

УДК 615.451.1: 615.014.2:543.42:547.979.71.8

<https://doi.org/10.24959/ubphj.20.282>

Т. М. НЕСТЕРУК, Н. П. ПОЛОВКО, Н. Ю. БЕВЗ

Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України

ДОСЛІДЖЕННЯ З ОБҐРУНТУВАННЯ УМОВ ОТРИМАННЯ ОЛІЙНОГО ЕКСТРАКТУ ФІТОКОМПОЗИЦІЇ

Актуальність. Ліпофільні вилучення (ЛВ) з ЛРС є перспективним джерелом низки біологічно активних речовин, а саме: вітамінів, пігментів, ефірних олій тощо, які сприяють виявленню широкого спектра фармакологічної активності (антиоксидантної, антибактеріальної, протизапальної, репаративної), завдяки чому їх активно застосовують у фітотерапії та косметології. Під час отримання ЛВ потрібно забезпечити максимальний вихід біологічно активних сполук (БАС) із необхідною фармакологічною дією.

Метою дослідження було визначення залежності виходу біологічно активних речовин від концентрації етанолу, використовуваного для зволоження сировини під час отримання олійного екстракту із суміші ЛРС.

Матеріали та методи. Досліджували зразки олійних екстрактів із фітокомпозиції, що містить шавлії траву, евкаліпту листя, нагідок квітки, ромашки квітки у співвідношенні (2:1:1:1), отримані за різною технологією. Ефективність екстракції контролювали за виходом каротиноїдів та хлорофілу. Кількісний вміст зазначених пігментів визначали спектрофотометричним методом.

Результати та їх обговорення. У ході проведених досліджень доведено, що попереднє змочування фітокомпозиції етанолом сприяє більш повному вилученню каротиноїдів та хлорофілу. Визначено, що максимальний вихід зазначених біологічно активних речовин (БАР) відбувається у разі замочування суміші ЛРС 70 % етанолом.

Висновки. За результатами дослідження кількісного вмісту суми пігментів виявлено, що зволоження суміші ЛРС 70 % водно-спиртовим розчином за температури 25 ± 5 °C підвищує вихід хлорофілів та каротиноїдів із фітокомпозиції, що містить шавлії лікарської траву, евкаліпту листя, нагідок квітки, ромашки квітки у співвідношенні (2:1:1:1).

Ключові слова: олійні екстракти; технологія; спектрофотометрія; каротиноїди; хлорофіл.

T. Nesteruk, N. Polovko, N. Bevz

National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine

Research to substantiate the conditions of obtaining the oil extract of phytocomposition

Topicality. Lipophilic extractions (LE) from medicinal herbs is a promising source of a number of biologically active substances, namely vitamins, pigments, essential oils, etc., which contribute to the detection of a wide range of pharmacological activity: antioxidant, antibacterial, anti-inflammatory, reparative, making them widely used in phytotherapy and cosmetology. While obtaining LE the maximum output of biologically active compounds (BAC) must be provided to have the required pharmacological action.

Aim. To determine the dependence of the output of biologically active substances from the concentration of ethanol, used for humidification of raw materials in obtaining an oil extract from a mixture of medicinal herbal material (MHM).

Materials and methods. Were examined the samples of oil extracts from phytocomposition containing *Salviae herba*, *Eucalypti folia*, *Calendulae flores*, *Chamomillae flores* in the ratio (2:1:1:1), obtained by different technology. The extraction efficiency was monitored by the yield of carotenoids and chlorophyll. The quantitative content of these pigments was determined by spectrophotometry method.

Results and discussion. In the course of research it was established that the previous humidification of phytocomposition with ethanol contributes to more complete yield of carotenoids and chlorophyll. It was determined that the maximum output of these BAS occurs after humidification of a mixture of MHM with 70 % ethanol.

Conclusions. According to the results of the study of quantitative content of chlorophylls and carotenoids amount, it has been shown that the humidification of a mixture of MHM with 70 % alcohol solution at a temperature of 25 ± 5 °C increases the yield of BAS from the phytocomposition containing *Salviae herba*, *Eucalypti folia*, *Calendulae flores*, *Chamomillae flores* in ratio (2:1:1:1).

