

ВМІСТ КАРОТИНОЇДІВ У СУЦВІТТЯХ *TAGETES PATULA L.*

Вступ. Перспективною сировиною для створення нових лікарських засобів є рослини роду *Tagetes L.* (Чорнобривці) з родини *Asteraceae* (Айстрові). Терапевтичний ефект рослин роду *Tagetes L.* пов'язаний з наявністю біологічно активних речовин, зокрема каротиноїдів. Серед вивчених видів і сортів найперспективнішими каротиноїдоємними сортами є *T. patula nana L. var. Gold Kopfen* і *T. patula L. var. Superboy Orange*. Незважаючи на обсяг накопичених дослідниками знань щодо різних сортів *T. patula L.*, майже не вивчено вмісту каротиноїдів у рослинах окремих нових сортів, зокрема сорту "Super Hero Orange Flame" (виробник "Vegeta", Німеччина).

Мета дослідження – виявити і визначити кількісний вміст каротиноїдів у суцвіттях рослин *Tagetes patula L.* сорту "Super Hero Orange Flame".

Методи дослідження. Об'єктом дослідження слугували повітряно-сухі суцвіття культивованих рослин виду *T. patula L.* сорту "Super Hero Orange Flame", які було зібрано в період цвітіння на дослідній ділянці Буковинського державного медичного університету (Чернівці, Україна). Якісний склад каротиноїдів встановлювали методами тонкошарової хроматографії та спектрофотометрії екстрактів, отриманих при екстрагуванні сировини гексаном і 96 % етанолом. Для визначення кількісного вмісту суми каротиноїдів у суцвіттях рослин застосовували метод УФ-спектроскопії. Кількісне визначення суми каротиноїдів у перерахунку на β -каротин проводили методом зовнішнього стандарту.

Результати й обговорення. Для встановлення наявності каротиноїдів аналізували хроматограми екстрактів, отриманих при екстракції гексаном та етанолом. Гексановий екстракт містить не менше 7 речовин, а спиртовий – 10 речовин, які єлюються ліпофільним елюентом і проявляють відновні властивості. Для спектрофотометричного виявлення каротиноїдів досліджували екстракт рослинної сировини, одержаний при екстракції 96 % етанолом у розведенні 1:5. На ділянці від 400 до 510 нм спостерігали 2 виразні широкі смуги вбирання з максимумами при 442 та 468 нм, що підтвердило наявність речовин каротиноїдної природи у досліджуваному екстракті. Абсорбційний спектр гексанового екстракту чорнобривців суцвітть також мав типовий характер спектра каротиноїдів у видимому світлі. За результатами УФ-спектроскопії встановлено, що вміст суми каротиноїдів у перерахунку на β -каротин становив $(440 \pm 0,32)$ мг% сух. маси.

Висновки. Встановлено наявність каротиноїдів та визначено їх сумарний вміст у суцвіттях рослин виду *Tagetes patula L.* роду *Tagetes L.* сорту "Super Hero Orange Flame", зібраних на досліджуваній ділянці Буковинського державного медичного університету. Значний вміст каротиноїдів у суцвіттях рослин виду *T. patula L.* сорту "Super Hero Orange Flame" $(440 \pm 0,32)$ мг% сух. маси, на відміну від інших сортів цього ж виду, доводить перспективність проведення подальших досліджень рослин цього сорту як джерела каротиноїдів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: чорнобривці розлогі; сорт "Super Hero Orange Flame"; каротиноїди.

ВСТУП. Близько 25 % лікарських засобів, які застосовують у медичній практиці, отримують з лікарської рослинної сировини [1, 2]. Широке використання населенням лікарських рослин та засобів на їх основі зумовлене багатим на біологічно активні речовини (БАР) складом і комплексним впливом на організм. Комплекси БАР у рослинах мають вищий терапевтичний потенціал, аніж окремо виділена з рослинної сировини індивідуальна речовина. Тому у фармакотерапії багатьох захворювань фітопрепаратам віддає перевагу більшість пацієнтів [3].

© В. О. Грудько, О. О. Перепелиця, І. М. Яремій, К. П. Купчанко, 2024.

