ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ПРИЙМОЧОК КРОКУСУ ПОСІВНОГО (ШАФРАНУ) З УКРАЇНИ**Ключові слова:** шафран, *Crocus sativus*, ISO 3632, пікрокроцин, кроцин, шафраналь, кількісне визначенняО. О. МЫКНАЙЛЕНКО (<https://orcid.org/0000-0003-3822-8409>)

National University of Pharmacy, Kharkiv

INVESTIGATION OF THE BIOLOGICAL ACTIVE COMPOUNDS OF *CROCUS SATIVUS* STIGMAS (SAFFRON) FROM UKRAINE**Key words:** saffron, *Crocus sativus*, ISO 3632, picrocrocin, crocin, safranal, quantitative determination

Шафран є однією з найдорожчих та унікальних спецій у світі, яку отримують із квітів *Crocus sativus* (*Iridaceae*) [1]. Крокус культивують у таких країнах як Іран, Індія, Італія, Пенсільванія, Іспанія, Португалія, Греція, Марокко, Туреччина і деякі райони Китаю [2, 3]. У 2015 р. у Херсонській області було розпочато культивування шафрану для харчових цілей [4], а з 2018 р. вирощування культури було розпочато і в інших областях України. Клімат та ґрунти у різних областях країни відрізняються за складом та родючістю, окрім того, фермери дотримуються різних методів висадки, оброблення та сушіння приймочок шафрану. Тобто фактори, які безпосередньо впливають на вміст основних біологічно активних речовин (БАР) у сировині [5, 6], відрізняються. Актуальним є дослідження вмісту БАР шафрану, вирощеного у різних регіонах України. Останнім часом попит на шафран зростає завдяки сучасним дослідженням його фармакологічних властивостей [1]. Для екстрактів та чистих речовин із *C. sativus* встановлено антиоксидантну, антипаразитарну, гіполіпідемічну, гіпотензивну, імунomodulatory, антимікробну, протипухлинну, антидепресантну дію. Цей спектр дій зумовлено складом БАР приймочок [1, 3, 5, 6], серед яких: кроцетин, кроцин, лікопін, зеаксантин, α , β , γ -каротин; *p*-кумарова, ванілова, 3-гідрокси-4-метоксибензойна кислоти, пірогалол, галова кислота, мангі-кроцин, емодин, 2-гідроксиемодин, шафраналь, β -пінен, 1,8-цінеол, пікрокроцин; крокусатини; 3-гідрокси- β -іонон, цукри, кальцій, калій, фосфор та ін. Застосування шафрану як гомеопатичного засобу описано у «Saffron for homeopathic preparations» у Європейській Фармакопеї 9th [7], а монографія на лікарська рослинну сировину «Crocus. Safran» входить до складу фармакопеї Німеччини (DAB) [8].

Відсотковий вміст компонентів у приймочках *C. sativus* вар'юється залежно від методів культивування та географічного розташування [3, 5]. Для їх аналізу та виділення застосовують декілька методів: HPLC, HPTLC, UPLC та ін. УФ-Вид-спектроскопія (UV-Vis) пропонує набагато дешевший варіант ідентифікації спецій і є галузевим стандартом для шафрану відповідно до ISO 3632 [9, 10] та регулює його тестування. Метою роботи було встановлення вмісту основних БАР – кроцину, шафраналю та пікрокроцину у приймочках крокусу (шафрану), що було вирощено у різних областях України, відповідно до вимог ISO 3632.

Матеріали та методи дослідження

Рослинний матеріал. Приймочки шафрану (*Crocus sativus* L.) було заготовлено у Херсонській, Запорізькій, Вінницькій, Одеській, Чернігівській областях Украї-

ни у 2018 р. Квіти відбирали вручну, після чого приймочки відокремлювали вручну і просушували. Також досліджували показники комерційного шафрану з Італії (Migros Bio, 2018).

