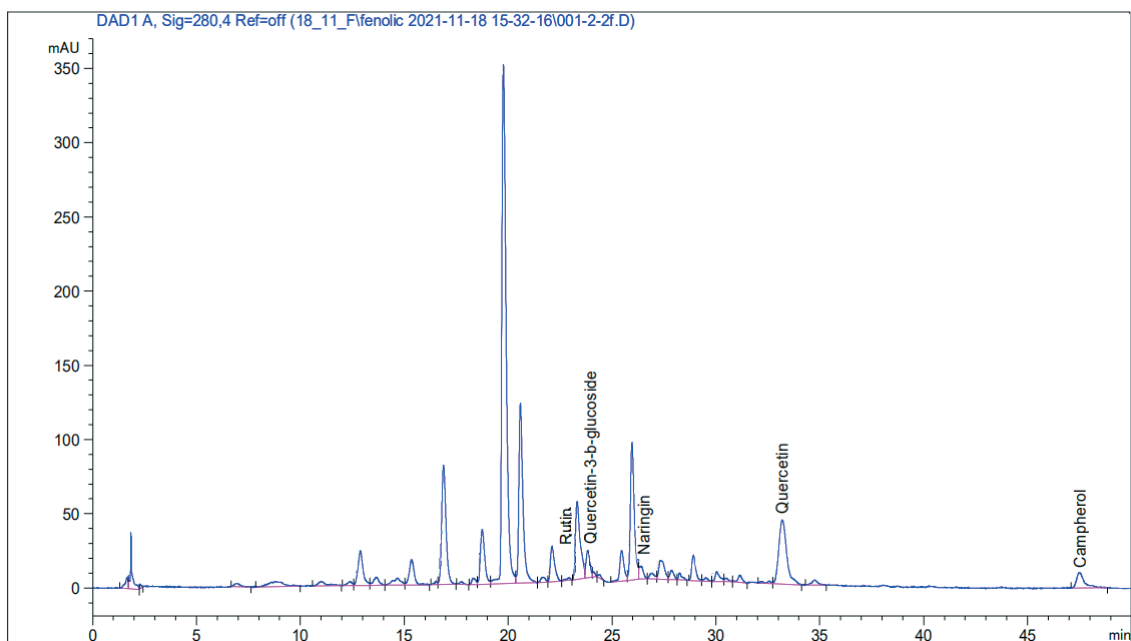


Рис. 2. ВЕРХ-хроматограма флавоноїдів чорнобривців золотистих листків.

