

О. О. Малюгіна, О. В. Мазулін, Г. В. Мазулін

## ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ ФЛАВОНОЇДІВ У СУЦВІТТЯХ ЧОРНОБРИВЦІВ РОЗЛОГИХ І ПРЯМОСТОЯЧИХ

Запорізький державний медичний університет

**Ключові слова:** флавоноїди, чорнобривці, *Tagetes patula*, *Tagetes erecta*.

Методом спектрофотометрії на приладі Specord-200 Analytic Jena UV-vis при довжині хвилі 256 нм встановили, що найбільші концентрації біологічно активних флавоноїдів накопичують суцвіття сортів роду *Tagetes L.* – *T. patula nana L.* Орандж флейм (5,92±0,26%) та *T. erecta L.* Гаваї (5,62±0,29%).

### Определение количественного содержания флавоноидов в соцветиях бархатцев раскидистых и прямостоящих

Е. А. Малюгина, А. В. Мазулин, Г. В. Мазулин

Методом спектрофотометрии на приборе Specord-200 Analytic Jena UV-vis при длине волны 256 нм установили, что наибольшие концентрации биологически активных флавоноидов накапливают соцветия сортов рода *Tagetes L.* – *T. patula nana L.* Орандж флейм (5,92±0,26%) и *T. erecta L.* Гаваи (5,62±0,29%).

**Ключевые слова:** флавоноиды, бархатцы, *Tagetes patula*, *Tagetes erecta*.

### Quantified content of flavonoids in the inflorescences of *Tagetes patula* and erect

Е. А. Малукина, А. В. Мазулин, Г. В. Мазулин

Spectrophotometry analysis was carried out using a Specord-200 Analytic Jena UV-vis with wave-length 256 nm. We determined, that active flavonoids mostly contain in the inflorescences of the cultivars of the genus *Tagetes L.*, such as *T. patula nana L.* «Orange flamme» (5,92±0,26%) and *T. erecta L.* «Hawaii» (5,62±0,29%).

**Key words:** flavonoids, marigold, *Tagetes patula*, *Tagetes erecta*.

Рід чорнобривців (*Tagetes*) належить до родини айстрових (*Asteraceae*), триби *Tagetae* [9]. До роду, батьківщиною якого є Центральна Америка, відноситься майже 56 видів і понад 600 форм і сортів рослин, поширених мало не по всьому світу [17]. Серед них найчастіше трапляються такі види, форми та сорти як *Tagetes patula L.* (розлогі) та *T. erecta L.* (прямостоячі) [7,13].

Чорнобривці (розлогі чи відхилені, низькорослі та високорослі форми) – однорічні трав'янисті рослини, 20–60 (100) см заввишки. Мають прямостояче стебло, що сильно розгалужується від самої основи, з розлогими або піднятими гілками, округле, ребристе, часто фіолетове або червоно-коричневе. Кут відхилення гілок прямий знизу та гострий зверху, гілки 1-го порядку вищі за головне стебло. Листки темно- або світло-зелені, супротивні чи почергові, нижні – короткочерешкові, середні та верхні – сидячі, всі листки перисто-розсічені, з лінійно-ланцетними, на верхівці загостреними, по краю гостро-пилчасто-зубчастими частками, 5–7 мм завширшки. Суцвіття – кошики – діаметром 4–6 см, прості, напівмахрові чи махрові. Кошики поодинокі на кінцях стебел і гілок; ніжки під кошиками трохи потовщені, голі. Обгортка блідо-зелена, складається із 7–8 лінійних, майже до верху зрощених листочків; 15–20 мм завтовшки, 7–10 мм завширшки, з вільними, ланцетними, загостреними зубчиками на верхівці. Квітки у кошику світло- або яскраво-жовті, світло- та яскраво-помаранчеві та червоно-коричневі; крайові – нечисленні язичкові, розміщені по краю спільного квітколожа в 1–3 ряди; серединні трубчасті квітки займають його пласку частину. Сім'янки лінійні, 0,8–0,9 см завдовжки та 1,5–2 мм завширшки; чорні, пласкі, покриті невеликими

притиснутими волосками або голі. Чубчик – із 3–8 нерівних білих, по краю бахромчатих, вільних або зрощених на верхівці довгоостистих лусок [1,6,7].

