

УДК 615.32:577.118

<https://doi.org/10.24959/ubphj.19.213>

А. М. Москаленко, Н. В. Попова, М. Є. Блажеєвський, Н. Ю. Бондаренко

Національний фармацевтичний університет

ФЕНОЛЬНІ СПОЛУКИ ТА АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ БЕЗСМЕРТНИКА ПРИКВІТКОВОГО (*HELICHRYSUM BRACTEATUM*)

Актуальність. З урахуванням зростаючої потреби в лікарській рослинній сировині важливим напрямком є збільшення сировинної бази лікарських рослин для фармацевтичної промисловості та заміщення імпортованої лікарської рослинної сировини вітчизняною. Лікарські препарати з антиоксидантною дією для захисту від вільних радикалів затребувані в різних напрямках медицини. Лікарська рослинна сировина є одним з джерел антиоксидантів для організму людини, при цьому особливе значення для всебічного вивчення має сировина, яка містить флавоноїди та інші фенольні сполуки.

Метою дослідження є вивчення складу фенольних сполук, а також визначення антиоксидантної активності водного екстракту трави безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*).

Матеріали та методи. Для дослідження використовували подрібнену траву безсмертника приквіткового. В даному дослідженні склад фенольних сполук вивчали за допомогою хроматографії і УФ-спектроскопії, для вивчення антиоксидантної активності водного екстракту трави безсмертника приквіткового використовувався метод хемілюмінесценції. В експерименті реєстрували кінетику хемілюмінесценції в системі, яка складалася з розчину люмінолу, пероксиду водню та людського гемоглобіну. Концентрація і обсяг компонентів системи були підібрані таким чином, щоб флавоноїди, які обумовлюють антиоксидантну дію досліджуваної сировини, були повністю окиснені в ході експерименту.

Результати та їх обговорення. Вперше проведено дослідження фенольних речовин у траві безсмертника приквіткового, серед яких знайдені: кофейнова кислота, похідні лютеоліну, в тому числі O- та C-глікозиди, а також аурони і їх глікозиди. Вперше було вивчено інгібуючу дію екстракту безсмертника приквіткового на хемілюмінесцентну реакцію окиснення люмінолу пероксидом водню в лужному середовищі в присутності людського гемоглобіну. На основі зменшення світлосуми хемілюмінесценції була розрахована загальна антиоксидантна ємність досліджуваного екстракту. Експериментально встановлено, що I/I_0 на 50 % досягається при розбавленні 7,5 : 1000, що свідчить про високі антиоксидантні властивості екстракту трави безсмертника приквіткового.

Висновки. Вперше був проведений аналіз складу фенольних сполук та кінетики хемілюмінесценції. Це дослідження показало, що трава безсмертника приквіткового чинить антиоксидантну активність і є перспективною для подальшого вивчення з метою створення лікарських препаратів з антиоксидантною активністю.

Ключові слова: безсмертник приквітковий; антиоксидантна активність; хемілюмінесценція; люмінал; флавоноїди та гідроксикоричні кислоти; хроматографія; УФ-спектроскопія

A. Moskalenko, N. Popova, M. Blazheevsky, N. Bondarenko

National University of Pharmacy

Research of phenolic compounds and antioxidant activity of the Immortelle (*Helichrysum bracteatum*)

Topicality. Recently there is an increased demand for herbal drugs. It is important to increase the raw material base of medicinal plants for the pharmaceutical industry, as well it is actually to replace the imported medicinal plant material on the domestic. Medicines with antioxidant action protecting against free radicals are demanded in various fields of medicine. Herbal drugs are considered to be one of the antioxidants sources for human body. Herbal drugs containing flavonoids and other phenolic compounds are particularly important in comprehensive study.

Aim. To study the phenolic compounds composition, to determine the antioxidant activity of the immortelle herb aqueous extract (*Helichrysum bracteatum*).