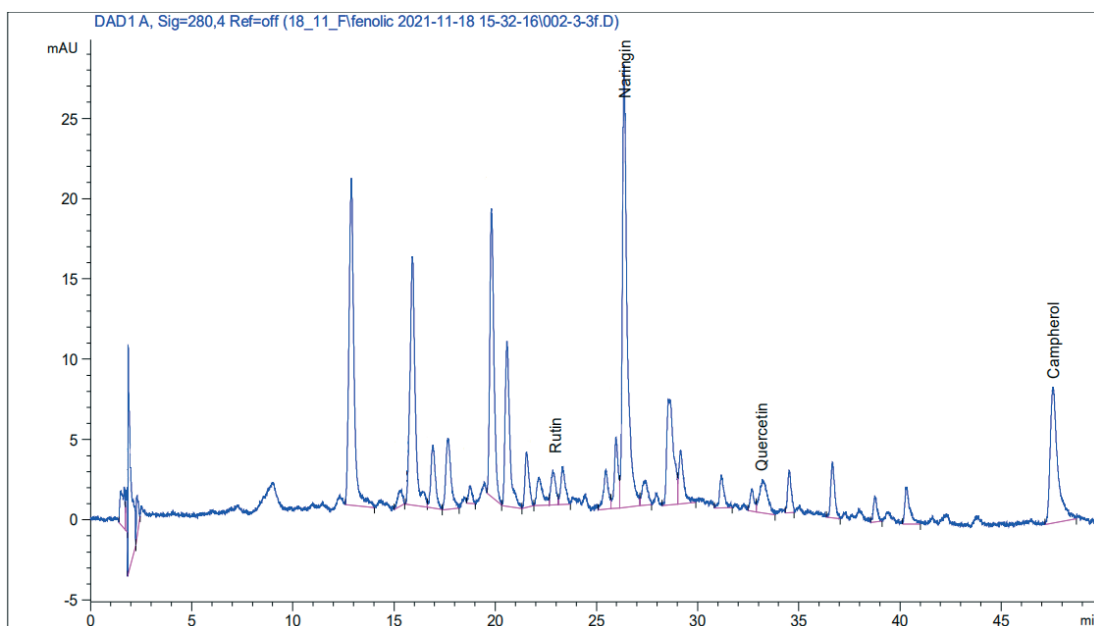


Рис. 3. ВЕРХ-хроматограма флавоноїдів чорнобривців золотистих коренів.

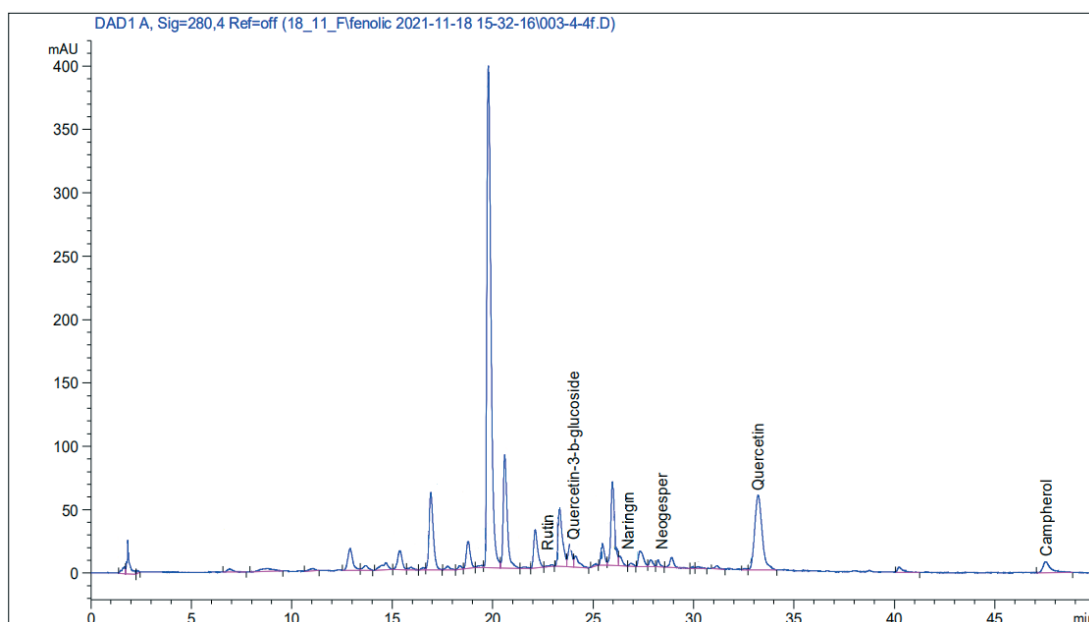


Рис. 4. ВЕРХ-хроматограма флавоноїдів чорнобривців золотистих насіння.

відповідно. Найменше кверцетину було в коренях – 220,44 мкг/г. У коренях спостерігали найбільшу кількість нарингіну – 1773,97 мкг/г, якого не виявлено у чорнобривців золотистих квітках (табл. 1).