Чорнобривці прямостоячі великоквіткові – однорічні, мало кущисті, більш-менш опушені рослини із прямостоячим, 50–150 см заввишки, від середини розгалуженим стеблом і нечисленними, спрямованими вгору гілками. Форма куща зворотно-пірамідальна. Гілки 1-го порядку відхиляються від головного стебла під гострим кутом і за висотою такі самі або вищі за нього. Усі гілки опушені та мають ребристу поверхню. Листки супротивні, нижні – короткочерешкові, середні; верхні – сидячі, непарноперисторозсічені, з більшою кінцевою і трохи меншими бічними, ланцетними або широко ланцетними, по краю з нерівними гострозубчастими частками, 9–15 см завдовжки та 5,5–8,5 см завширшки. Суцвіття – кошик, що розташований поодинокі на кінцях булависто потовщених стебел і гілок, діаметр – 5–10 см, густо махрові, напівмахрові та прості, на сильно бокальчатоподібно потовщених порожніх ніжках. Махровість несправжня, у махрових суцвітть збільшена кількість рядів язичкових квіток чи збільшені вінчики трубчастих. Обгортка кошиків складається з 5 зрослих, на верхівці трикутно загострених листочків близько 20 мм завдовжки, 10–15 мм завширшки, довгасто-циліндрична, трохи граниста. Язичкові квітки у кошику – від блідо-жовтих до темно-оранжевих, 2,5–3 см завдовжки, розміщені по краю квітколожа у кілька рядів; їхні язички обернено-яйцевидні; трубчасті (9–10 мм завдовжки) із 5-зубчастим відгином жовті квітки займають центральну частину спільного квітколожа. Сім'янки лінійні, 8–11 мм завдовжки, близько 1 мм завширшки, чорні або бурі, укріті



короткими буруватими, спрямованими вгору волосками, до основи звужені, на верхівці – з чубком, утвореним плівочками, зрослими тупими і вільними загостреними [1,6,7].

Останніми роками інтенсивно вивчають хімічний склад і біологічну активність рослин роду *Tagetes L.* Чорнобривці містять більше ніж 100 біологічно активних вторинних метаболітів: фенольних похідних, фенілпропаноїдів, похідних тіофену та бензофурану, тритерпеноїдів, стероїдів, алкалоїдів, флавоноїдів, каротиноїдів тощо [18].

Біологічно активні каротиноїди, флавоноїди, ефірна олія, гідроксикоричні кислоти, вітаміни та полісахариди, що наявні у суцвіттях і траві видів, форм і сортів роду *Tagetes L.*, виявляють виражену антиоксидантну, протизапальну, ранозагоювальну, протимікробну, цукрознижувальну, сечогінну дії [10].

Рослини роду чорнобривці відомі застосуванням у медицині та народному господарстві, зокрема як лікарські з високою ранозагоювальною, гепатозахисною, холеретичною та адаптогенною діями; як джерело ефірної олії, що має інсектицидні властивості та використовується у парфумерній та інших галузях промисловості; як джерело каротиноїдів. У науковій медицині застосування рослин пов'язано з наявністю біологічно активних каротиноїдів, флавоноїдів та ефірної олії. Препарати Лютеїн, Лютеїн Форте, Лютеїн Комплекс, Лютеїн для очей і Окювайт лютеїн широко використовують в офтальмології для підвищення гостроти зору, нормалізації функції ока, покращення здатності розрізняти кольори [2]. У традиційній медицині чорнобривці також використовуються для лікування захворювань шлунково-кишкового тракту, шкірних захворювань і порушень роботи печінки, а також деяких інших хвороб [3].

Настій чорнобривців використовують як тонізуючий, противірусний, протизапальний, цукрознижувальний, жовчогінний і гепатозахисний засіб, а також для лікування застуди, головного та менструального болю, шлунково-кишкових захворювань [9].

Екстракти використовують для лікування виразкової хвороби шлунка та дванадцятипалої кишки [3].

У сучасній народній медицині Мексики й Індії найпопулярнішими є настої та відвари суцвіть і кореневих частин рослин, які використовують як діуретичні, жовчогінні засоби, а також такі, що поліпшують стан шкіри, нормалізують зір і сприяють загоєнню ран [3].

Одними із основних компонентів рослин роду *Tagetes L.* є біологічно активні флавоноїди – природні фенольні сполуки, похідні флавону, що виявляють у клітинному соку майже всіх вищих рослин. Вони є терморегуляторами, беруть участь в окислювально-відновлювальних процесах [4]. В основі цих фенольних сполук знаходиться дифенілпропановий скелет  $C_6-C_3-C_6$ . Залежно від структури флавоноїди поділяють на катехіни, лейкоантоціанідини, антоціанідини, флаванони, флаваноноли-3, флавоноли і флаваноли, халкони і дигідрохалкони, аурони, ізофлавоноли [5,15]. Відомі близько 3000 різноманітних флавоноїдів [15].