Аналітичні методи. Дослідження виконували відповідно до методів аналізу ISO 3632 [9, 10]. Здійснили такі дослідження: опис зовнішнього вигляду цілих приймочок шафрану; втрата в масі під час висушування; масова частка загальної золи; кількісне визначення основних БАР виконували методом адсорбційної спектрофотометрії в ультрафіолетовій і видимій областях на спектрофотометрі Evolution 60S UV – Visible Spectrophotometer (США). Методику засновано на тому, що у отриманого водного витягу з приймочок крокусу вимірюють оптичну густину за довжини хвилі від 200 до 700 нм відносно компенсаційного розчину, яким є вода. За визначенням питомого показника поглинання ($E_{1cm}^{1\%}$) для кроцину за довжини хвилі 440 нм визначають інтенсивність забарвлення, для шафраналю за довжини хвилі 330 нм визначають аромат, для пікрокроцину за довжини хвилі 257 нм визначають гіркоту випробовуваного розчину у перерахунку на суху сировину та розраховують за формулою:

$$E_{1cm}^{1\%}(\lambda_{\max}) = \frac{(A \times 10000)}{(m \times (100 - W))},$$

де A – оптична густина випробовуваного розчину за довжини хвилі 257 нм для пікрокроцину, 330 нм для шафраналю, 440 нм для кроцину;

10 000 – повне розведення витягу;

m – маса наважки випробовуваної сировини, г;

W – втрата в масі під час висушування випробовуваної сировини, %.

Статистичне оброблення даних виконували відповідно до вимог ДФУ, 1-е вид., доп. 1, п. 5.3, використовуючи програмне забезпечення Microsoft Office Excel 7.0.

Результати дослідження та обговорення

Якість шафрану визначається за вмістом основних діючих речовин – кроцина, пікрокроцину і шафраналю, які впливають, окрім того, і на фармакологічну дію спеції. Стандарт ISO 3632 встановлює чотири колірні градації залежно від інтенсивності забарвлення: I, II, III (вища якість) і IV (низька якість) [1, 3]. Проаналізовані зразки українського шафрану мають темно-червоний колір, терпкий смак та специфічний аромат, приймочки довжиною 1,5–2 см, трубчаті, переплутані, поодинокі або сидячі на коротких стовпчиках, на дистальному кінці мають зубчастий край. У зразків різна кількість жовтих ниток, які впливають на якість. Показник втрати маси під час висушування та золи загальної становили 6,7–9,2% та 4,3–6,4% відповідно. Ці значення нижче встановлених допустимих норм 12% та 7%, відповідно, та відносяться до категорії I. Згідно з ISO, вміст пікрокроцину, шафраналю та кроцинів виражають у вигляді прямих показань абсорбції 1%-го водного розчину сушеного шафрану відповідно за 257, 330 та 440 нм (рис. 1). Результати визначення основних характеристик у зразках українського шафрану – втрата в масі під час висушування, зола загальна та вміст пікрокроцину; шафраналю, кроцина – за допомогою УФ-Вид-спектрофотометрії наведено в табл. 1.

На рис. 1 наведено спектри одержаних розчинів шафрану. Для порівняння результатів дослідження було використано дані літератури по дослідженню якості шафрану з різних країн, що мають багаторічний досвід вирощування шафрану, а також зразок комерційного шафрану.

Рис. 1. УФ-спектри водних екстрактів українського шафрану та зразка з Італії

Вміст пікрокроцину ($E_{1cm}^{1\%}$ 257 nm) у подрібнених висушених приймочках шафрану становив від 90 у Херсоні до 101 у зразку з Чернігова; вміст шафраналю ($E_{1cm}^{1\%}$ 330 nm) становив від 34 для Чернігова до 42 у Херсонському зразку; вміст кроцинів ($E_{1cm}^{1\%}$ 440 nm) – від 228 у Вінниці і до 262 у Запоріжжі. Високий вміст кроцинів у зразках можна пояснити факторами, які необхідно враховувати під час виробництва шафрану – це період збору квітів, який мають проводити поки цвітіння все ще не почалось, так як світло руйнує кроцини [11] та процес сушіння, який впливає на стабільність метаболітів шафрану. Як впливає з табл. 1, зразки з Херсону та Чернігова за вмістом кроцинів $E_{1cm}^{1\%}$ 440 nm становлять 254–258, більш за інші зрівнюються із зразком з Італії (вміст кроцинів $E_{1cm}^{1\%}$ 440 nm становить 259). За вмістом шафраналю українські зразки дещо поступаються коменрійному зразку, а за вмістом пікрокроцину знаходяться на рівні або перевищують.