Результати досліджень, наведені в таблиці 1, також вказують на те, що всі види сировини чорнобривців золотистих містили не лише кверцетин, а й кемпферол, якого найбільше у квітках – 303,29 мкг/г. Найменше кемпферолу спостерігали у стеблах рослини, що становило 136,71 мкг/г. Апігенін і нарингенін виявлено тільки у чорнобривців золотистих квітках – 90,44 та 192,78 мкг/г відповідно; неогесперидин – лише в насінні, його вміст становив 219,22 мкг/г. У стеблах не виявлено ру-

тину, який наявний у всіх інших досліджуваних видах сировини. Найбільше його спостерігали у квітках – 247,04 мкг/г.

У сировині чорнобривців золотистих спектрофотометричним методом визначено кількісний вміст суми флавоноїдів у перерахунку на рутин. Результати досліджень наведено в таблиці 2.

Результати досліджень показали, що вміст суми флавоноїдів найбільшим був у чорнобривців золотистих насінні – $(7,89 \pm 0,18) \%$, найменше їх у стеблах рослини – $(1,86 \pm 0,08) \%$. Вміст суми флавоноїдів у квітках і листках був у 1,9 й 1,2 раза меншим, ніж у насінні, і становив $(4,15 \pm 0,18)$ та $(6,58 \pm 0,12) \%$.

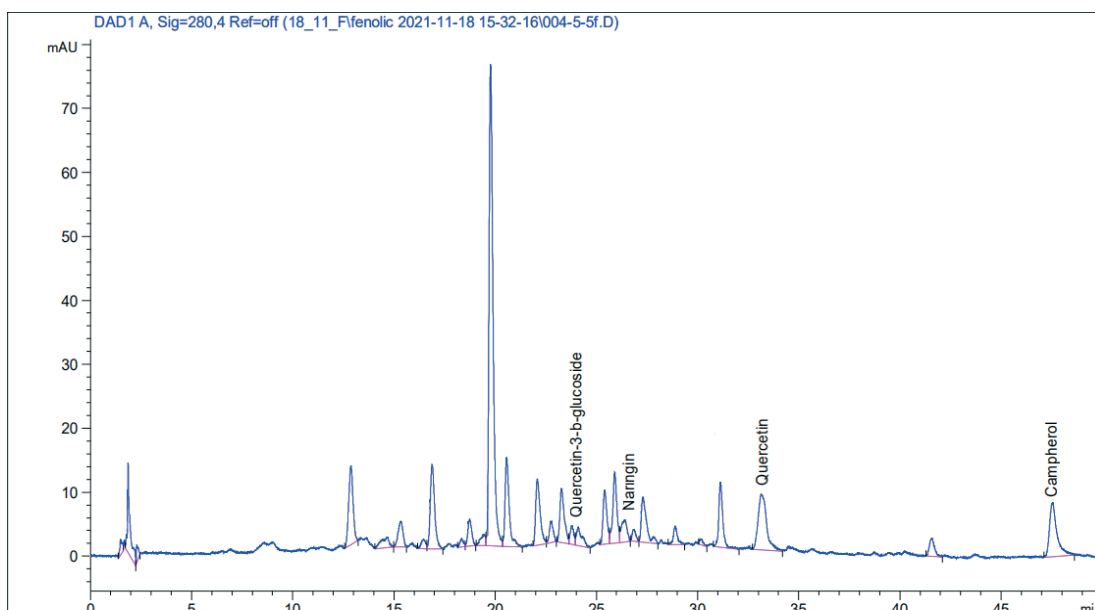


Рис. 5. ВЕРХ-хроматограма флавоноїдів чорнобривців золотистих стебел.