Перспективною сировиною для створення нових лікарських засобів є рослини роду *Tagetes L.* (Чорнобривці) з родини *Asteraceae* (Айстрові). У науковій літературі описано 59 видів чорнобривців, з яких на теренах України переважно культивують чорнобривці прямоствоячі (*Tagetes erecta L.*), чорнобривці розлогі (*Tagetes patula L.*), чорнобривці вузьколисті (*Tagetes tenuifolia L.*) [4–6]. Терапевтичний ефект рослин роду *Tagetes L.* пов'язаний з наявністю більше сотні БАР (тритерпеноїди, стероїди, алкалоїди, флавоноїди, каротиноїди, токофероли, сапоніни), мінералів (Se, Fe, P, Mg, K, Au, Zn), вітамінів (A, E, C, B₉, P) тощо [7]. Комплекси БАР, що наявні

в рослинах роду *Tagetes* L., проявляють антиоксидантну, протизапальну, ранозагоювальну, протимікробну, сечогінну дію [6, 8, 9]. Настої та відвари суцвіть і кореневищ із коренями рослин використовують як противірусні, діуретичні, жовчогінні, гепатопротекторні й глюкозознижувальні засоби, а також як засоби для покращення стану кровоносних судин, зору [10–15]. Травники здавна підмітили, що для настоїв та відварів потрібно використовувати рослини роду *Tagetes* L. оранжевого і жовтого кольорів. Каротиноїди, зокрема лютеїн, що містяться у чорнобривців суцвіттях, проявляють протизапальні властивості, знижують ризик розвитку катаракти, сприяють відновленню гостроти зору [16]. Науковим підтвердженням цього є представлені на фармацевтичному ринку України визнані препарати “Лютеїн для очей”, “Окуюайт Лютеїн Форте”, “Лютеїн Комплекс” та ін., які широко використовують в офтальмології для підвищення гостроти зору і покращення здатності розрізняти кольори [17].

Відомо, що накопичення БАР, зокрема і каротиноїдів, у рослинах залежить від виду, сорту рослин, фази вегетації, умов зростання, зберігання та інших чинників [18, 19]. З понад 600 форм і сортів рослин роду *Tagetes* L. дослідники ретельно вивчили кількісний вміст каротиноїдів в окремих сортах *T. patula nana* L. – Gold Kopfen, Orange Flame, Superboy Orange, Durango Red Mandarin, Fiesta, Carmen, Bolero, Танджерин, Cherry Lady, Регіон честі ((55,25±5,53)–(159,25±15,93) мг% сух. маси); *T. pilena* L. – Bronze, Valencia, Gnome ((35,75±3,58)–(272,31±12,33) мг%) і *T. erecta* L. – var. Hawaïi, Еквінокс, Lemon Drop [19–21]. Серед вивчених видів і сортів найперспективнішими каротиноїдовмісними сортами є *T. patula nana* L. var. Gold Kopfen ((159,25±15,93) мг% сух. маси) і *T. patula* L. var. Superboy Orange ((272,31±12,33) мг% свіжої маси). Незважаючи на обсяг накопичених дослідниками знань щодо різних сортів *T. patula* L., майже не вивчено вмісту каротиноїдів у рослинах окремих нових сортів *T. patula* L., зокрема сорту “Super Hero Orange Flame” (виробник “Benary”, Німеччина, 2018 р. селекції). Рослини сорту “Super Hero Orange Flame” є карликовими гібридами висотою 20...25 см німецької селекції з великими ажурними квітками, які широко культивує і використовує з профілактично-лікувальною метою населення краю. З огляду на це, актуальним є дослідження складу суцвіть *T. patula* L. сорту “Super Hero Orange Flame” для прогнозування можливої фармакологічної дії та як перспективного джерела каротиноїдів.

Мета дослідження – виявити і визначити кількісний вміст каротиноїдів у суцвіттях рослин

Tagetes patula L. сорту “Super Hero Orange Flame”.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Об'єктом дослідження слугували повітряно-сухі суцвіття культивованих рослин виду *T. patula* L. сорту “Super Hero Orange Flame”, які було зібрано в період цвітіння (липень – вересень 2023 р.) на дослідній ділянці Буковинського державного медичного університету (Чернівці, Україна). Сушили рослину сировину в сушильній шафі при температурі 35 °С.

Якісний склад каротиноїдів встановлювали методами тонкошарової хроматографії та спектрофотометрії екстрактів, отриманих при екстрагуванні сировини гексаном і 96 % етанолом. Хроматографування проводили на пластинках, вкритих силікагелем, виробництва фірми “Мерк” у системі гексан – метилово-третбутиловий етер (8:2). На лінію старту смугами наносили по 10 мкл екстрактів. Для проявлення пластини оббризували 10 % розчином кислоти фосфорномолібденової і нагрівали в сушильній шафі при температурі 60–80 °С упродовж 5 хв [22].