Materials and methods. For the study, powdered herb of immortelle was used. In this research, the composition of phenolic compounds was studied by chromatography and UV-spectroscopy, and the method of chemiluminescence was used to research the antioxidant activity of immortelle herb aqueous extract. In the experiment, the chemiluminescence were recorded in a system consisting of a luminolum solution, hydrogen peroxide and human hemoglobin. The concentration and volume of the system components have been selected in such a way that flavonoids, which determine the antioxidant effect of the investigated herbal drug, have been completely oxidized during the experiment.

Results and discussion. For the first time, research was carried out on phenolic substances in the immortelle herb were discovered: caffeic acid, luteolin derivatives, including O-C-glycosides, as well as auronones and their glycosides. For the first time, the extract of immortelle herb inhibitory effect on the chemiluminescent reaction of the luminal oxidation with hydrogen peroxide in an alkaline medium in the presence of hemoglobin was studied. The total antioxidant capacity of the investigated extract was calculated on the basis of reduction of the chemiluminescence. It has been experimentally found that 50 % I/I_0 is achieved with a diluted 7.5 : 1000, indicating high antioxidant properties of the extract.

Conclusions. For the first time the analysis of phenolic compounds composition and the chemiluminescence reduction were carried out. This study has shown that herb of immortelle has antioxidant activity and is promising for further study in order to create drugs with antioxidant activity.

Key words: immortelle; antioxidant activity; chemiluminescence; luminol; flavonoids and hydroxycinnamic acids; chromatography; UV-spectroscopy

А. М. Москаленко, Н. В. Попова, Н. Е. Блажеевский, Н. Ю. Бондаренко

Национальный фармацевтический университет

Фенольные соединения и антиоксидантная активность бессмертника прицветникового (*Helichrysum bracteatum*)

Актуальность. С учетом растущей потребности в лекарственном растительном сырье важным направлением является расширение сырьевой базы лекарственных растений для фармацевтической промышленности и замещение импортируемого лекарственного растительного сырья отечественным. Лекарственные препараты с антиоксидантным действием для защиты от свободных радикалов востребованы в разных отраслях медицины. Лекарственное растительное сырье является одним из источников антиоксидантов для организма человека, при этом особое значение для всестороннего изучения имеет сырье, которое содержит флавоноиды и другие фенольные соединения.

Целью исследования является изучение состава фенольных соединений, а также определение антиоксидантной активности водного экстракта травы бессмертника прицветникового (*Helichrysum bracteatum*).

Материалы и методы. Для исследования использовали измельченную траву бессмертника прицветникового. В данном исследовании состав фенольных соединений изучали с помощью хроматографии и УФ-спектроскопии, для изучения антиоксидантной активности водного экстракта травы бессмертника прицветникового использовался метод хемилюминесценции. В эксперименте регистрировали кинетику хемилюминесценции в системе, состоящей из раствора люминола, перекиси водорода и человеческого гемоглобина. Концентрация и объем компонентов системы были подобраны таким образом, чтобы флавоноиды, которые обуславливают антиоксидантное действие исследуемого сырья, были полностью окислены в ходе эксперимента.

Результаты и их обсуждение. Впервые проведено исследование фенольных веществ в траве бессмертника прицветникового, среди которых были обнаружены: кофейная кислота, производные лютеолина, в том числе О- и С-гликозиды, а также ауруны и их гликозиды. Впервые было изучено ингибирующее действие экстракта бессмертника прицветникового на хемилюминесцентную реакцию окисления люминола пероксидом водорода в щелочной среде в присутствии человеческого гемоглобина. На основе уменьшения светосуммы хемилюминесценции была рассчитана общая антиоксидантная емкость исследуемого экстракта. Экспериментально установлено, что I/I_0 на 50 % достигается при разбавлении 7,5 : 1000, что свидетельствует о высоких антиоксидантных свойствах экстракта.

Выводы. Впервые был проведен анализ состава фенольных соединений и кинетики хемилюминесценции. Это исследование показало, что трава бессмертника прицветникового обладает антиоксидантной активностью и является перспективной для дальнейшего изучения с целью создания лекарственных препаратов с антиоксидантной активностью.