Key words: oil extracts; technology; spectrophotometry; carotenoids; chlorophyll

Т. Н. Нестерук, Н. П. Половко, Н. Ю. Бевз

Національний фармацевтичний університет Міністерства здравоохоронення України

Исследования по обоснованию условий получения масляных экстрактов фитоконпозиции

Актуальность. Липофильные извлечения (ЛИ) из ЛРС являются перспективным источником ряда биологически активных веществ, а именно: витаминов, пигментов, эфирных масел и т.п., которые обладают широким спектром фармакологической активности (антиоксидантной, антибактериальной, противовоспалительной, репаративной), благодаря чему их активно используют в фитотерапии и косметологии. При получении ЛО следует обеспечить максимальный выход биологически активных соединений (БАС), которые имеют необходимое фармакологическое действие.

Целью исследования было определение зависимости выхода биологически активных веществ от концентрации этанола, который использовали для увлажнения сырья при получении масляного экстракта из смеси ЛРС.

Матеріали і методи. Исследовали образцы масляных экстрактов из фитокомпозиции, содержащей шалфея траву, эвкалипта листья, календулы цветки и ромашки цветки в соотношении (2:1:1:1), полученные по разной технологии. Эффективность экстракции контролировали по выходу каротиноидов и хлорофилла. Количественное содержание указанных пигментов определяли спектрофотометрическим методом.

Результаты и их обсуждение. В ходе проведенных исследований установлено, что предварительное смачивание фитокомпозиции этанолом способствует более полному извлечению каротиноидов и хлорофилла. Определено, что максимальный выход указанных биологически активных веществ (БАВ) происходит при замачивании смеси ЛРС 70 % этанолом.

Выводы. По результатам исследования количественного содержания суммы пигментов установлено, что увлажнение смеси ЛРС 70 % водно-спиртовым раствором при температуре 25 ± 5 °C повышает выход хлорофиллов и каротиноидов из фитокомпозиции, содержащий траву шалфея, листья эвкалипта, цветки календулы и ромашки цветки в соотношении (2:1:1:1).

Ключевые слова: масляные экстракты; технология; спектрофотометрия; каротиноиды; хлорофилл.

ВСТУП

У сучасній фітотерапії та косметології широко використовують вилучення із лікарської рослинної сировини (ЛРС) ліпофільної природи.

Ліпофільні вилучення (ЛВ) з ЛРС є перспективним джерелом низки біологічно активних речовин, а саме: вітамінів, пігментів, ефірних олій тощо, які сприяють прояву широкого спектра фармакологічної активності – антиоксидантної, антибактеріальної, протизапальної, репаративної тощо [1, 2].

Для отримання (ЛВ) застосовують екстракційні технології з використанням різноманітних екстрагентів: рослинних олій і мінеральних масел, спиртів, ефіру, хлороформу, гексану, суміші органічних розчинників; а також екстракцію скрапеленими газами. Одним із різновидів ЛВ є олійні екстракти (ОЕ), технологія яких є достатньо тривалою та малоефективною. Тому для інтенсифікації процесу, забезпечення повного вилучення БАВ із ЛРС екстракції проводять за підвищеної температури, сировину попередньо змочують етанолом різної концентрації, використовують суміш екстрагентів, застосовують ступеневу екстракцію тощо [3]. На процес екстрагування БАВ з ЛРС впливає низка чинників: властивості сировини, природа екстрагенту, метод та умови екстракції тощо. Під час отримання ЛВ потрібно забезпечити максимальний вихід БАВ з необхідною фармакологічною дією.

Метою дослідження було вивчення залежності виходу біологічно активних речовин від концентрації етанолу, який використовували для зволоження сировини під час отримання олійного екстракту із суміші ЛРС.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Досліджували зразки олійних екстрактів із фітокомпозиції, що містить шавлії листя (*Salviae Folia*) (виробник ПрАТ Фармацевтична фабрика «Віола», серія 61219), евкалипту листя (*Eucalypti Folia*) (виробник ПрАТ «Ліктрави», серія 80919), нагідок квіткі (*Calendulae Flores*) (ПрАТ «Ліктрави», серія 61019), ромашки квіткі (*Matricariae Flores*) (виробник ТОВ «Ключі здоров'я», серія 021019) у співвідношенні (2:1:1:1), отримані за різною технологією. Екстракт отримували після попереднього зволоження етанолом різної концентрації і набухання сировини про-

тягом 1 години: зразок № 2 – 40 % етанолом; зразок № 3 – 50 % етанолом; зразок № 4 – 70 % етанолом. Зволожену сировину заливали у співвідношенні 1:5 кукурудзяною олією й екстрагували на водяній бані протягом $4 \pm 0,5$ годин за температури екстракції 55 ± 5 °C, періодично перемішуючи. Зразок № 1 отримували за аналогічною технологією, однак без попереднього змочування сировини етанолом. Отримані екстракти відрізнялися за інтенсивністю забарвлення і мали колір від зеленувато-жовтого для екстракту, отриманого без попереднього зволоження, до інтенсивного темно-зеленого кольору екстракту, отриманого після зволоження 70 % етанолом.