Для дослідження спектрів поглинання екстракти рослинної сировини готували таким чином:

А. Приготування спиртового екстракту чорнобривців квітів. 2,50 г подрібненої сировини чорнобривців суцвіть вносили в конічну колбу зі шліфом об'ємом 100 мл, додавали 30 мл екстрагенту (96 % етанол), перемішували, закривали і залишали настоюватися впродовж 3 діб. Отриманий екстракт декантували і фільтрували через паперовий фільтр “червона стрічка” в мірну колбу об'ємом 50 мл. До сировини додавали ще 15 мл етанолу і продовжували настоювати впродовж 2 діб. Екстракт декантували і фільтрували в ту саму мірну колбу. Колбу, залишок сировини та фільтр промивали маленькими порціями етанолу і доводили об'єм екстракту до 50 мл. Абсорбційні спектри спиртового екстракту, розведеного 96 % етанолом у 100 разів, знімали на спектрофотометрі СФ-46 у кюветках з товщиною шару 10 мм. Як контрольний розчин використовували 96 % етанол.

Б. Приготування гексанового екстракту чорнобривців суцвіть для виявлення каротиноїдів. 0,500 г подрібненої сировини чорнобривців суцвіть вносили в круглодонну колбу зі шліфом об'ємом 100 мл, додавали 30 мл гексану і кип'ятили зі зворотним холодильником упродовж 15 хв. Охолоджували, декантували і фільтрували гексановий екстракт через паперовий фільтр “червона стрічка” в мірну колбу об'ємом 50 мл. Екстракцію повторювали другою порцією гексану 15 мл. Колбу, сировину та фільтр промивали невеликими порціями гексану і доводили до

мітки. Абсорбційний спектр гексанового екстракту чорнобривців суцвіть, розведений гексаном у співвідношенні 1:20, знімали в межах 350–500 нм.

В. Приготування розчину стандартного зразка калію дихромату. Близько 0,0900 г калію дихромату вносили в мірну колбу об'ємом 250 мл, розчиняли у воді очищеній і доводили до мітки. Отриманий розчин за забарвленням відповідає розчину, що містить 0,00208 мг β-каротину в 1 мг.

Для визначення кількісного вмісту суми каротиноїдів у суцвіттях рослин застосовували метод УФ-спектроскопії, вимірюючи оптичну густину на спектрофотометрі СФ-46. Кількісне визначення суми каротиноїдів у перерахунок на β-каротин проводили методом зовнішнього стандарту відповідно до методики, описаної в літературі [19]. Як зовнішній стандарт використовували водний розчин калію дихромату з концентрацією 0,3600 г/л, оптична густина якого при λ=450 нм відповідає поглинанню 0,00208 мг β-каротину. Розрахунок проводили за формулою:

$$X_{\%} = \frac{A \cdot V_1 \cdot V_3 \cdot K \cdot 100}{A_{st} \cdot m_n \cdot V_2 \cdot (100 - W)},$$

де A – оптична густина досліджуваного розчину;

m_n – маса наважки чорнобривців квітів;

V_1 – об'єм мірної колби при приготуванні гексанового екстракту;

V_2 – об'єм аліквоти гексанового екстракту для приготування досліджуваного розчину;

V_3 – об'єм мірної колби другого розведення;

K – коефіцієнт перерахунку оптичної густини розчину калію дихромату на β-каротин;

W – втрата в масі при висушуванні досліджуваного зразка чорнобривців квітів.

Отримані результати обробляли статистично з використанням Microsoft Office Excell 2003.

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. Для встановлення наявності каротиноїдів у досліджуваній рослинній сировині аналізували хроматограми екстрактів, отриманих при екстракції гексаном та етанолом.

При перегляді у видимому світлі на хроматограмах обох екстрактів спостерігали плями яскраво-жовтого кольору з $R_f=0,73$ (рис. 1). На хроматограмі екстракту, отриманого при екстрагуванні 96 % етанолом, виявили оранжево-жовту смугу на лінії старту. Після оббризування 10 % розчином кислоти фосфорномолібденової і нагрівання в сушильній шафі при температурі 60–80 °С упродовж 5 хв на хроматограмах у видимому світлі спостерігали синьо-сірі смуги на жовто-зеленому тлі. На хроматограмі гексано-

вого екстракту виявили 7 смуг з $R_f=0,098; 0,12; 0,16; 0,25; 0,30; 0,55; 0,73$. На хроматограмі спиртового екстракту спостерігали смугу на лінії старту і 10 смуг з $R_f=0,069; 0,12; 0,17; 0,25; 0,30; 0,35; 0,55; 0,61; 0,73; 0,77$.