Т а б л и ц я 1

Результати спектроскопічного дослідження зразків шафрану,
($x \pm \Delta x$), $P = 0,95$, $\mu = 5$

Область заготовки шафрану	Втрата в масі під час висушування, %	Зола загальна, %	$E_{1cm}^{1\%}$ 257 nm пікрокроцин (смак)	$E_{1cm}^{1\%}$ 330 nm шафраналь (аромат)	$E_{1cm}^{1\%}$ 440 nm кроцини (колір)	Категорія ²
Херсонська	7,50 ± 0,05	4,30 ± 0,01	90,35 ± 0,12	42,05 ± 0,08	254,12 ± 0,04	I
Запорізька	9,20 ± 0,02	6,42 ± 0,05	96,04 ± 0,06	32,11 ± 0,23	262,25 ± 0,06	I
Вінницька	7,21 ± 0,12	5,84 ± 0,12	92,10 ± 0,05	35,08 ± 0,09	228,04 ± 0,15	I
Одеська	6,71 ± 0,15	5,92 ± 0,05	96,04 ± 0,10	35,05 ± 0,07	243,42 ± 0,05	I
Чернігівська	7,30 ± 0,02	4,50 ± 0,06	101,02 ± 0,01	34,04 ± 0,30	258,21 ± 0,07	I
Італія ¹	5,01 ± 0,08	3,73 ± 0,12	95,10 ± 0,02	59,32 ± 0,08	259,13 ± 0,05	I

Примітка: 1 – комерційний зразок; 2 – категорії згідно з ISO 3632 (цілі приймочки): категорія якості I: пікрокроцин > 70, шафраналь 20–50, кроцини > 200; категорія якості II: пікрокроцин > 55, шафраналь 20–50, кроцини > 170; категорія якості III: пікрокроцин > 40, шафраналь 20–50, кроцини > 120.

Під час порівняння одержаних результатів шафран із Херсону показав у середньому стабільні результати. Високу якість цього шафрану можна пояснити багаторічним досвідом вирощування шафрану на фермі, яке ведеться з 2015 р. [4] та, крім того, впровадженням умов культивування культури відповідно до норм Належної практики вирощування, збору та зберігання лікарської рослинної сировини для забезпечення простежуваності походження рослинної сировини. Інші фермерства зібрали перший врожай у 2018 р. і, як видно з отриманих даних, зібрана сировина має вищу якість. Відомо, що якість шафрану збільшується з кожним наступним роком та досягає найвищої точки між 3–4 роками збору за сприятливих кліматичних умов [2, 11]. У комерційному зразку з Італії, який тестували, спостерігали високий вміст шафраналу ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 330 нм становив 59) та кроцину ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 440 нм становив 259). Різні значення між регіонами та комерційним зразком зазвичай зумовлені різними умовами навколишнього середовища та практиками вирощування [6, 11]. Час оброблення (сушіння, зберігання) шафрану [5] дуже залежить від температури, вологості, світлового опромінення та інших кліматичних умов та впливає на вміст основних компонентів.

Якщо провести порівняння одержаних результатів із даними літератури, то видно, що якісні характеристики українського шафрану за вмістом пікрокроцину та шафраналу є близькими до показників шафрану із Італії (Val Trompia) [1] та Марокко (Taliouin) [1, 3]: вміст кроцинів $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 440 нм становить 234 та 276 відповідно. Приблизно однаковий вміст основних компонентів можна пояснити близькими кліматичними умовами країн: Італія (Сардинія) має висоту над рівнем моря 58 м, на рівні села у Херсонській області, де вирощують шафран; середньорічна температура (16–20 °C) трохи вища, ніж в Україні (10–12 °C); кількість опадів (Сардинія 300–600 мм/рік, Україна 350–450 мм/рік) приблизно однакові. У разі порівняння даних вмісту пікрокроцину, шафраналу та кроцинів у шафрану з різних країн слід звертати увагу на різницю у температурі, вологості, світловому випромінюванні, висоті над рівнем моря та інших кліматичних умов за вирощування шафрану, що впливають на вміст БАР.