Ключевые слова: бессмертник прицветниковый; антиоксидантная активность; хемилюминесценция; люминол; флавоноиды и гидроксикоричные кислоты; хроматография; УФ-спектроскопия

ВСТУП

Лікарські рослини є важливим джерелом сировини для фармацевтичної промисловості. Вони є основою для виробництва багатьох лікарських препаратів і дієтичних добавок. З урахуванням зростаючої потреби в лікарській рослинній сировині та ситуації, що склалася зі зменшенням природних ареалів дикорослих лікарських рослин, а в деяких випадках і з катастрофічним становищем для ряду лікарських рослин, які перебувають на межі зникнення, пріоритетним напрямком наукових досліджень є збільшення сировинної бази лікарських рослин для фармацевтичної промисловості. Особлива увага приділяється лікарським рослинам, які мають велике поширення в природі і широко культивуються. При цьому вирощування цих рослин не є складним і витратним виробництвом і не порушує природні екосистеми. Перспективними для всебічного наукового вивчення є лікарські рослини, які містять флавоноїди та інші фенольні сполуки, у зв'язку з широким спектром їх біологічної активності, а саме антиоксидантною, імуномодулюючою, адаптогенною, протизапальною та детоксикаційною [1]. Лікарські препарати з антиоксидантною дією мають широке застосування і затребувані в медицині, особливу цінність мають антиоксидантні препарати на основі лікарських рослин з комплексною те-

рапевтичною дією, коли біологічна активність одних речовин доповнюється іншими [2, 3].

Одним з перспективних лікарських рослин для наукового вивчення з метою створення лікарських препаратів з антиоксидантною активністю є бессмертник приквітковий (*Helichrysum bracteatum*), що відноситься до родини Айстрові (складноцвіті, *Asteraceae*). Природним ареалом є Австралія, де рослина поширена по всій території континентальної частини материка. Бессмертник приквітковий є багаторічною рослиною, але при культивуванні, як правило, він вирощується як однорічна. *Helichrysum bracteatum* широко використовується у флористиці для створення квіткових композицій і букетів завдяки властивості рослини зберігати колір при висушуванні [4].

Рослина широко культивується практично у всіх країнах Європи, а також в Україні. Найбільш поширеними у світі сортами є: Файербаль, Віолет, Уайт, Єллоу, Дабл Мікст, Анвінс Саммер Спектрум, в Україні створено ряд сортів, зокрема: Сомбреро, Сафарі і Мореско. Попередніми фітохімічними дослідженнями встановлено, що сировина бессмертника приквіткового має різноманітний склад біологічно активних речовин. Були виявлені 16 амінокислот: 7 незамінних (треонін, валін, метіонін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, лізин), 9 замінних (аспарагінова кислота, аланін, гліцин, глу-

тамінова кислота, пролін, серин аргінін, гістидин, тирозин). Крім цього був вивчений мінеральний склад. Трава і квітки містять 5 макроелементів і 10 мікроелементів, серед яких: натрій, кальцій, калій, магній, фосфор, залізо, алюміній, кремній, марганець. Також встановлено, що в квітках безсмертника знаходяться у значних кількостях вільні цукри: сахароза (12,35 мг/г), глюкоза (10,43 мг/г) та зв'язані цукри: глюкоза (21,97 мг/г), фукоза (21,38 мг/г), арабіноза (7,98 мг/г). У траві безсмертника серед ідентифікованих вільних цукрів у великих кількостях представлені: сахароза (9,08 мг/г), глюкоза (7,37 мг/г), серед зв'язаних цукрів: ксилоза (26,84 мг/г), глюкоза (9,78 мг/г). Інші визначені цукри зустрічаються у значно меншій кількості [5, 6].