Найінтенсивнішими є плями з $R_f=0,55$. Отже, гексановий екстракт містить не менше 7 речовин, а спиртовий – 10 речовин, які елюються ліпофільним елюентом і проявляють відновні властивості, що дає змогу припустити наявність речовин із групи каротиноїдів.

Для спектрофотометричного виявлення каротиноїдів у чорнобривців суцвіттях досліджували спиртовий екстракт рослинної сировини. Спектр поглинання екстракту чорнобривців суцвіть 96 % етанолом, розведеного в 100 разів, на ділянці від 220 до 490 нм має декілька смуг вбирання (рис. 2). На ділянці 242–280 нм розташована смуга з максимумом при 258 нм, яка відповідає поглинанню суми фенольних сполук. На ділянці 320–390 нм розміщена широка смуга з максимумом при 365 нм, що вказує на наявність в екстракті флавоноїдних сполук. У видимому світлі поглинання зберігається на достатньо тривалій ділянці спектра і має невиразні смуги поглинання на ділянках 434–444 та 460–470 нм, що може свідчити про наявність в екстракті сполук із групи каротиноїдів. Для перевірки цього припущення ми дослідили абсорбційний спектр спиртового екстракту чорнобривців суцвіть, отриманого при екстракції 96 % етанолом у розведенні 1:5 на видимій ділянці спектра. В аналізованому спектрі на ділянці від 400 до 510 нм спостерігали 2 виразні широкі смуги вбирання з максимумами при 442 та 468 нм, характерні для каротиноїдів, що підтверджує наявність речовин каротиноїдної природи у досліджуваному екстракті. Також ми досліджували гексановий екстракт чорнобривців суцвіть. Абсорбційний спектр гексанового екстракту чорнобривців суцвіть мав типовий характер спектра каротиноїдів у видимому світлі (див. рис. 2). На ділянці 392–400 нм спостерігали невиразний перегин смуги вбирання. На ділянці 420–428 нм розташоване виразне плече смуги поглинання, яке переходить у широку інтенсивну смугу поглинання з максимумом при 444 нм. Ще одна, дещо слабша, але також доволі широка та інтенсивна, смуга вбирання мала максимум при 473 нм. Такий малюнок характерний для каротиноїдів, зокрема β-каротину, і підтверджує наявність каротиноїдів у досліджуваній сировині.

За результатами УФ-спектроскопії встановлено, що вміст суми каротиноїдів у перерахунок на β-каротин становив $(440 \pm 0,32)$ мг% сух. маси. Значний вміст каротиноїдів у суцвіттях рослин