Висновок

Crocus sativus є важливою лікарською та харчовою рослиною, що успішно культивується в Україні для харчових цілей і має важливе економічне значення. Проведено встановлення відповідності якості українського шафрану з різних областей України до ISO 3632. Досліджувані зразки врожаю 2018 р. відповідають міжнародним нормам та відносяться до категорії I. Важливим є те, що кроцини та шафраналь виявляють високу протиракову та антиоксидантну активність, тому вирощування у нашій країні сировини із стабільно високим вмістом БАР дає можливість використання шафрану не тільки у харчовій промисловості, але і робить його потенційно актуальною сировиною для фармацевтичної індустрії. Таким чином, подальші дослідження хімічного складу та фармакологічної активності крокусу посівного актуальні і вони продовжуються.

Список використаної літератури

1. Chen N., Yang B. Research progress of chemical components and pharmacological effects of non-medicinal parts of *Crocus sativus* // Zhongguo Zhong Yao Za Zhi. – 2018. – V. 43, N 14. – P. 2884–2891. <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcm.20180425.002>
2. Bayat M., Rahimi M., Ramezani M. Determining the most effective traits to improve saffron (*Crocus sativus* L.) yield // Physiol. Molecular Biol. of Plants. – 2016. – V. 22, N 1. – P. 153–161. <https://doi.org/10.1007/s12298-016-0347-1>
3. Lage M., Cantrell C. L. Quantification of saffron (*Crocus sativus* L.) metabolites crocins, picrocrocin and safranal for quality determination of the spice grown under different environmental Moroccan conditions // Scientia Horticulturae. – 2009. – V. 121. – P. 366–373. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.02.017>
4. Патент № 135685 Україна МПК (2019.1): A01C 14/00, A61K 8/9794, A61K 36/88, A01D 91/00. Спосіб культивування, збирання та зберігання шафрану / О. О. Михайленко, В. М. Ковальов, В. А. Георгіяни, О. М. Демченко, В. В. Шакало; власник НФаУ «Национальный фармацевтический университет»; Заявка № u201901401; Дата подання заявки – 11. 02. 2019; Опубл. 10.07.2019, Бюл. № 13. – 9 с.

5. Lambert A., Karra Y. Influence of soil composition and drying methods on chemical and physical quality evaluation of saffron // *Acta Horticulturae*. – 2017. – V. 1184. – P. 165–172. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1184.24>
6. Caballero-Ortega H., Pereda-Miranda R., Abdullaev F. I. HPLC quantification of major active components from 11 different saffron (*Crocus sativus* L.) sources // *Food Chem.* – 2007. – V. 100. – P. 1126–1131. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.020>
7. European Pharmacopoeia 9.0 Ed., V. 1. Strasbourg: European Department for the Quality of Medicines, 2014. – P. 1599.
8. Deutscher Arzneimittel-Codex/Neues Rezeptur-Formularium (DAC/NRF). 2016. Ergänzungsbuch zum Arzneibuch, Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände (ABDA), Govi-Verlag; 6000.
9. ISO 3632-1:2011. Spices – Saffron (*Crocus sativus* L.). Part 1: Specification (2 Ed.). Switzerland: International Organization for Standardization Genève, 2011. – 6 p.
10. ISO 3632-2:2010. Spices – Saffron (*Crocus sativus* L.). Part 2: Test methods (1 Ed.). Switzerland: International Organization for Standardization Genève, 2010. – 42 p.
11. Manzo A., Panseri S., Bertoni D., Giorgi A. Economic and qualitative traits of Italian Alps saffron // *J. Mountain Sci.* – 2015. – V. 12. – P. 1542–1550. <https://doi.org/10.1007/s11629-015-3448-3>