Метою даного дослідження було дослідження якісного складу фенольних сполук у траві безсмертника приквіткового методом хроматографії і УФ-спектроскопії та аналіз антиоксидантної активності екстракту трави безсмертника приквіткового за допомогою методу, який заснований на ефекті інгібування світіння хемілюмінесцентної реакції аналітичної системи $H_2L-H_2O_2-Nb$.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Для визначення фенольних сполук використовувався хроматографічний аналіз, який проводили з використанням паперової та тонкошарової хроматографії. Для цього використовували хроматографічний папір «Filtrak» різних номерів, хроматографічні пластинки «Silufol», «Sorbfil» і «Merck». Як матеріал для аналізу використовувався екстракт трави (екстракція проводилася 70 % спиртом у співвідношенні 1 : 5). При проведенні хроматографії використовувалися наступні системи розчинників: вода, 15 % і 30 % оцтова кислота, бутанол – оцтова кислота – вода (4 : 1 : 2, 3 : 1 : 1), хлороформ – метанол – вода 24 : 14 : 3, оцтова кислота – хлоридна кислота – вода, 30 : 3 : 10, вода + фенол. Також за допомогою хроматографії досліджували кислотний гідролізат спиртового екстракту трави для визначення агліконів і вуглеводної частини глікозидів. Для ідентифікації флавоноїдів в УФ-світлі використовували такі реактиви: розчин аміаку, 10 % розчин гідроксиду натрію, 2 % розчин хлористого цирконію. Речовини ідентифікували за показниками R_f і хроматографічної характеристики, (флуоресценції, забарвлення плям до і після обробки реактивами, хроматографічної рухливості) та у порівнянні з вірогідними зразками. УФ-спектроскопічний аналіз фенольних сполук проводили на спектрофотометрі Evolution 60S [7, 8, 9]. У дослідженні на антиоксидантну активність використовувалася модифікація хемілюмінесцентного методу (ХМ), в якому в якості активатора використовувався люмінол. Цей метод дозволяє визначити загальну кількість вільних радикалів, які пов'язують антиоксиданти в досліджуваному зразку, тобто так звану «загальну антиокси-

дантну ємність». В якості об'єкта дослідження використовували траву безсмертника приквіткового, яка була зібрана в 2017 р. в період з липня по вересень на фармакопейній ділянці ботанічного саду НФаУ.

Як матеріал для аналізу антиоксидантної активності використовувався водний екстракт трави безсмертника приквіткового. Вихідний розчин 0,001 М люмінолу (5-аміно-2,3-дигідро-1,4-фталазиндіон), H_2L («Хемапол», Чехія) готували з препарату перекристалізацією з крижаної оцтової кислоти в присутності активованого вугілля, а потім – з насиченого розчину лугу з точним навішуванням в 0,01 М розчині гідроксиду натрію. В експерименті використовували розчини лугів без карбонатів. Для приготування і підтримки необхідної кислотності середовища використовували 0,1 М розчин гідроксиду натрію, рН розчинів контролювали за допомогою скляного індикаторного електроду ЕСЛ-43-07 та іонметри лабораторного І-130. Всі розчини готували на бідистильованій воді. Розчин пероксиду водню 5 % (мас.) готували з 50 %-ного препарату його розведенням водою з подальшим контролем концентрації 0,01 М розчинном калію перманганату. Використовували гемоглобін крові людини виробництва фірми «Simko Ltd», м. Львів, Україна. Вихідний розчин гемоглобіну 75 мкг/мл готували розчиненням 7,5 мг в 75 мл бідистильованої води при прогріванні і додаванні 0,5 г натрію лігдифосфату. Обсяг доводили до мітки бідистильованої водою при 20 % і перемішували. Робочий розчин гемоглобіну готували розведенням вихідного розчину бідистильованою водою точно в 100 разів. Розчин придатний до застосування впродовж доби.

Інтенсивність хемілюмінесценції вимірювали на хемілюмінометрі 0, 1 за допомогою фотоелектронних помножувачів ФЕУ-84-А, вимірника малих струмів ІМТ-0,5 і швидкодіючого потенціометра-самописця. Реакцію, яка супроводжується хемілюмінесценцією, проводили у кварцевій кюветі циліндричної форми діаметром 30 мм з робочим об'ємом 10 мл. При проведенні дослідів дотримувалися такого порядку змішування реагентів: до суми індикатора люмінолу в розчині лугу пероксиду водню (з розчинами досліджуваних речовин або без них) додавали за допомогою піпеточного дозатора П-1 0,50 мл розчину гемоглобіну і реєстрували кінетичну криву інтенсивності хемілюмінесценції ($I_{хл}$) – Час (хв). Дозатор поміщений у з'йомний тримач, який ізолює фотокатод фотоелектронного помножувача від стороннього світла, що дозволяє працювати при звичайному освітленні. Всі експерименти проводили при температурі +18-20 °С [10, 11, 12]. Інгібуючу дію екстракту трави безсмертника приквіткового оцінювали за величиною зменшення (депресії) максимальної інтенсивності хемілюмінесценції (ХЛ) $\Delta I_{хл} = I_0 - I_{хл}$, де: I_0 – максимальна інтенсивність ХЛ при відсутності екстракту безсмертника приквіткового; $I_{хл}$ – максимальна інтенсивність ХЛ в присутності екстракту безсмертника приквіткового.