Таблиця 1 – Якісний склад і кількісний вміст флавоноїдів у сировині чорнобривців золотистих (метод високоефективної рідинної хроматографії)

Біологічно активна речовина	Кількісний вміст, мкг/г				
	квітки	листки	корені	насіння	стебла
Рутин	247,04	96,93	105,02	116,26	н/в
Ізокверцитрин	99,77	137,05	н/в	160,60	68,32
Нарингін	н/в	505,80	1773,97	459,67	256,38
Неогесперидин	н/в	н/в	н/в	219,22	н/в
Кверцетин	3734,08	4006,79	220,44	6322,13	787,05
Лютеолін	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в
Нарингенін	192,78	н/в	н/в	н/в	н/в
Апігенін	90,44	н/в	н/в	н/в	н/в
Кемпферол	303,29	206,95	147,14	207,34	136,71

Примітка. н/в – не виявлено.

Таблиця 2 – Кількісний вміст суми флавоноїдів у сировині чорнобривців золотистих (спектрофотометричний метод)

Назва сировини	Вміст суми флавоноїдів, %, n=5
Квітки	4,15±0,18
Листки	6,58±0,12
Корені	3,54±0,05
Насіння	7,89±0,18
Стебла	1,86±0,08

ВИСНОВКИ. 1. У результаті проведення реакцій ідентифікації встановлено наявність флавоноїдів у чорнобривців золотистих квітках, листках, коренях, насінні й стеблах. Методом тонкошарової хроматографії у досліджуваній сировині виявлено кверцетин, кемпферол, рутин (крім стебел), ізокверцитрин (крім коренів), апігенін (лише у квітках).

2. Методом високоефективної рідинної хроматографії встановлено якісний склад та визначено кількісний вміст індивідуальних флавоноїдних сполук. У чорнобривців золотистих квітках та насінні виявлено по 6 індивідуальних флаво-

ноїдів, у листках – 5, у коренях і стеблах – по 4. Найбільше у досліджуваних об'єктах виявлено кверцетину.

3. Спектрофотометричним методом визначено кількісний вміст суми флавоноїдів у сировині чорнобривців золотистих. Найвищий він у насінні – (7,89±0,18) %, дещо нижчий у листках – (6,58±0,12) %.