Ефективність екстракції контролювали за виходом пігментних сполук – каротиноїдів та хлорофілу. Кількісний вміст зазначених пігментів визначали спектрофотометричним методом на спектрофотометрі Specord 200 №222U132 (Analytik Jena, Німеччина).

Методика кількісного визначення

Випробовуваний розчин. 2,000 г олійного екстракту поміщають у мірну колбу місткістю 100,0 мл, розчиняють у гексані та доводять об'єм тим же розчинником до мітки.

Компенсаційний розчин.

Вимірюють оптичну густину отриманого розчину на спектрофотометрі за довжини хвилі 448 нм і 671 нм.

Кількісний вміст суми каротиноїдів (X , мг) у перерахунку на β -каротин розраховували за формулою:

$$X = \frac{A \cdot 100 \cdot 1000 \cdot 100}{m \cdot 2773 \cdot 100},$$

де: A – оптична густина гексанового екстракту за довжини хвилі 448 нм; m – маса наважки олійного екстракту, г; 2773 – питомий показник поглинання β -каротину в гексані за 450 \pm 5 нм.

Кількісний вміст суми хлорофілів, у мг/100 г, розраховували за формулою:

$$X = \frac{A \cdot 100 \cdot 1000 \cdot 100}{m \cdot 944,5 \cdot 100},$$

де: A – оптична густина розчину в максимумі поглинання 670 нм; m – наважка олійного екстракту, г; 944,5 – питомий показник поглинання хлорофілу a за 667 \pm 3 нм.

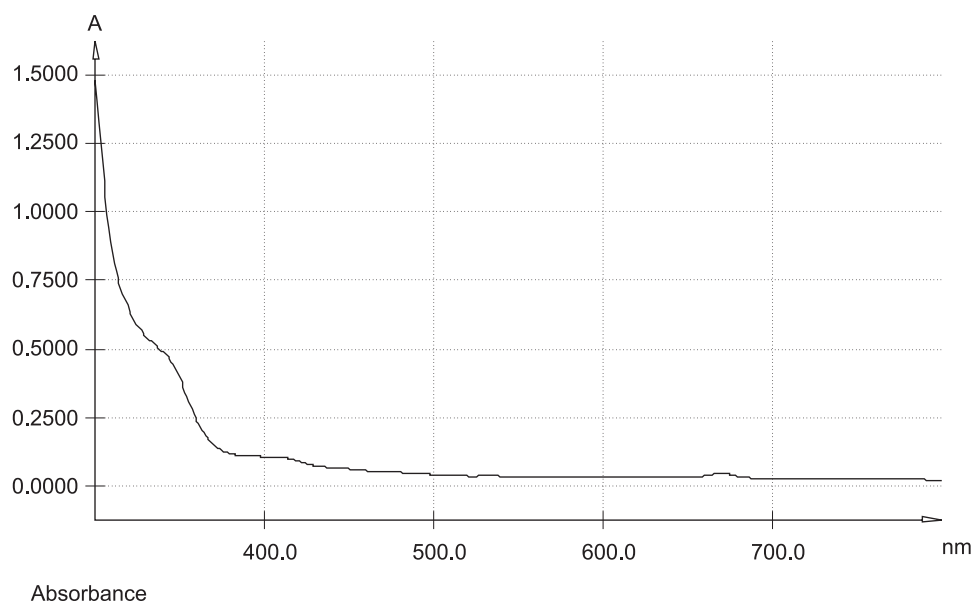


Рис. 1. Спектр поглинання олійного екстракту (зразок 1) в гексані у видимій області

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Згідно з аналізом літературних джерел виявлено, що ЛРС містить ефірні олії, каротиноїди, флавоноїди, хлорофіл [4].