Таблиця 1

**ХРОМАТОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК ТРАВИ
БЕЗСМЕРТНИКА ПРИКВІТКОВОГО**

| Речовина | Ідентифікація в УФ | | Показник Rf (x 100)* | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| | Забарвлення в УФ-світлі | Забарвлення з розчином аміаку | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Лютеолін | перламутрове | жовте | 0 | 6 | 46 | 89 | 86 | 72 | 60 |
| Ізо-орієнтин | перламутрове | жовте | 23 | 35 | 63 | 46 | 58 | 62 | 76 |
| Цинарозид | перламутрове | жовте | 0 | 20 | 60 | 53 | 62 | 75 | 78 |
| Брактєїн | жовте | помаранчево-червоне | 7 | 9 | 41 | 38 | 26 | 33 | 43 |
| Цернуозид | світло-жовте | помаранчево-червоне | 10 | 14 | 54 | 45 | 46 | 54 | 59 |
| Ауреузидин | жовте | помаранчево-червоне | 0 | 2 | 32 | 63 | 53 | 39 | 35 |
| Кофейна кислота | синє | світло-синє | 66 | 50 | 74 | 86 | 85 | 54 | 78 |

Примітка: * – система розчинників для хроматографії: 1) вода, 2) оцтова кислота 15 %, 3) БОВ 4 : 1 : 5, 4) БОВ 3 : 1 : 1, 5) БОВ 3 : 1 : 1, 6) вода + фенол, 7) оцтова кислота – хлоридна кислота – вода 30 : 3 : 10.

Таблиця 2

**УФ-СПЕКТРОСКОПІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК ТРАВИ
БЕЗСМЕРТНИКА ПРИКВІТКОВОГО**

| Фенольна сполука | Хімічна структура | УФ спектр, λ max, нм | |
|------------------|--|----------------------|-----------------------------|
| Лютеолін | 5, 7, 3', 4'-тетрагідроксифлавонол | метанольний розчин | 242пл, 353, 267, 291пл, 348 |
| Ізо-орієнтин | 6-C-β-D-глюкопіранозиллютеолін | метанольний розчин | 255, 269, 348 |
| Цинарозид | лютеолін-7-O-β-D-глюкозид | метанольний розчин | 255, 267пл, 348 |
| Брактєїн | 6, 3', 4' 5'-тетрагідрокси-4-O-β-D-глюкопіранозилаурон | метанольний розчин | 260, 325пл, 406 |
| Цернуозид | 6, 3', 4'-тетрагідрокси-4-O-β-D-глюкопіранозилаурон | метанольний розчин | 262, 338, 404 |
| Ауреузидин | 4, 6, 3', 4'-тетрагідроксиаурон | метанольний розчин | 260, 332, 399 |
| Кофейна кислота | 3, 4-дигідроксикорична кислота | метанольний розчин | 235пл, 288, 315 |

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У результаті проведення хроматографії і УФ-спектроскопії були отримані наступні дані: у траві безсмертника приквіткового були знайдені гідроксикоричні кислоти, флавоноїди, флавоноглікозиди та інші біологічно активні речовини. Було визначено 15 фенольних похідних, серед яких ідентифіковані наступні: кофейна кислота, похідні лютеоліну, в тому числі О-та С-глікозиди, а також аурони та їх глікозиди. На підставі хроматографічного та УФ-спектроскопічного аналізів і в порівнянні з достовірними зразками вдалося ідентифікувати ряд фенольних сполук, хроматографічна та спектральна характеристика яких наведена в табл. 1, 2.