References

1. Chen N., Yang B. Research progress of chemical components and pharmacological effects of non-medicinal parts of *Crocus sativus* // *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. – 2018. – V. 43, N 14. – P. 2884–2891. <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcmm.20180425.002>
2. Bayat M., Rahimi M., Ramezani M. Determining the most effective traits to improve saffron (*Crocus sativus* L.) yield // *Physiol. Molecular Biol. of Plants*. – 2016. – V. 22, N 1. – P. 153–161. <https://doi.org/10.1007/s12298-016-0347-1>
3. Lage M., Cantrell C. L. Quantification of saffron (*Crocus sativus* L.) metabolites crocins, picrocrocin and safranal for quality determination of the spice grown under different environmental Moroccan conditions // *Scientia Horticulturae*. – 2009. – V. 121. – P. 366–373. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.02.017>
4. Patent № 135685 Ukraina MPK (2019.1): A01C 14/00, A61K 8/9794, A61K 36/88, A01D 91/00. Sposib kultyvuvannia, zbyrannia ta zberihannia shafranu / O. O. Mykhailenko, V. M. Kovalov, V. A. Heorhiants, O. M. Demchenko, V. V. Shakalo; vlasnyk NFaU «Natsyonalnyi farmatsevticheskyi unyversytet»; Zaiavka № u201901401; Data podannia zaiavky – 11. 02. 2019; Opubl. 10.07.2019, Biul. № 13. – 9 s.
5. Lambert A., Karra Y. Influence of soil composition and drying methods on chemical and physical quality evaluation of saffron // *Acta Horticulturae*. – 2017. – V. 1184. – P. 165–172. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1184.24>
6. Caballero-Ortega H., Pereda-Miranda R., Abdullaev F. I. HPLC quantification of major active components from 11 different saffron (*Crocus sativus* L.) sources // *Food Chem.* – 2007. – V. 100. – P. 1126–1131. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.020>
7. European Pharmacopoeia 9.0 Ed., V. 1. Strasbourg: European Department for the Quality of Medicines, 2014. – P. 1599.
8. Deutscher Arzneimittel-Codex/Neues Rezeptur-Formularium (DAC/NRF). 2016. Ergänzungsbuch zum Arzneibuch, Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände (ABDA), Govi-Verlag; 6000.
9. ISO 3632-1:2011. Spices – Saffron (*Crocus sativus* L.). Part 1: Specification (2 Ed.). Switzerland: International Organization for Standardization Genève, 2011. – 6 p.
10. ISO 3632-2:2010. Spices – Saffron (*Crocus sativus* L.). Part 2: Test methods (1 Ed.). Switzerland: International Organization for Standardization Genève, 2010. – 42 p.
11. Manzo A., Panseri S., Bertoni D., Giorgi A. Economic and qualitative traits of Italian Alps saffron // *J. Mountain Sci.* – 2015. – V. 12. – P. 1542–1550. <https://doi.org/10.1007/s11629-015-3448-3>

Надійшла до редакції 29 вересня 2019 р.

Прийнято до друку 26 жовтня 2019 р.

О. О. Михайленко (<https://orcid.org/0000-0003-3822-8409>)

Національний фармацевтичний університет, м. Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ПРИЙМОЧОК КРОКУСУ ПОСІВНОГО (ШАФРАНУ) З УКРАЇНИ

Ключові слова: шафран, *Crocus sativus*, ISO 3632, пікрокроцин, кроцин, шафраналь, кількісне визначення

АНОТАЦІЯ

Шафран, найдорожча спеція у світі, походить із приймочок *Crocus sativus*. Шафран добре зростає в районах, які мають холодну зиму і тепле сухе літо, які позитивно впливають на якість отриманої сировини. Це пояснює інтерес до вирощування та виробництва шафрану в Україні. З 2015 р. у різних областях України розпочато широкомасштабне вирощування шафрану для харчових цілей. Методи вирощування, екологічні фактори різних регіонів відрізняються і безпосередньо впливають на склад та якість біоло-

гічно активних речовин сировини. Окрім того, відповідно до останніх фармакологічних досліджень, прийомки шафрану виявляють широкий спектр біологічної активності: протиракову, протизапальну, антидеабетичну, гіпотензивну, протисудомну та інші дії, які зумовлені складом біологічно активних речовин приймочок шафрану – кроцину, пікротроцину та шафраналю. Тому метою роботи було встановлення вмісту кроцину, шафраналю та пікротроцину у приймочках крокусу, який було вирощено у різних областях України, відповідно до вимог ISO 3632.

Для дослідження використовували прийомки шафрану (*Crocus sativus* L.), заготовлені у Херсонській, Запорізькій, Вінницькій, Одеській, Чернігівській областях України у жовтні 2018 р. та зразок комерційного шафрану з Італії (Migros Bio, 2018). Якість сировини встановлювали відповідно до норм ISO 3632 за показниками – втрата в масі під час висушування, зола загальна, вміст пікротроцину, кроцинів та шафраналю методом УФ-Вид-спектроскопії.