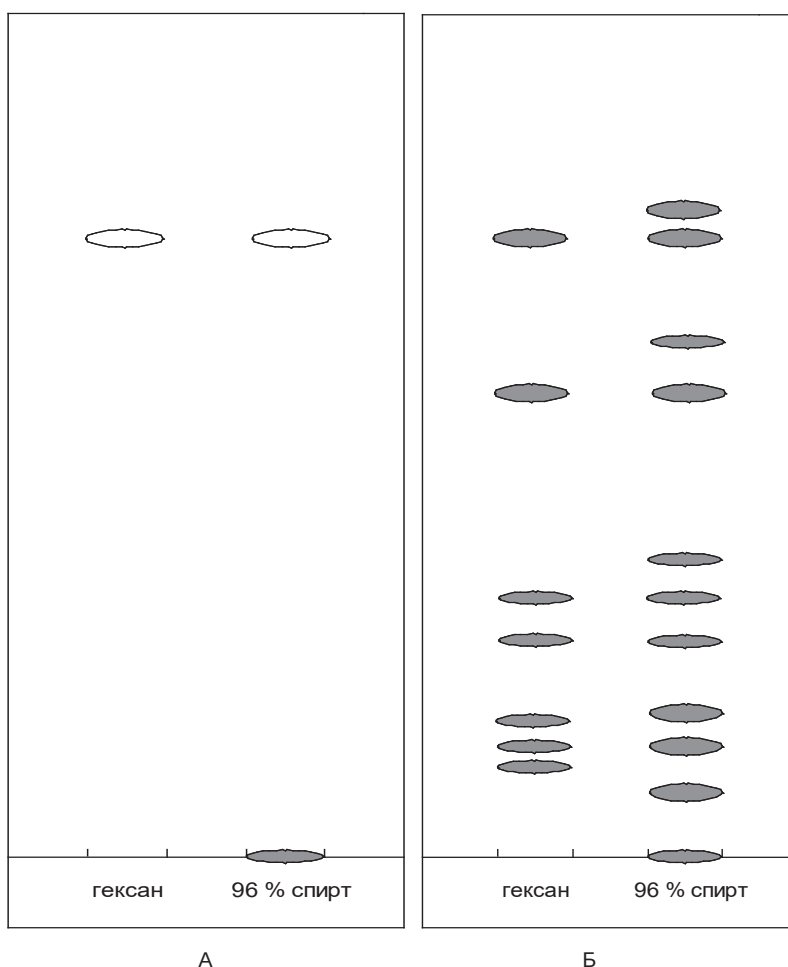


Рис. 1. Хроматограми екстрактів, отриманих при екстрагуванні чорнобривців суцвіть гексаном і 96 % етанолом (А) у видимому світлі та при проявленні 10 % розчином кислоти фосфорномолібденової (Б).

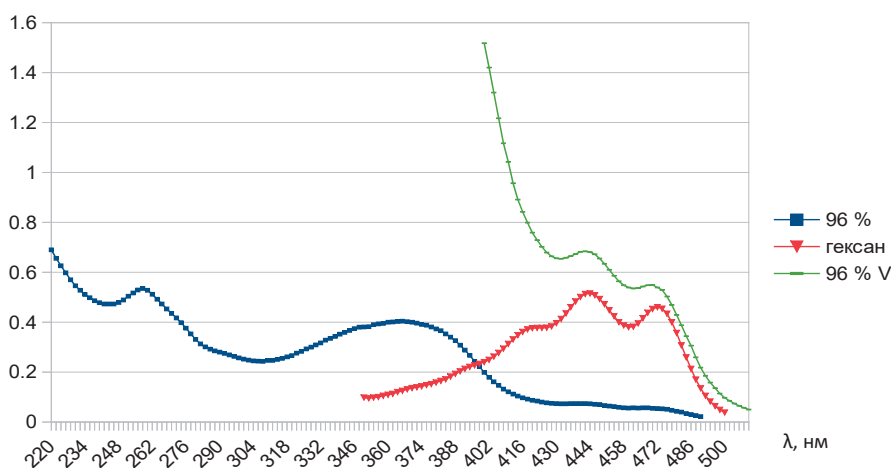


Рис. 2. Абсорбційні спектри в УФ-світлі екстракту суцвіть рослин *Tagetes patula* L. сорту "Super Hero Orange Flame" при екстрагуванні 96 % етанолом після розведення 1:100 та у видимому світлі після розведення 1:5, а також гексанового екстракту після розведення 1:20.

виду *T. patula* L. сорту "Super Hero Orange Flame", на відміну від інших сортів цього ж виду, доводить перспективність проведення подальших досліджень рослин цього сорту як джерела каротиноїдів.

ВИСНОВКИ. 1. Методами тонкошарової хроматографії та абсорбційної спектрофотометрії в суцвіттях рослин виду *Tagetes patula* L. роду *Tagetes* L. сорту "Super Hero Orange Flame" встановлено наявність каротиноїдів.

2. Сумарний вміст каротиноїдів у суцвіттях рослин виду *Tagetes patula* L. сорту “Super Hero Orange Flame”, зібраних на досліджуваній ділянці Буковинського державного медично-

го університету, становить $(440 \pm 0,32)$ мг% сух. маси.