Ефективність екстракції ліпофільних речовин та збагачення вилучення гідрофільними компонентами залежить від багатьох чинників [5-9], відбувається за попереднього зволоження ЛРС водно-спиртовою сумішшю з різною концентрацією етанолу. Ефективність екстракції збільшується в разі використання

етанолу в концентрації від 40 до 70 % і знижується за підвищення вмісту етанолу в суміші до 90 % [10-11].

Для визначення кількості рослинних пігментів (каротиноїди і хлорофіли), які переходять в олійний екстракт у разі екстрагування кукурудзяною олією під час зволоження сировини етиловим спиртом різної концентрації (40 %, 50 % і 70 %) та без попереднього зволоження, вимірювали оптичну густину гексанових розчинів одержаних екстрактів на спектрофотометрі в інтервалі довжини хвиль 350-800 нм,

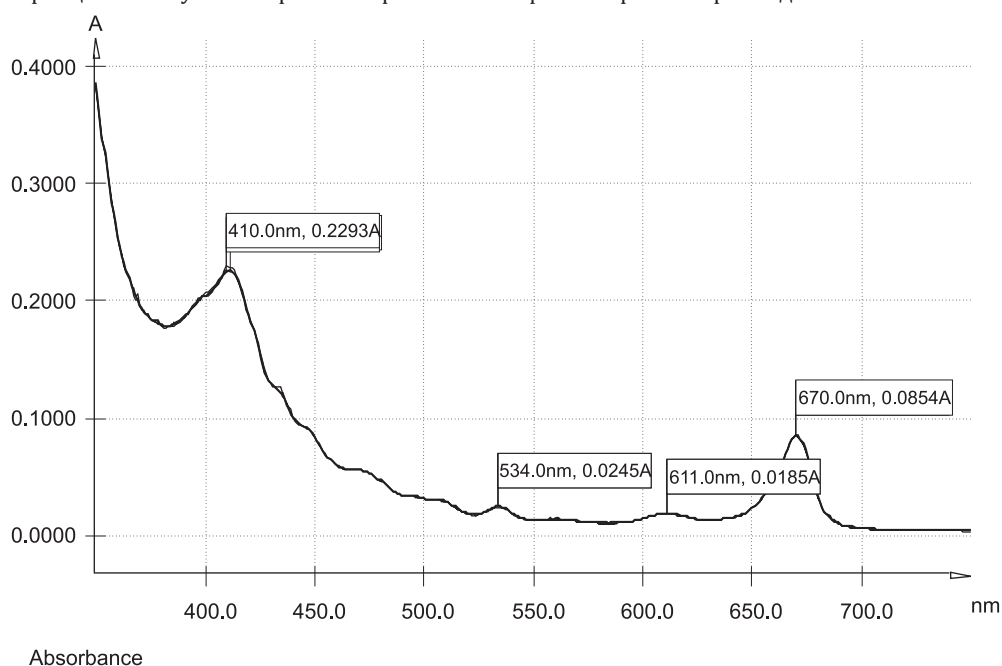
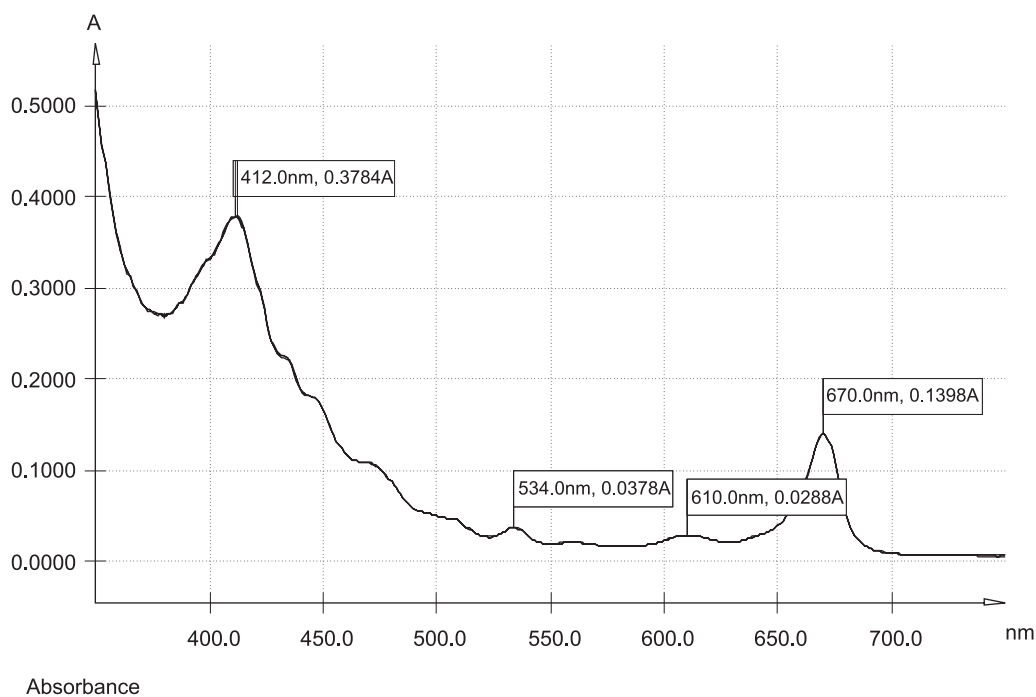