У зразках шафрану показник втрати маси під час висушування та золи загальної становили 6,7–9,2% до 4,3–6,4% відповідно. Вміст пікротроцину ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 257 нм) у приймочках шафрану варіював від 90 у Херсоні до 101 у зразку з Чернігова; вміст шафраналю ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 330 нм) становив від 34 для Чернігова до 42 у Херсонському зразку; вміст кроцинів ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 440 нм) – від 228 у Вінниці і до 262 у Запоріжжі. Одержані дані свідчать, що всі зразки українського шафрану відносяться до I категорії якості за класифікацією ISO. У комерційному зразку з Італії, який тестували, спостерігали високий вміст шафраналю ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 330 нм становив 59) та кроцину ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 440 нм становив 259). Різні значення між регіонами та комерційним зразком зазвичай зумовлені різними умовами навколишнього середовища та практиками вирощування.

Crocus sativus є важливою лікарською та харчовою рослиною, що успішно культивується в Україні. Проведено встановлення відповідності якості українського шафрану з різних областей України до ISO 3632. Досліджувані зразки врожаю 2018 р. відповідають міжнародним нормам та відносяться до категорії I. Важливим є те, що кроцини та шафраналь виявляють високу протиракову та антиоксидантну активність, тому вирощування у нашій країні сировини зі стабільно високим вмістом БАР дає можливість використання шафрану не тільки у харчовій промисловості, але і робить його потенційно актуальною сировиною для фармацевтичної індустрії. Дослідження надає вагому інформацію щодо якості та перспективності виробництва шафрану в Україні як харчової, так і фармакологічної сировини.

О. А. Михайленко (<https://orcid.org/0000-0003-3822-8409>)

Національний фармацевтичний університет, г. Харків

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РЫЛЕЦ КРОКУСА ПОСЕВНОГО (ШАФРАНА) ИЗ УКРАИНЫ

Ключевые слова: шафран, *Crocus sativus*, ISO 3632, пикротроцин, кроцин, шафраналь, количественное определение

АННОТАЦИЯ

Шафран, самая дорогая специя в мире, происходит из рылец *Crocus sativus*. Шафран хорошо растет в районах, имеющих холодную зиму и теплое сухое лето, которые положительно влияют на качество полученного сырья. Это объясняет интерес к выращиванию и производству шафрана в Украине. С 2015 г. в разных областях Украины было начато широкомасштабное выращивание шафрана для пищевых целей. Методы выращивания, экологические факторы различных регионов отличаются и непосредственно влияют на состав и качество биологически активных веществ сырья. Кроме того, согласно последним фармакологическим исследованиям, рыльца шафрана проявляют широкий спектр биологической активности: противораковое, противовоспалительное, антидеабетическое, гипотензивное, противосудорожное действие и другие, обусловленные составом биологически активных веществ рылец шафрана – кроцина, пикротроцина и шафранала. Поэтому целью работы было установление содержания кроцина, шафранала и пикротроцина в рыльцах крокуса, который был выращен в различных областях Украины, в соответствии с требованиями ISO 3632.

Для исследования использовали рыльца шафрана (*Crocus sativus* L.), заготовленные в Херсонской, Запорожской, Винницкой, Одесской, Черниговской областях Украины в октябре 2018 г. и образец коммерческого шафрана из Италии (Migros Bio, 2018). Качество сырья устанавливали в соответствии с нормами ISO 3632 по показателям – потеря в массе при высушивании, зола общая, содержание пикротроцина, кроцина и шафранала методом УФ-Vis спектроскопии.

В образцах шафрана показатель потери массы при высушивании и зола общей составляли 6,7–9,2% и 4,3–6,4% соответственно. Содержание пикротроцина ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 257 нм) в рыльцах шафрана варьировало от 90 в Херсоне до 101 в образце из Чернигова; содержание шафранала ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 330 нм) составило 34 для Чернигова и 42 в Херсонском образце; содержание кроцина ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 440 нм) – от 228 в Виннице и до 262 в Запорожье. Полученные данные показали, что все образцы украинского шафрана относятся к I категории качества по классификации ISO. В коммерческом образце из Италии, который тестировали, наблюдали высокое содержание шафранала ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 330 нм составлял 59) и кроцина ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 440 нм составлял 259). Различные значения между регионами и коммерческим образцом обычно обусловлены различными условиями окружающей среды и практиками выращивания.