Ці речовини широко представлені у фотосинтезуючих клітинах, а тому дуже поширені у рослинному світі. Вони містяться у плодах, овочах, горіхах, насінні, стеблах і квітках, а також у чаї, вині, прополісі та меду та є звичайною

складовою у харчуванні людини [10].

Флавоноїди квіток забезпечують привабливе для запилювачів забарвлення. Функція флавоноїдів у листі – захист від впливу патогенних грибів, УФ-випромінювання та інших шкідливих факторів. Вони також беруть участь у фотосенсибілізації, енергетичному транспорті, дії рослинних гормонів росту та регуляторів росту, контролі дихання та фотосинтезі, морфогенезі та визначенні статі [10].

Біохімічний ефект флавоноїдів – це переважно вплив на ферменти та гормони. Флавоноїди інгібують альдоредуктазу, ксантиноксидазу, фосфодіестеразу,  $Ca^{2+}$ -АТФазу, ліпооксигеназу та циклооксигеназу. Кверцетин, мірцин і кемпферол пригнічують аденозиндеаміназу ендотеліальних клітин [11, 15].

Ця група речовин має протизапальну, естрогенну, антимікробну, противірусну, протигрибкову, протиалергічну дію, антиоксидантну активність та інгібує певну кількість ферментів [10,15]. Незаміщене ядро флавону («chromocog») і його комбінація з рутином та ізокверцетином («flavocog») використовуються у лікуванні атеросклерозу. Деякі інші флавоноїди мають вплив на серцево-судинну систему (антиаритмічний, судиннорозширювальний ефекти). Також деякі з них мають противиразкову, гепатопротекторну, антинеопластичну та антиоксидантну активність [15].

З різних видів чорнобривців виділено до 49 флавоноїдів у формі агліконів і глікозидів [18].

Флавоноїдам чорнобривців властивий широкий спектр біологічної активності. Так, різноманітні екстракти з чорнобривців розлогих і прямостоячих, згідно з сучасними даними, дозозалежно пригнічують ріст бактерій *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* тощо [12,14,16], мають гепатопротекторну дію [9,12], а також протигрибкові, інсектицидні, антиоксидантні та деякі інші властивості [18].

Однак нині майже не вивченим є хімічний склад і вміст цих сполук у суцвіттях і траві найбільш перспективних каротиноїдовмісних форм і сортів *Tagetes patula nana L.* (*Gold Kopfen*, *Orange flamme*, *Mandarin*, *Fiesta*) і *Tagetes erecta L.* (*Hawaii*, *Lemon Drop*), які виявляють виражену протизапальну, гепатозахисну та ранозагоювальну дію в експериментах на лабораторних тваринах.

Рослини роду *Tagetes L.* потребують поглибленого вивчення як перспективне джерело багатьох біологічно активних флавоноїдів.

## МЕТА РОБОТИ

Дослідити кількісний вміст флавоноїдів у суцвіттях чорнобривців розлогих і прямостоячих сортів Голдкопфен, Орандж флейм, Еквінокс і Гаваї. Визначити найперспективніші для отримання лікарських засобів форми і сорти.

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктами дослідження були суцвіття рослин роду *Tagetes L.*: *T. patula L.* – *T. patula nana L.* (сорт Голдкопфен та Орандж флейм), а також *T. erecta L.* (сорт Гаваї та Еквінокс), що зібрані у період цвітіння (липень-вересень) 2010–2012 рр. на території різних регіонів України.

Вміст суми флавоноїдів у рослинах роду *Tagetes L.* із різних місць заготівлі у перерахунку на патулетин ( $\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$ ,  $\mu=6$ ), %