3. Рослини виду *T. patula* L. сорту “Super Hero Orange Flame” є цінним джерелом каротиноїдів і потребують подальшого вивчення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гудзенко А. В. Вітчизняний ринок багатокомпонентних 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. Перспективи створення нових оригінальних препаратів на основі субстанцій рослинного походження / О. А. Рубан, С. А. Малиновська, Мурад Аль-Товайті, С. І. Маурець // Фітотерапія. Часопис. – 2012. – № 2. – С. 63–65.
4. Bioassay-guided isolation of antioxidant agents with analgesic properties from flowers of *Tagetes patula* [Text] / S. Faizi, A. Dar, H. Siddiqi [et al.] // Pharmaceutical Biology. – 2011. – **49**, No. 5. – P. 516–525.
5. Investigation into the antioxidant activity and chemical composition of alcoholic extracts from defatted marigold (*Tagetes erecta* L.) residue [Text] / Y. Gong, X. Liu, W. He [et al.] // Fitoterapia. – 2012. – **83**, No. 3. – P. 481–489.
6. Yasukawa, K. Effects of Flavonoids from French Marigold (Florets of *Tagetes patula* L.) on Acute Inflammation Model [Text] / K. Yasukawa, Y. Kasahara // International Journal Of Inflammation. – 2013. – **2013**. – P. 1–5.
7. Xu L .W. Phytochemicals and their biological activities of plants in tagetes L / L. W. Xu, J. Chen, Y. P. Shi // Chinese Herbal Medicines. – 2012. – No. 4 (2). – P. 103–117
8. Cushnie T .P. Antimicrobial activity of flavonoids / T. P. Cushnie, A. J. Lamb // International Journal of Antimicrobial Agents. – 2005. – No. 25. – P. 343–356.
9. Investigation into the antioxidant activity and chemical composition of alcoholic extracts from defatted marigold (*Tagetes erecta* L.) residue [Text] / Y. Gong, X. Liu, W. He // Fitoterapia. – 2012. – **83**, No. 3. – P. 481–489.
10. Ciccio J. F. A source of almost pure methyl chavicol: volatile oil from the aerial parts of *Tagetes lucida* (Asteraceae) cultivated in Costa Rica / J. F. Ciccio // Rev. Biol. Trop. – 2004. – **52** (4). – P. 853–857.
11. Phytochemicals and their biological activities of plants in tagetes L. / X. U. Li-wei, C. Juan, Q. I. Huanyang, S. H. I. Yan-ping // Chin. Herb. Med. – 2012. – No. 4 (2). – P. 103–117.
12. Машковська С. П. Чорнобривці – джерело ефективних ліків / С. П. Машковська, І. П. Григорюк // Фітотерапія. Часопис. – 2003. – № 4. – С. 41–47.
13. Chivde B. V. Evaluation of Hepatoprotective Activity of Flowers of “*Tagetes erecta* linn» / B. V. Chivde, K. V Biradar, R. S. Shiramane // International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives. – 2011. – **2** (2). – P. 692–695.
14. Chemical composition of *Tagetes patula* essential oil and its bioactivity against *Aedes aegypti* [Text] / A. Ali, N. Tabanca, B. Demirci [et al.] // Planta Med. – 2015. – **81**, No. 5.
15. Zuorro A. New functional food products containing lutein and zeaxanthin from marigold (*Tagetes erecta* L.) flowers [Text] / A. Zuorro, R. Lavecchia // Journal of Biotechnology. – 2010. – No. 150. – P. 296–296.
16. Stability and bioavailability of lutein ester supplements from *Tagetes flower* prepared under food processing conditions [Text] / M. Khalil, J. Raila, M. Ali [et al.] // Journal Of Functional Foods. – 2012. – **4**, No. 3. – P. 602–610.
17. Аналіз фармацевтичного ринку препаратів, що вміщують чорнобривці / І. М. Сахацька, О. М. Горшко, О. І. Захарчук [та ін.] // Сучасні досягнення фармацевтичної науки в створенні та стандартизації лікарських засобів і дієтичних добавок, що містять компоненти природного походження : матеріали III Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (Харків, 2 квіт. 2021 р.). – Харків : НФаУ, 2021. – С. 175–177.
18. Малюгіна О. О. Дослідження динаміки накопичення флавоноїдів у суцвіттях чорнобривців розлогих сорту “Голдкопфен” / О. О. Малюгіна, Г. П. Смойловська // Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій : матеріали шостої Міжнар. наук.-практ. конф. (Полтава, 26–27 груд. 2017 р.). – Лубни : Комунальне видавництво “Лубни”, 2018. – С. 171.
19. Визначення вмісту каротиноїдів у суцвіттях чорнобривців розлогих / О. О. Малюгіна, О. В. Мазулін, Г. В. Мазулін [та ін.] // Актуальні питання фармац. і мед. науки та практики. – 2013. – № 3 (13). – С. 89–91.
20. Фітохімічне дослідження каротиноїдовмісних видів роду *Tagetes* L. флори України / О. О. Малюгіна, О. В. Мазулін, Г. В. Мазулін, О. В. Гречана // Хімія природних сполук : матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф. (Тернопіль, 30–31 жовт. 2012 р.). – Тернопіль : ТДМУ, 2012. – С. 30–31.
21. Ramesh Kumar Saini. Quantitative Profiling of Carotenoids, Tocopherols, Phytosterols, and Fatty Acids in the Flower Petals of Ten Marigold (*Tagetes* spp. L.) Cultivars / Ramesh Kumar Saini, Hui-Yeon Ahn, Hui-Yeon Ahn, Ji-Won Shin, Jung-Hoon Lee, Ji-Woo Yu, Min-Ho Song, Young-Soo Keum and Ji-Ho Lee // Foods. – 2023. – № 12 (19). – С. 3549.
22. Практикум з ідентифікації лікарської рослинної сировини : навч. посіб. / [В. М. Ковальов, С. М. Марчишин, О. П. Хворост та ін.] ; за ред. В. М. Ковальова, С. М. Марчишин, О. П. Хворост, Т. І. Ісакової. – Тернопіль : ТДМУ, 2014. – 264 с.