У результаті дослідження антиоксидантної властивості експериментально встановлено, що екстракт трави безсмертника приквіткового завдяки вмісту флавоноїдів в ХЛ-системі $H_2L_2-H_2O_2-Hb$ приводить до зменшення максимальної інтенсивності світіння. При цьому оптимальним для визначення ефекту інгібування є порядок змішування компонентів хемілюмінесцентної композиції, коли останнім додається Hb. Спостерігалось, що зменшення інтенсивності ХЛ було пропорційним концентрації інгібіторів. Встановлено,

що за характеристикою антиоксидантної властивості була обрана величина розбавлення, при якій досягається зниження ХЛ на 50 %. Експериментально встановлено, що I/I_0 на 50 % досягається при розбавленні водного екстракту 7,5 : 1000, що свідчить про високу антиоксидантну властивість екстракту. Необхідно також враховувати, що визначення антиоксидантів як хімічних сполук не є коректним і не дає повного уявлення про антиоксидантну активність досліджуваного екстракту, так як ця активність зумовлена не тільки кількістю тієї чи іншої речовини з антиоксидантною активністю, а й активністю кожної з них.

ВИСНОВКИ

1. Вперше проведено дослідження фенольних речовин у траві безсмертника приквіткового. Було виявлено 15 фенольних похідних, серед яких ідентифіковано: лютеолін, ізо-орієнтин, цинарозид, брактєїн, цернуозид, ауреузидин, кофейна кислота.
2. Вперше було вивчено інгібуючу дію екстракту безсмертника приквіткового на хемілюмінесцентну реакцію окиснення люмінолу пероксидом водню в лужному середовищі в присутності гемоглобіну. На основі зменшення світлосуми хемілюмінесцен-

ції була розрахована загальна антиоксидантна ємність досліджуваного екстракту. Експериментально встановлено, що I/I_0 на 50 % досягається при розбавленні 7,5 : 1000, що свідчить про високі антиоксидантні властивості екстракту.

3. Отримані дані свідчать що безсмертник приквітковий є перспективною рослиною для вивчення і створення лікарських препаратів з антиоксидантною дією.

Конфлікт інтересів: відсутній.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Антиоксидантна активність некоторых фитопрепаратов, содержащих флавоноиды / О. Л. Кулагин, В. А. Куркин, Н. С. Додонов и др. // Фармация. – 2007. – Т. 55, № 2. – С. 30–32.
2. Барабой, В. А. Биоантиоксиданты / В. А. Барабой. – М. : Книга плюс, 2006. – 462 с.
3. Филиппенко, Т. А. Антиоксидантное действие экстрактов лекарственных растений и фракций их фенольных соединений / Т. А. Филиппенко, Н. Ю. Грибова // Химия растит. сырья. – 2013. – № 1. – С. 77–81.
4. Gardner, C. A. Wildflowers of Western Australia (17th ed.) / C. A. Gardner. – Perth, Western Australia : St. GeorgBooks, 1990. – 144 p.
5. Москаленко, А. М. Дослідження мінерального складу сировини безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*) / А. М. Москаленко, Н. В. Попова // Укр. біофармац. журн. – 2018. – № 1 (54). – С. 72–76. <https://doi.org/10.24959/ubphj.18.160>
6. Москаленко, А. М. Изучение аминокислотного состава сырья бессмертника прицветникового (*Helichrysum bracteatum*) / А. Н. Москаленко, Н. В. Попова, Е. В. Гладух // East Eur. Sci. J. – 2018. – Vol. 5 (33). – P. 49–55.
7. Литвиненко, В. И. Некоторые принципы и методические разработки в исследовании фенольных соединений // В кн. : Современные проблемы фармацевтической науки и практики. – К., 1972. – С. 674–676.
8. Максютин, Н. П. Методы выделения и исследования флавоноидных соединений и их биологические функции / Н. П. Максютин, В. И. Литвиненко. – М. : Наука, 1968. – С. 27–28.
9. Harborne J. B. The flavonoids: Advances in Research, Chapman and Hall / J. B. Harborne, T. J. Mabry. – London, 1982. – 744 p.
10. Блажеєвський, М. Є. Кількісне визначення флавоноїдів хемілюмінесцентним методом у лікарських формах / М. Є. Блажеєвський, Н. Ю. Бондаренко // Фармаком. – 2005. – № 2–3. – С. 177–181.
11. Особенности хемилуминесценции при ингибировании растительными фенолами окисления органических веществ / Н. И. Белая, Т. А. Филиппенко, А. Н. Николаевский и др. // Теорет. и эксперим. химия. – 2003. – Т. 39, № 3. – С. 161–166.
12. Бондаренко, Н. Ю. Визначення кофеїну у каві методом хемілюмінесценції / Н. Ю. Бондаренко, М. Є. Блажеєвський // Укр. біофармац. журн. – 2016. – № 3. – С. 14–18. <https://doi.org/10.24959/ubphj.16.33>