| Досліджувана рослинна сировина        | Місце заготівлі                           | Концентрація флавоноїдів, % |
|---------------------------------------|---|-----------------------------|
| <i>T. patula nana L.</i> Голдкопфен   | м. Василівка, Запорізька обл.             | 4,85±0,17                   |
| <i>T. patula nana L.</i> Голдкопфен   | м. Бердянськ, Запорізька обл.             | 4,83±0,16                   |
| <i>T. patula nana L.</i> Голдкопфен   | м. Харків, Харківська обл.                | 4,82±0,16                   |
| <i>T. patula nana L.</i> Голдкопфен   | м. Нікополь, Дніпропетровська обл.        | 4,84±0,17                   |
| <i>T. patula nana L.</i> Орандж флейм | м. Гуляйполе, Запорізька обл.             | 5,92±0,26                   |
| <i>T. patula nana L.</i> Орандж флейм | м. Запоріжжя, Запорізька обл.             | 5,89±0,25                   |
| <i>T. patula nana L.</i> Орандж флейм | м. Горлівка, Донецька обл.                | 5,90±0,26                   |
| <i>T. patula nana L.</i> Орандж флейм | м. Дніпропетровськ, Дніпропетровська обл. | 5,88±0,25                   |
| <i>T. erecta L.</i> Гаваї             | м. Бердянськ, Запорізька обл.             | 5,57±0,28                   |
| <i>T. erecta L.</i> Гаваї             | м. Василівка, Запорізька обл.             | 5,62±0,29                   |
| <i>T. erecta L.</i> Гаваї             | м. Лозова, Харківська обл.                | 5,57±0,28                   |
| <i>T. erecta L.</i> Гаваї             | м. Донецьк, Донецька обл.                 | 5,61±0,29                   |
| <i>T. erecta L.</i> Еквінокс          | м. Запоріжжя, Запорізька обл.             | 5,46±0,25                   |
| <i>T. erecta L.</i> Еквінокс          | м. Василівка, Запорізька обл.             | 5,50±0,25                   |
| <i>T. erecta L.</i> Еквінокс          | м. Нікополь, Дніпропетровська обл.        | 5,50±0,25                   |
| <i>T. erecta L.</i> Еквінокс          | м. Горлівка, Донецька обл.                | 5,43±0,24                   |

Для кількісного визначення суми флавоноїдів у зразках використовували методику спектрофотометричного аналізу.

Близько 0,1 г (точна наважка) подрібнених частин вносили до конічної колби ємністю 100 мл, двічі екстрагували 96% спиртом протягом 30 хв, фільтрували. Охолоджували та доводили об'єм тим же розчинником до мітки, перемішували. 15 мл розчину переносили до мірної колби ємністю 50 мл, доводили об'єм 96% спиртом до мітки. Вимірювали оптичну густину отриманого розчину на приладі Specord-200 Analytic Jena UV-vis при довжині хвилі 256 нм у кюветі із шаром завтовшки 10 мм.

Одночасно за таких самих умов вимірювали оптичну густину робочого стандартного зразка (РСЗ) патулетину.

Як розчин порівняння використовували 96% спирт.

Вміст флавоноїдів (%) у перерахунку на патулетин розраховували за формулою:

$$X = \frac{D_1 \cdot m_0 \cdot 100 \cdot 100}{D_0 \cdot m_1 \cdot (100 - W)}$$

де  $D_1$  – оптична густина досліджуваного розчину;

$D_0$  – оптична густина РСЗ патулетину;

$m_1$  – наважка сировини, г;

$m_0$  – наважка РСЗ патулетину, г;

$W$  – втрата у масі під час висушування, %.

Вміст суми флавоноїдів у перерахунку на патулетин має бути не менше ніж 4,00%.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Рослинну сировину досліджуваних каротиноїдовмісних видів і сортів екстрагували за описаною методикою. Кількісний вміст суми біологічно активних флавоноїдів визначали у етанольному екстракті за допомогою методу спектрофотометрії.

Найбільший кількісний вміст флавоноїдів визначили у суцвіттях рослин сорту *T. patula nana L.* Орандж флейм – 5,92±0,26%, дещо менший – у рослинах роду *T. erecta L.* сортів Гаваї та Еквінокс – 5,62±0,29% та 5,50±0,25% відповідно. Найменше флавоноїдів міститься у суцвіттях

*T. patula nana L.* Голдкопфен – 4,85±0,17%. Результати наведено у таблиці 1.

За результатами дослідження, найперспективнішими для отримання біологічно активних флавоноїдів є рослини виду *T. patula L.*, а саме низькорослий сорт *T. patula nana L.* Орандж флейм; з рослин роду *T. erecta L.* найбільш перспективним є сорт Гаваї.

### ВИСНОВКИ

Виконали спектрофотометричне дослідження рослин роду чорнобривці (*Tagetes L.*) видів *T. patula L.* та *T. erecta L.*, зібраних на території України, на кількісний вміст біологічно активних флавоноїдів.