REFERENCES

- Hudzenko, A.V., Tsurkan, O.O. & Kovalchuk, T.V. (2012). The domestic market of multicomponent medicinal products of plant origin: analysis of the state, structure and development prospects. *Pharmaceutical Journal*, 2012, 1, 8-12 [in Ukrainian].
- Baula, O.P., & Derkach, T.M. (2017). Quality assurance of medicinal products of plant origin: status and prospects. *Pharmaceutical Journal*, 2, 79-86 [in Ukrainian].
- Ruban, O.A., Malynovska, S.A., Murad Al-Tovaiti & Maurets, S.I. (2012). Prospects for the creation of new original drugs based on substances of plant origin. *Phytotherapy Magazine*, 2, 63-65 [in Ukrainian].
- Faizi, S., Dar, A., Siddiqi, H., Naqvi, S., Naz, A., Bano S. & Lubna, N. (2011). Bioassay-guided isolation of antioxidant agents with analgesic properties from flowers of *Tagetes patula* [Text]. *Pharmaceutical Biology*, 49 (5), 516-525.
- Gong, Y., Liu, X., He, W., Xu, H., Yuan, F., & Gao, Y. (2012). Investigation into the antioxidant activity and chemical composition of alcoholic extracts from defatted marigold (*Tagetes erecta* L.) residue [Text]. *Fitoterapia*, 83 (3), 481-489.
- Yasukawa, K. & Kasahara Y. (2013). Effects of Flavonoids from French Marigold (Florets of *Tagetes patula* L.) on Acute Inflammation Model [Text]. *International Journal of Inflammation*, 2013, 1-5.
- Xu, L.W., Chen, J. & Shi, Y.P. (2012). Phytochemicals and their biological activities of plants in *Tagetes* L. *Chinese Herbal Medicines*, 4 (2), 103-117.
- Cushnie, T.P. & Lamb, A.J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 25, 343-356.
- Gong, Y., Liu, X., He, W., Xu, H., Yuan, F. & Gao, Y. (2012). Investigation into the antioxidant activity and chemical composition of alcoholic extracts from defatted marigold (*Tagetes erecta* L.) residue [Text]. *Fitoterapia*, 83 (3), 481-489.
- Ciccio, J.F. (2004). A source of almost pure methyl chavicol: volatile oil from the aerial parts of *Tagetes lucida* (Asteraceae) cultivated in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop*, 52(4), 853-857.
- Li-wei, X.U., Juan, C., Huanyang, 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.
- Mashkovska, S.P. & Hryhoriuk, I.P. (2003). Marigolds are a source of effective medicine. *Phytotherapy Magazine*, 4, 41-47 [in Ukrainian].
- Chivde, B.V., Biradar, K.V. & Shiramane R.S. (2011). Evaluation of Hepatoprotective Activity of Flowers of "*Tagetes erecta* linn". *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, 2 (2), 692-695.
- Ali, A., Tabanca, N., Demirci, B., Amin, E. & Khan, I. (2016). Chemical composition of *Tagetes patula* essential oil and its bioactivity against *Aedes aegypti* [Text]. *Planta Med.*, 11 (10), 1535-1538.
- Zuorro, A. & Lavecchia, R. (2010). New functional food products containing lutein and zeaxanthin from marigold (*Tagetes erecta* L.) flowers [Text]. *Journal of Biotechnology*, 150, 296-296.
- Khalil, M., Raila, J., Ali, M., Islam, K., Schenk, R., Krause, J., ... Rawel, H. (2012). Stability and bioavailability of lutein ester supplements from *Tagetes* flower prepared under food processing conditions [Text]. *Journal of Functional Foods*, 4(3), 602-610.
- Sakhatska, I.M., Horoshko, O.M., Zakharchuk, O.I., Ezhned, M.A., Matushchak, M.A. & Mykhailiuk, N.V. (2021). Analysis of the pharmaceutical market of preparations containing marigolds. *Modern achievements of pharmaceutical science in the creation and standardization of medicines and dietary supplements containing components of natural origin*: Proceedings of the 3rd International Conference. Kharkiv, April 2. 2021 (pp.175-177). Kharkiv: NSU [in Ukrainian].
- Maliuhina, O.O., & Smoilovska, H.P. (2017). Study of the dynamics of flavonoid accumulation in inflorescences of spreading marigolds of the "Goldkopfen" variety. *Medicinal plant cultivation: from the experience of the past to the latest technologies*: Proceedings of the 6th International Conference. Poltava, December 27. 2017 (p.171). Lubny: Communal publishing house "Lubny" [in Ukrainian].
- Maliuhina, O.O., Mazulin, O.V., Mazulin, H.V., Smoilovska, H.P., & Lohvin, P.A. (2013). Determination of the content of carotenoids in the inflorescences of marigolds. *Current Issues of Pharmaceutical and Medical Science and Practice*, 3(13), 89-91 [in Ukrainian].
- Maliuhina, O.O., Mazulin, O.V., Mazulin, H.V. & Hrechana, O.V. Phytochemical study of carotenoid-containing species of the genus *Tagetes* L. flora of Ukraine. *Chemistry of natural compounds*: Proceedings of the Conference Name. Ternopil, October 30-31. 2012. (pp.30-31). Ternopil: Ukrmedknyha [in Ukrainian].
- Saini, Ramesh Kumar, Ahn, Hui-Yeon, Shin, Ji-Won, Lee, Jung-Hoon, Yu, Ji-Woo, Song, Min-Ho, Keum, Young-Soo & Lee, Ji-Ho. (2023)/ Quantitative Profiling of Carotenoids, Tocopherols, Phytosterols, and Fatty Acids in the Flower Petals of Ten Marigold (*Tagetes* spp. L.) Cultivars. *Foods*, 12(19), 3549.
- Kovalov, V.M., Marchyshyn, S.M., Khvorost, O.P. & Isakova, T.I. (2014). *Practice on identification of medicinal plant raw materials: manual*. Ternopil: TSMU [in Ukrainian].