Рис. 2. Спектр поглинання олійного екстракту (зразок 2) в гексані у видимій області



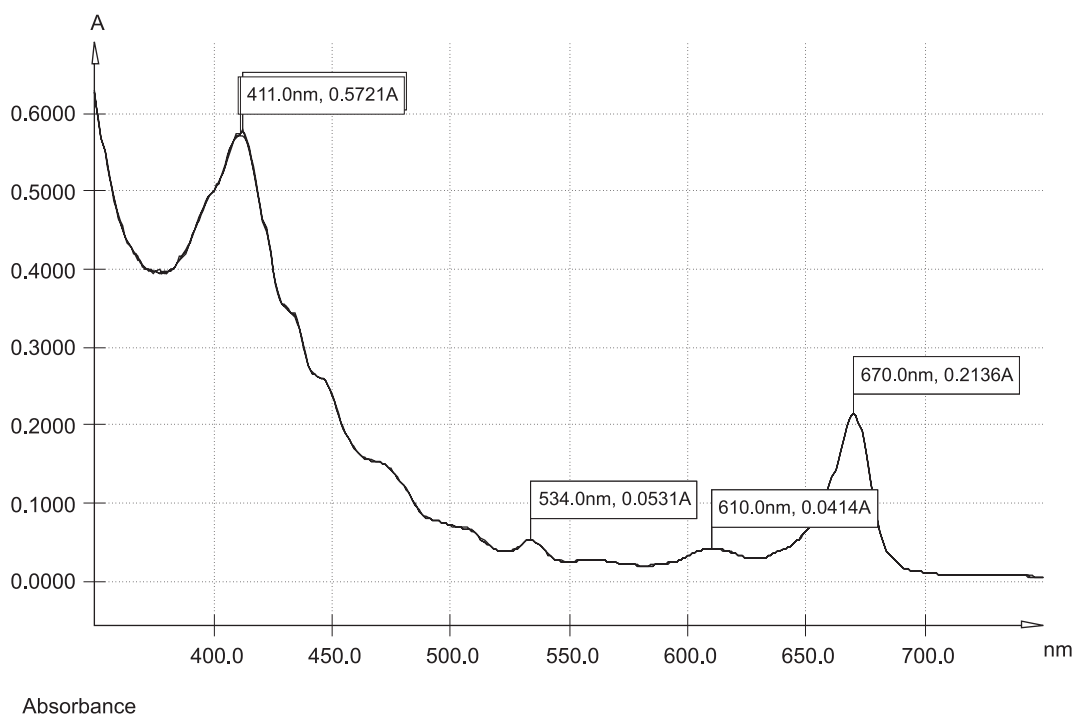
Absorbance

Рис. 3. Спектр поглинання олійного екстракту (зразок 3) в гексані у видимій області

використовуючи гексан як компенсаційний розчин. Паралельно в тих же умовах реєстрували абсорбційний спектр розчину олії кукурудзяної в гексані. Спектри досліджуваних екстрактів наведено на рис. 1-4.