4. Отримані результати свідчать про перспективність дослідження чорнобривців золотистих з метою створення на основі їх біологічно активних речовин нових лікарських засобів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гудзенко А. В. Вітчизняний ринок багатоконпонентних лікарських засобів рослинного походження: аналіз стану, структура та перспективи розвитку / А. В. Гудзенко, О. О. Цуркан, Т. В. Ковальчук // Фармац. журн. – 2012. – № 1. – С. 8–12.
2. Баула О. П. Забезпечення якості лікарських засобів рослинного походження: стан та перспективи / О. П. Баула, Т. М. Деркач // Фармац. часоп. – 2017. – № 2. – С. 79–86.
3. Определение флавоноидов и гидроксикоричных кислот в траве *Tagetes erecta* L., *Tagetes patula* L. и *Tagetes tenuifolia* Cav. методом ВЭЖХ [Электронный ресурс] / С. М. Марчишин, Т. С. Бердей, С. С. Козачок, О. Л. Демьдяк // Медицина и образование в Сибири. – 2013. – № 6. – Режим доступа : http://www.ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1205.
4. Бердей Т. С. Дослідження жовтогінної дії сухого екстракту трави чорнобривців у інтактних щурів / Т. С. Бердей, О. Ю. Кошова // Актуальні питання експериментальної і клінічної біохімії та фармакології : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (Тернопіль, 9–10 жовт. 2014 р.). – Тернопіль, 2014. – С. 111.
5. Phytochemicals and their biological activities of plants in *tagetes* L. / X. U. Li-wei, C. Juan, Q. I. Huan-yang, S. H. I. Yan-ping // Chin. Herb. Med. – 2012. – № 4 (2). – P. 103-117.
6. Машковська С. П. Чорнобривці – джерело ефективних ліків / С. П. Машковська, І. П. Григорюк // Фітотерапія. Часопис. – 2003. – № 4. – С. 41–47.
7. Машковська С. П. Флавоноїди інтродукованих видів *Tagetes* L. / С. П. Машковська // Актуальні проблеми ботаніки та екології : матеріали конф. молодих вчених-ботаніків України (Зноб-Новгородське, Національний природний парк “Деснянсько-Старогутський, 20–23 серп. 2001 р.). – Ніжин : Вид-во ТОВ Наука-Сервіс, 2001. – С. 93.
8. Малюгіна О. О. Визначення кількісного вмісту флавоноїдів у суцвіттях чорнобривців розлогих і прямостоячих / О. О. Малюгіна, О. В. Мазулін, Г. В. Мазулін // Запорозж. мед. журн. – 2013. – № 6 (81). – С. 88–91.
9. Phenolic compounds of *Tagetes lucida* Cav. with antibacterial effect due to membrane damage / P. Y. Vila-Silva, A. Iliná, J. A. Ascacio-Valdés [et al.] // Boletín latinoamericano y del caribe de plantas medicinales y aromáticas. – 2020. – No. 19 (6). – P. 580-590.
10. Berdei T. The content of flavonoids and hydroxycinnamic acids in the herb of the plants from genus *Tagetes* L. 3rd international conference and workshop / T. Berdei, L. Stoyko // Plant – the source of research material. Lublin, 2013. – P. 77.
11. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю. С. Тараховский, Ю. А. Ким, Б. С. Абдрасилов, Е. Н. Музафаров ; [отв. ред. Е. И. Маевский]. – Пушкино : Synchronbook, 2013. – 310 с.
12. Цикало Т. О. Дослідження фенольних сполучених рибію посівного (*Camelina sativa* (L.) Crantz) та рибію дрібноплодоного (*Camelina microcarpa* Andr.) / Т. О. Цикало, С. Д. Тржецінський // Фармац. часоп. – 2020. – № 4. – С. 18–24.
13. Determination of amino acids content of the *Tagetes lucida* Cav. by GC/MS / L. Slobodianiuk, L. Budniak, S. Marchyshyn, L. Kostyshyn, M. Ezhne // Pharmacia. – No. 68 (4). – P. 859-867.
14. Essential oils of herbs of some species of marigold genus (*Tagetes* L.) / L. Kostyshyn, T. Valko, S. Marchyshyn, S. Mashkovska // 1st Natural Cosmetics International, Rzeszów, Poland September 22nd-24th 2021. – P. 61.
15. Державна Фармакопея України / ДП “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”. – 2-ге вид., доп. 1. – X. : Держ. п-во “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”, 2016. – 360 с.
16. Марчишин С. М. Визначення флавоноїдів тирличу хрещатого трави (*Gentiana cruciata* L.) / С. М. Марчишин, Л. І. Стойко, Л. М. Мосула // Фітотерапія. Часопис. – 2018. – № 2. – С. 58–61.
17. Marchyshyn S. Investigation of phenolic compounds of *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. Herb / S. Marchyshyn, R. Basaraba, T. Berdey // The Pharma Innovation Journal. – 2017. – No. 6 (8). – P. 9–11.
18. Investigation of phenolic compounds of the leaves of *Crambe cordifolia* Steven and *Crambe koktebelica* (Junge) N. / S. Marchyshyn, O. Skrynychuk, L. Budniak, L. Mosula // The Pharma Innovation Journal. – 2020. – No. 9 (1). – P. 14–17.
19. Pyrzynska K. Chromatographic analysis of polyphenols. polyphenols in plants / K. Pyrzynska, A. Sentkowska. – Academic Press, 2019. – P. 353–364.