Отримано 08.02.2024

Адреса для листування: О. О. Перепелиця, Буковинський державний медичний університет, Театральна площа, 2, Чернівці, 58002, Україна, e-mail: perepelytsia.olesia@bsmu.edu.ua.

CAROTENOIDS CONTENT IN THE INFLORESCENCES OF *TAGETES PATULA* L.

Summary

Introduction. Plants of the Asteraceae family of the genus *Tagetes* L. (Marigold) are considered highly potent raw materials for the development of new remedies. The therapeutic activity of *Tagetes* L. is based on some bio-active compounds, such as carotenoids, present in their tissues. Among others, the most promising carotenoid-containing species are *T. patula* nana L. var. Gold Kopfen and *T. patula* L. var. Superboy Orange. Despite massive data about the content of carotenoids in different varieties of *T. patula* L., the content of carotenoids in some newly developed varieties, including "Super Hero Orange Flame" (by Benary, Germany), still needs to be determined.

The aim of the study – to determine a quantitative content of carotenoids in the inflorescences of *Tagetes patula* L., variety "Super Hero Orange Flame".

Research Methods. The study was conducted on the air-dry inflorescences of the cultivated *T. patula* L. plants (variety "Super Hero Orange Flame") collected during blooming at the experimental plot of Bukovynian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine). Thin-layer chromatography (TLC) and spectrophotometry of the extractions obtained using hexane and 96 % ethanol were employed to find a qualitative composition of carotenoids, and UV-spectroscopy was used to establish their quantitative content. The total content of carotenoids in the mixture was recalculated to β -carotene using an internal standard.

Results and Discussion. A mixture of carotenoids was analyzed in the hexane and ethanolic extractions from the inflorescences. As a result, at least seven and ten compounds were identified in the hexane and ethanolic extractions, respectively. All these compounds are identified in the lipophilic eluents and exhibit reductive properties. The spectrophotometrical analysis of an extraction obtained after treating the mixture with the 96 % ethanol followed by a 1:5 dilution of the extraction with the same ethanol showed two distinct absorption bands with maximums at 442 and 468 nm, which proves the presence of some carotenoids in the extraction. A visible-band absorption pattern of the hexane extraction is also typical for a mixture of carotenoids.

The UV-spectrometry proves that the mass content of carotenoids in the mixture is (440 ± 0.32) mg% of dry weight as recalculated to β -carotene.

Conclusions. It has been found that the inflorescences of the species *Tagetes patula* L., genus *Tagetes*, variety "Super Hero Orange Flame", collected at the experimental plot of Bukovynian State Medical University, contain a significant amount of carotenoids (440 ± 0.32) mg% of dry weight. Therefore, this variety can be further studied as a potential source of carotenoids.

KEY WORDS: French Marigold; variety "Super Hero Orange Flame"; carotenoids.