У спектрах поглинання розчинів зразків екстрактів №№ 2-4 (рис. 2-4) в гексані можна виділити основні

максимуми поглинання: перший – за λ – 411 нм, другий – за 534 нм, третій – за 611 нм і четвертий – за 670 нм, характерні для хлорофілу та його похідних. Наявність плечей у ділянках 430-432 нм, 444-448 нм і 478-480 нм свідчить про присутність суми речовин каротиноїдної будови. У спектрах поглинання



Absorbance

Рис. 4. Спектр поглинання олійного екстракту (зразок 4) в гексані у видимій області

**КІЛЬКІСНИЙ ВМІСТ КАРОТИНОЇДІВ ТА ХЛОРОФІЛУ ЗАЛЕЖНО
ВІД УМОВ ЕКСТРАГУВАННЯ ФІТОКОМПОЗИЦІЇ**

Екстрагент/умови екстрагування	Кількісний вміст каротиноїдів у перерахунку на β -каротин, в мг/100 г	Вміст суми хлорофілу, в мг/100 г
Кукурудзяна олія	-	-
Олійний екстракт	0,97	2,12
Олійний екстракт, отриманий після зволоження етанолом	40 %	5,72
	50 %	8,05
	70 %	10,77

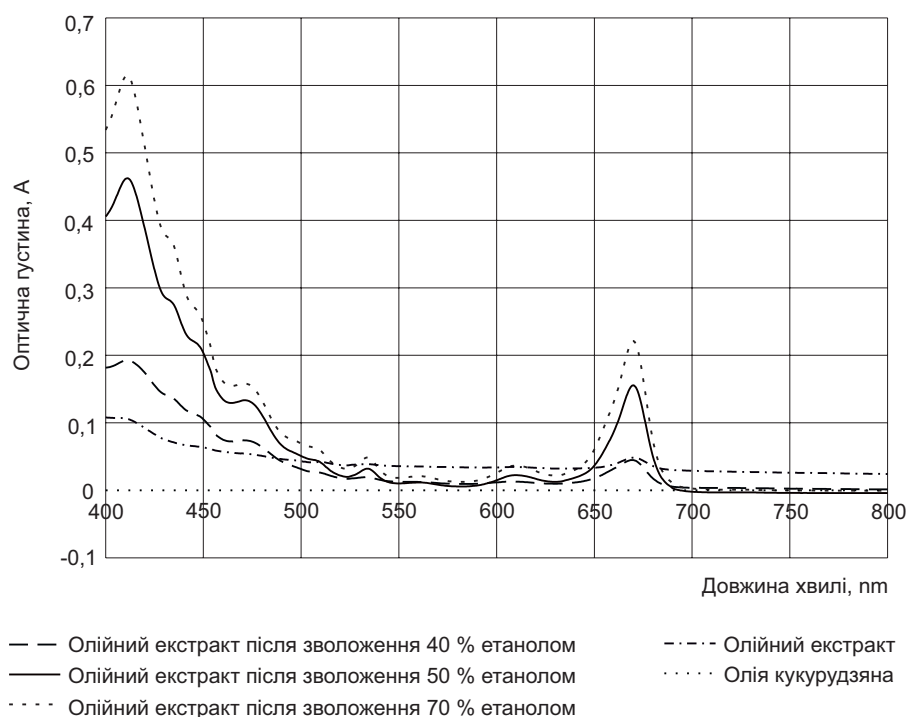


Рис. 5. Спектри поглинання дослідних екстрактів та екстрагенту в гексані у видимій області

гексанового розчину екстракту № 1 (рис. 1) спостерігаються плечі в ділянці 395-408 нм і максимуми за довжин хвилі 533 нм і 670 нм з незначною інтенсивністю оптичної густини близько 0,05.

Суму каротиноїдів у перерахунку на β -каротин і хлорофіл визначали методом питомого показника поглинання з урахуванням даних літератури [12, 13].

Як свідчать результати дослідження, наведені в таблиці, у разі використання етанолу для зволоження суміші ЛРС підвищується вихід як хлорофілів, так і каротиноїдів порівняно з олійною екстракцією без зволоження в 5,1 і 4,6 раза відповідно. Визначено, що використання 70 % етанолу як зволожувача збільшує вихід БАС в 2 рази порівняно з 40 % етанолом (з 2,23 до 4,48 мг/% для каротиноїдів і з 5,72 до 10,77 мг/% для хлорофілу).

Наочно збільшення виходу БАС продемонстровано на рис. 5, де наведено спектри поглинання розчинів зразків екстрактів порівняно з екстрагентом.

Отже, отримання олійного екстракту з найбільшою кількістю рослинних пігментів (каротиноїдів та хлорофілів) варто проводити після попереднього зволоження сировини 70 % етиловим спиртом.