REFERENCES

1. Hudzenko, A.V., Tsurkan, O.O., & Kovalchuk, T.V. (2012). Domestic market of multicomponent medicines of plant origin: analysis of the state, structure and prospects of development. *Pharmaceutical Journal*, 1, 8-12 [in Ukrainian].
2. Baula, O.P., & Derkach, T.M. (2017). Quality assurance of herbal medicines: status and prospects. *Pharmaceutical Journal*, 2, 79-86 [in Ukrainian].
3. Marchyshyn, S.M., Berdei, T.S., Kozachok, S.S., & Demydyak, O.L. (2013). Determination of flavonoids and hydroxycinnamic acids in the herb *Tagetes erecta* L., *Tagetes patula* L. and *Tagetes tenuifolia* Cav. HPLC method. *Medicine and education in Siberia*, 6. Retrieved from: http://www.ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1205. [in Russian].

4. Berdei, T.S., & Koshova, O.Yu. (2014). Investigation of the choleric effect of dry extract of marigold grass in intact rats. *Current Issues of Experimental and Clinical Biochemistry and Pharmacology*. October 9-10: Materials of the All-Ukrainian Scientific-Practical Conference. Ternopil [in Ukrainian].
5. Li-wei, X.U., Juan, C., Huan-yang, Q.I., Yan-ping, S.H.I. (2012). Phytochemicals and their biological activities of plants in *Tagetes L.* *Chin. Herb. Med.*, 4 (2), 103-117.
6. Mashkovska, S.P., & Hryhoriuk, I.P. (2003). Marigold – a source of effective drugs. *Phytotherapy Review*, 4, 41-47 [in Ukrainian].
7. Mashkovska, S.P. (2001). Flavonoids of introduced species *Tagetes L.* Actual problems of botany and ecology. *Materials of Conference of Young botanists of Ukraine* (August 20-23 Znob-Novhorod). Nizhyn: Nauka-Servis LLC [in Ukrainian].
8. Maliiuhina, O.O., Mazulin, O.V., & Mazulin, H.V. (2013). Determination of the quantitative content of flavonoids in the inflorescences of marigold spreading and erect. *Zaporizhzhia Medical Journal*, 6 (81), 88-91 [in Ukrainian].
9. Villa-Silva, P.Y., Iliná, A., Ascacio-Valdés, J.A. (2020). Phenolic compounds of *Tagetes lucida* Cav. with antibacterial effect due to membrane damage. *Boletín latinoamericano y del caribe de plantas medicinales y aromáticas*, 19 (6), 580-590.
10. Berdei, T., & Stoyko, L. (2013). *The content of flavonoids and hydroxycinnamomic acids in the herb of the plants from genus Tagetes L. 3rd international conference and workshop. Plant – the source of research material.* Lublin.
11. Tarakhovsky, Yu.S., Kim, Yu.A., Abdrasilov, B.S., & Muzafarov, E.N. (2013). *Flavonoids: biochemistry, biophysics, medicine.* Pushchino: Sunchrobook [in Russian].
12. Tsykalo, T.O., & Trzhetsinsky, S.D. (2020). Investigation of phenolic compounds of ryegrass (*Camelina sativa* (L.) Crantz) and ryegrass (*Camelina microcarpa* Andr.). *Pharmaceutical Review*, 4, 18-24 [in Ukrainian].
13. Slobodianiuk, L., Budniak, L., Marchyshyn, S., Kostyshyn, L., & Ezhne, M. Determination of amino acids content of the *Tagetes lucida* Cav. by GC/MS. *Pharmacia*, 68 (4), 859-867.
14. Kostyshyn, L., Valko, T., Marchyshyn, S., & Mashkovska, S. (2021). Essential oils of herbs of some species of marigold genus (*Tagetes L.*). *1st Natural Cosmetics International*, Rzeszów, Poland September 22-24.
15. (2016). *State Pharmacopoeia of Ukraine. Ukrainian Scientific Pharmacopoeial Center for Quality of Medicines. 2nd ed.* Kharkiv: State Ukrainian Scientific Pharmacopoeial Center for Drug Quality [in Ukrainian].
16. Marchyshyn, S.M., Stoyko, L.I., & Mosula, L.M. (2018). Determination of flavonoids of yarrow (*Gentiana cruciata* L.). *Phytotherapy Review*, 2, 58-61 [in Ukrainian].
17. Marchyshyn, S., Basaraba, R., & Berdey, T. (2017). Investigation of phenolic compounds of *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. Herb. *The Pharma Innovation Journal*, 6 (8), 9-11.
18. 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.
19. Pyrzynska, K., & Sentkowska, A. (2019). *Chromatographic analysis of polyphenols. Polyphenols in Plants.* Academic Press.