Crocus sativus является важным лекарственным и пищевым растением, которое успешно культивируется в Украине. Проведено установление соответствия качества украинского шафрана из разных об-

ластей Украины ISO 3632. Исследуемые образцы урожая 2018 г. соответствуют международным нормам и относятся к категории I. Важно то, что кроцин и шафраналь проявляют высокую противораковую и антиоксидантную активность, поэтому выращивание в нашей стране сырья со стабильно высоким содержанием БАВ дает возможность использования шафрана не только в пищевой промышленности, но и делает его потенциально актуальным сырьем для фармацевтической индустрии. Исследование предоставляет важную информацию о качестве и перспективности производства шафрана в Украине в качестве как пищевого, так и фармакологического сырья.

О. О. Mykhailenko (<https://orcid.org/0000-0003-3822-8409>)

National University of Pharmacy, Kharkiv

INVESTIGATION OF THE BIOLOGICAL ACTIVE COMPOUNDS OF CROCUS SATIVUS STIGMAS (SAFFRON) FROM UKRAINE

Key words: saffron, *Crocus sativus*, ISO 3632, picrocrocin, crocin, safranal, quantitative determination

A B S T R A C T

Saffron, the most expensive spice in the world, comes from the *Crocus sativus* stigmas. Saffron grows well in the areas with the cold winters and warm dry summers, which have a positive effect on the quality of the raw material obtained. This explains the interest in saffron cultivation and production in Ukraine. Since 2015, large-scale saffron cultivation for food purposes has been started in various regions of Ukraine. Cultivation methods, environmental factors of different regions differ and directly affect on the composition and quality of biologically active compounds of raw materials. In addition, according to recent pharmacological studies, saffron stigma exhibit a wide range of biological activity: anticancer, anti-inflammatory, antidiabetic, antihypertensive, anticonvulsant and other actions that are caused by the composition of biologically active compounds of the saffron stigmas – crocin, picrocrocin and safranal. Therefore, the aim of the work was to establish the content of crocin, safranal and picrocrocin in *Crocus* stigmas grown in different regions of Ukraine in accordance with the requirements of ISO 3632.

For research, we used saffron stigmas (*Crocus sativus* L.) harvested in Kherson, Zaporizhia, Vinnytsia, Odessa, Chernihiv regions in Ukraine in October 2018 and the sample of commercial saffron from Italy (Migros Bio, 2018). The quality of the raw material was established in accordance with ISO 3632 according to the indicators: weight loss of drying, ash total, content of picrocrocin, crocin and safranal by UV-Vis spectroscopy.

In the saffron samples the weight loss of during and the ash total ranged from 6.7–9.2% to 4.3–6.4%, respectively. The content of picrocrocin ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 257 nm) in saffron samples ranged from 90 in Kherson and up to 101 in the Chernihiv sample; safranal content ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 330 nm) ranged from 34 for Chernihiv to 42 in the Kherson sample; crocin content ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 440 nm) of 228 in Vinnitsa and up to 262 in Zaporozhye. The obtained data showed that all samples of Ukrainian saffron belong to the first quality category according to ISO classification. In the commercial sample from Italy, the test showed a high content of safranal ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 330 nm was 59) and crocin ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$ 440 nm was 259). Different values between regions and a commercial sample are usually due to different environmental conditions and cultivation practices.

Crocus sativus is an important medicinal and food plant that has been successfully cultivated in Ukraine for food purposes and is of great economic importance. The quality of Ukrainian saffron from different regions has been determined to ISO 3632. The 2018 crop samples are in compliance with international standards and are of category I. It is important that crocin and safranal exhibit high anticancer and antioxidant activity, so growing in our country stable high content of BACs, makes it possible to use saffron not only in the food industry, but also makes it a potentially relevant raw material for the pharmaceutical industry. This study provides significant information on the quality and prospects of saffron production in Ukraine, as both the food and pharmacological raw materials.

Електронна адреса для листування з автором: Mykhailenko.farm@gmail.com

(Михайленко О. О.)