ВИСНОВКИ

1. Вивчено вплив полярних розчинників на оптимізацію вивільнення біологічно активних сполук в олійні екстракти.
2. Визначено, що зволоження 70 % водно-спиртовим розчином суміші ЛРС за температури 25 ± 5 °C підвищує вихід БАС з фітокомпозиції, що містить шавлії траву, евкаліпту листя, нагідок квітки, ромашки квітки у співвідношенні (2:1:1:1).
3. Рекомендовано екстракцію композиції ЛРС кукурудзяною олією проводити за температури 55 ± 5 °C протягом $4 \pm 0,5$ год у співвідношенні 1:5 (сировина : готовий продукт).

Конфлікт інтересів: відсутній.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Шиков А. Н., Макаров В. Г., Рыченков В. Е. Растительные масла и масляные экстракты: технология, стандартизация, свойства. Москва, 2004. С. 100–112.
2. Herbal Medicines / J. Barnes et al. 3th ed. London : PhP, 2007. 710 p.
3. Тринеева О. В., Сафонова Э. В. Сравнительная характеристика растительных масел и масляных экстрактов, применяемых в фармации. *Химия растительного сырья*. 2013. № 4. С. 77–82. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcrsm.1304077>.
4. Державна фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 3. 734 с.
5. Бондаренко Ж. В., Лиходиевский А. В., Слонская С. В. Влияние параметров экстрагирования на свойства масляного экстракта. *Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции*: сб. статей III Междунар. науч.-практ. конф., 23–24 марта 2017 г., Минск : БГАТУ, 2017. С. 383–385. URL: <https://rep.bsatu.by/handle/doc/928>.
6. Коротков В. А., Кухтенко О. С., Гладух Е. В. Вибір оптимальної технології одержання олійного екстракту плодів маклюри. *Фармацевтичний журнал*. 2013. № 6. С. 36–40. URL: <https://pharmj.org.ua/index.php/journal/article/view/360>.
7. Azwanida N. N. A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal and Aromatic Plants*. 2015. № 4 (3). P. 196. DOI: <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>.
8. Gupta A., Naraniwal M., Kothari V. Modern extraction methods for preparation of bioactive plant extracts. *International journal of applied and natural sciences*. 2012. Vol. 1, Iss. 1. P. 8–26.
9. Дослідження з розробки технології олійних екстрактів з рослинної сировини / О. Ю. Ткачук та ін. *Зб. наук. праць співоробит. НМАПО імені П. Л. Шупика*. 2015. № 24 (4). С. 311–315. URL: https://nmapo.edu.ua/zagruzka/zbornikNMAPO24_4.pdf.
10. Tkachuk O. Yu., Vyshnevskaya L. I., Zubchenko T. N. Influence of polar extractants on optimization of bas release from herbal raw material. *The Pharma Innovation*. 2016. № 5 (2). P. 12–14. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/144959233.pdf>.
11. Tkachuk O. Yu., Vyshnevskaya L. I., Zubchenko T. N. The study of the effect of the critical parameters on the manufacturing process of the oil phytoextract with the hepatoprotective action. *News of Pharmacy*. 2016. № 1 (85). P. 45–49. DOI: <https://doi.org/10.24959/nphj.16.2102>.
12. Федоровська М. І., Половко Н. П., Ковпак Л. А. Технологічні дослідження та стандартизація соку кропиви дводомної в процесі розробки фітопрепарату для лікування облісіння. *Клінічна фармація, фармакотерапія та медична стандартизація*. 2015. № 3–4. С. 114–119. URL: http://clinpharm.meduniv.lviv.ua/FILES/kftms_3-4_28-29_2015/kftms_3-4_28-29_2015.pdf.
13. Курегян А. Г. Спектрофотометрия в анализе каротиноидов. *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2. С. 5166–5172. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38175>.