S. M. Marchyshyn¹, L. V. Kostyshyn¹, T. V. Valko¹, V. M. Kishchuk², E. A. Parashchuk¹
 I. HORBACHEVSKY TERNOPIIL NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY¹
 RIVNE MEDICAL ACADEMY²

RESEARCH OF FLAVONOIDS OF SWEET-SCENT MARIGOLD (TAGETES LUCIDA CAV.)

Summary

Introduction. A promising source of new drugs are species of the genus *Tagetes*, which are cultivated in Ukraine as a technical and ornamental plant. Medicinal properties of marigold are used in traditional medicine as an immunosuppressant, anti-inflammatory, hypoglycemic, choleric and sedative agent. Sweet-scent marigold (*Tagetes lucida* Cav.) is the little-studied species of the genus *Tagetes*, which was introduced into culture of Ukraine by scientists from the Department of Flowering and Ornamental Plants of M. M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv).

The aim of the study – to research and compare the content of flavonoids in raw materials (flowers, leaves, roots, seeds, stems) of sweet-scent marigolds.

Research Methods. Flavonoids were detected in ethanol-aqueous extracts by identification reactions and TLC method. The quantitative content of the sum of flavonoids was determined on UV-1800 Shimadzu spectrophotometer (Japan) at a wavelength of 415 nm in terms of rutin. HPLC on Agilent 1200 chromatograph (Agilent Technologies, USA) detected and quantified individual flavonoid compounds.

Results and Discussion. Positive results of identification reactions indicated the presence of flavonoids in the raw material of sweet-scent marigold. The presence of quercetin and kaempferol in flowers, leaves, roots, seeds and stems was established by TLC. Rutin is found in all studied raw materials, except for stems. The HPLC method revealed 6 individual flavonoids in marigold's flowers and seeds, 5 – in leaves, 4 – in roots and stems. Most quercetin was detected in the studied objects. In seeds, leaves and flowers, its content was the highest and was 6322.13 $\mu\text{g/g}$, 4006.79 $\mu\text{g/g}$ and 3734.08 $\mu\text{g/g}$, respectively. All types of raw material of marigold also contained kaempferol, which was the biggest part in flowers – 303.29 mcg/g . The spectrophotometric method determined that the highest content of the amount of flavonoids was contained in the seeds of sweet-scent marigold and was (7.89 \pm 0.18) %, the least of them in the stems – (1.86 \pm 0.08) %.

Conclusions. Identification reactions revealed the presence of flavonoids in marigold's flowers, leaves, roots, seeds and stems. TLC revealed quercetin, kaempferol, rutin (except stems), isoquercitrin (except roots), apigenin (flowers only). By HPLC, 6 individual flavonoids were found in marigold's flowers and seeds, 5 – in leaves, and 4 – in roots and stems. Most quercetin was detected in the studied objects. The quantitative content of the sum of flavonoids in the raw material of sweet-scent marigold was determined by spectrophotometric method. Their highest content in seeds was (7.89 \pm 0.18) %, slightly lower, which was (6.58 \pm 0.12) %, in the leaves.

KEY WORDS: sweet-scent marigolds (*Tagetes lucida* Cav.); flavonoids; thin layer chromatography; high performance liquid chromatography; spectroscopy.

Отримано 05.11.21

Адреса для листування: С. М. Марчишин, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, майдан Волі, 1, Тернопіль, 46001, Україна, e-mail: marchyshyn@tdmu.edu.ua.