Встановили, що найбільш перспективними є рослини виду *T. patula L.*, а саме низькорослий сорт *T. patula nana L.* Орандж флейм (до 5,92±0,26%), а також *T. erecta L.* Гаваї (5,62±0,29%).

Форми та сорти видів *T. patula L.* і *T. erecta L.* є перспективними для отримання біологічно активних флавоноїдів і лікарських засобів на їх основі.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Головкин Б.Н. Декоративные растения СССР / Б.Н. Головкин, Л.А. Китаева, Э.П. Немченко. – М.: Мысль, 1986. – С. 268–270.
2. Компендиум 2011 – лекарственные препараты / под ред. В.Н. Коваленко, А.П. Викторова. – К.: МОРИОН, 2011. – 2270 с.
3. Мазулин А.В. Выращивание лекарственных растений на приусадебных участках / А.В. Мазулин, Н.А. Калошина. – Х.: Прапор, 2011.
4. Муравьева Д.А. Фармакогнозия: учебник / Д.А. Муравьева, И.А. Самылина, Г.П. Яковлев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2002. – 656 с.
5. Сербін А.Г. Фармацевтична ботаніка: підручник / А.Г. Сербін, Л.М. Сіра, Т.О. Слободянюк; за ред. Л.М. Сірої. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2007.
6. Флора БССР / под ред. М.П. Томина. – Минск: Издательство АН БССР, 1959. – Т. V.
7. Флора УРСР / за ред. д. біол. н. О.Д. Віслюкіної. – К.: Видавництво АН УРСР, 1962. – Т. XI.
8. 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. – Vol. 2 (2). – P. 692–695.
9. 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. – Vol. 52(4). – P. 853–857.
10. Cushnie T.P. Antimicrobial activity of flavonoids / T.P. Cushnie, A.J. Lamb // International Journal of Antimicrobial Agents. – 2005. – № 25. – P. 343–356.
11. Giri R.K. Hepatoprotective activity of *Tagetes erecta* against carbon tetrachloride-induced hepatic damage in rats / R.K. Giri, A. Bose, S.K. Mishra // Acta Polonie Pharmaceutica – Drug Research. – 2011. – Vol. 68. – № 6. – P. 999–1003.
12. In Vitro Anti Bacterial Potential of Different Extracts of *Tagetes Erecta* and *Tagetes Patula* / R. Jain, N. Katare, V. Kumar et al. // Journal of National Sciences Research. – 2012. – Vol. 2. – № 5. – P. 84–90.
13. Karyotype studies on *Tagetes erecta* L. and *Tagetes patula* L. / P. Zhang, L. Zeng, Y.X. Su, X.W. Gong, X.S. Wang // African Journal of Biotechnology. – 2011. – Vol. 10 (72). – P. 16138–16144.
14. Kiranmai M. Anti Bacterial Potential Of Different Extracts of *Tagetes Erecta* Linn / M. Kiranmai, M. Ibrahim // International Journal of Pharmacy. – 2012. – № 2 (10). – P. 90–96.
15. Raj Narayana K. Bioflavonoids classification, pharmacological biochemical effects and therapeutic potential / K. Raj Narayana, M. Spiral Reddy, M.R. Chaluvadi, D.R. Krishna // Indian Journal of Pharmacology. – 2001. – № 33. – P. 2–16.
16. Rhama S. Antibacterial Activity of the Flavonoid, patulitrin isolated from the flowers of *Tagetes erecta* L / S. Rhama, S. Madhavan // International Journal of PharmTech Research. – 2011. – Vol. 3. – № 3. – P. 1407–1409
17. Shahzadi I. Optimization of DNA extraction from seeds and fresh leaf tissues of wild marigold (*tagetes minuta*) for polymerase chain reaction analysis / I. Shahzadi, R. Ahmed, A. Hassan, M.M. Shah // Genetics and Molecular Research. – 2010. – Vol. 9 (1). – P. 386–393.
18. 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. – № 4 (2) – P. 103–117.

**Відомості про авторів:**

Малюгіна О.О., ст. лаборант каф. фармакогнозії, фармацевтичної хімії та технології ліків ФПО ЗДМУ.

Мазулін О.В., д. фарм. н., професор, зав. каф. фармакогнозії, фармацевтичної хімії та технології ліків ФПО ЗДМУ.

Мазулін Г.В., к. фарм. н., асистент каф. фармакогнозії, фармакології та ботаніки ЗДМУ.

Поступила в редакцію 12.06.2013 г.