REFERENCES

1. Shikov, A. N., Makarov, V. G., Rychenkov, V. Ye. (2004). *Rastitelnye masla i maslyanye ekstrakty: tekhnologiya, standartizatsiya, svoystva*. Moscow, 100–112.
2. Barnes, J., Anderson, L., Phillipson, D., Barnes, J. (2007). *Herbal Medicines*. (3rd ed.). London: PhP, 710.
3. Trineieva, O. V., Safonova, E. V. (2013). *Khimiia rastitelnoho syria*, 4, 77–82.
4. DP "Ukrainskyi naukovyi farmakopeinyi tsentr yakosti likarskykh zasobiv". (2014). *Derzhavna Farmakopeia Ukrainy*. (Vols. 1–3; Vol. 3). (2nd ed.). Kharkiv: DP "Ukrainskyi naukovyi farmakopeinyi tsentr yakosti likarskykh zasobiv", 734.
5. Bondarenko, Zh. V., Likhodievskii, A. V., Slonskaia S. V. (2017). Proceedings from Pererabotka i upravleniie kachestvom selskokhazyaistvennoi produktsii: sb. statei III Mezhduнародnoi nauk.-prakt. konf. (23-24 marta 2017 g.). (pp. 383–385). Minsk: BGATU. Available at: <https://rep.bsatu.by/handle/doc/928>.
6. Korotkov, V. A., Kukhtenko, O. S., Hladukh, Ye. V. (2013). *Farmatsevtichnyi zhurnal*, 6, 36–40. Available at: <https://pharmj.org.ua/index.php/journal/article/view/360>.
7. Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal and Aromatic Plants*, 4 (3), 196. doi: 10.4172/2167-0412.1000196.
8. Gupta, A., Naraniwal, M., Kothari, V. (2012). Modern extraction methods for preparation of bioactive plant extracts. *International journal of applied and natural sciences*, 1 (1), 8–26.
9. Tkachuk, O. Yu., Vyshnevskaya, L. I., Zubchenko, T. M., Bysaha, E. I. (2015). *Zb. nauk. prats spivrobot. NMAPO imeni P. L. Shupyka*, 24 (4), 311–315. Available at: https://nmapo.edu.ua/zagruzka/zbornikNMAPO24_4.pdf.
10. Tkachuk, O. Yu., Vyshnevskaya, L. I., Zubchenko, T. N. (2016). Influence of polar extractants on optimization of bas release from herbal raw material. *The Pharma Innovation*, 5 (2), 12–14.
11. Tkachuk, O. Yu., Vyshnevskaya, L. I., Zubchenko, T. N. (2016). The study of the effect of the critical parameters on the manufacturing process of the oil phytoextract with the hepatoprotective action. *News of Pharmacy*, 1 (85), 45–49. doi: <https://doi.org/10.24959/nphj.16.2102>.
12. Fedorovska, M. I., Polovko, N. P., Kovpak, L. A. (2015). *Klinichna farmatsiia, farmakoterapiia ta medychna standartyzatsiia*, 3–4, 114–119. Available at: http://clinpharm.meduniv.lviv.ua/FILES/kftms_3-4_28-29_2015/kftms_3-4_28-29_2015.pdf.
13. Kurehian, A. H. (2015). *Fundamentalnye issledovaniia*, 2, 5166–5172. Available at: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38175>.

Відомості про авторів:

Нестерук Т. М., аспірантка кафедри аптечної технології ліків, Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України. E-mail: t_nesteruk27@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0447-9026>

Половко Н. П., докторка фарм. наук, професорка кафедри аптечної технології ліків, Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України. E-mail: polovko.np@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1224-1739>

Бевз Н. Ю., кандидатка фарм. наук, доцентка кафедри фармацевтичної хімії, Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України. E-mail: nata.bevz.60@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7259-8908>

Information about authors:

Nesteruk T., PhD Student of Pharmacy Technology Department, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine.

E-mail: t_nesteruk27@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0447-9026>

Polovko N., professor, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Department of Pharmacy Technology, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine. E-mail: polovko.np@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1224-1739>

Bevz N. PhD, Associate Professor of Pharmaceutical Chemistry, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine.

E-mail: nata.bevz.60@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7259-8908>

Сведения об авторах:

Нестерук Т. М., аспирант кафедры аптечной технологии лекарств, Национальный фармацевтический университет Министерства здравоохранения Украины. E-mail: t_nesteruk27@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0447-9026>

Половко Н. П., доктор фарм. наук, профессор кафедры аптечной технологии лекарств, Национальный фармацевтический университет Министерства здравоохранения Украины. E-mail: polovko.np@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1224-1739>

Бевз Н. Ю., кандидат фарм. наук, доцент кафедры фармацевтической химии, Национальный фармацевтический университет

Министерства здравоохранения Украины. E-mail: nata.bevz.60@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7259-8908>

Надійшла до редакції 15.09.2020 р.