REFERENCES

1. Kurkin, V. A., Kulagin, O. L., Dodonov, N. S., Carjova, A. A., Avdeeva, E. V., Barabash, S. V., Ljashenko, M. V., ... Kurkina, A. V. (2007). *Farmacija*, 55 (2), 30–32.
2. Baraboj, V. A. (2006). *Bioantioksidanty*. Moscow : Kniga plus, 462.
3. Filippenko, T. A., Gribova, N. Ju. (2013). *Himija rastitel'nogo syr'ja*, 1, 77–81
4. Gardner, C. A. (1990). *Wildflowers of Western Australia (17th ed.)*. Perth, Western Australia : St. GeorgBooks, 144.
5. Moskalenko, A. M., & Popova, N. V. (2018). Research of mineral composition of *Helichrysum bracteatum* herbal drugs. *Ukrains'kij biofarmaceutičnij žurnal*, 1 (54), 72–76. <https://doi.org/10.24959/ubphj.18.160>
6. Moskalenko, A. M., Popova, N. V., Gladukh, Ye. V. (2018). *East European Scientific Journal*, 5 (33), 49–55.
7. Litvinienko, V. I. (1972). *Nekotorye principy i metodicheskie razrabotki v issledovanii fenol'nyh soedinenij*. Sovremennye problemy farmaceutičeskoj nauki i praktiki. Kiev, 674–676.
8. Maksjutina, N. P., Litvinienko, V. I. (1968). *Metody vydelenija i issledovanija flavonoidnyh soedinenij i ih biologičeskie funkcii*. Moscow : Nauka, 27–28.
9. Harborne, J. B., and Mabry, T. J. (Eds.). (1982). *The flavonoids : Advances in Research, Chapman and Hall*. London, 744.
10. Blazhejevskiy, M. Ye., Bondarenko, H. Yu. (2005). *Farmakom*, 2–3, 177–181.
11. Belaja, N. I., Filippenko, T. A., Nikolaevskij, A. N., Pilipenko, V. A., Ovcharova, O. Ju. (2003). *Teoreticheskaja i jeksperimental'naja himija*, 39 (3), 161–166.
12. Bondarenko, N. Y., & Blazhejevskiy, M. Y. (2016). Quantitative determination of caffeine in coffee by chemiluminescent method. *Ukrains'kij biofarmaceutičnij žurnal*, 3 (44), 14–18. <https://doi.org/10.24959/ubphj.16.33>

Відомості про авторів:

Москаленко А. М., аспірант кафедри нутриціології та фармацевтичної броматології, Національний фармацевтичний університет.

E-mail: anmosk2002@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3110-6831>

Попова Н. В., д-р фарм. наук, професор, завідувач кафедри нутриціології та фармацевтичної броматології, Національний фармацевтичний університет. E-mail: bromatology@nuph.edu.ua, nutriciologia@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2010-8310>

Блажеєвський М. Є., д-р хім. наук, професор кафедри фізичної та колоїдної хімії, Національний фармацевтичний університет.

E-mail: tropicana2003@ukr.net

Бондаренко Н. Ю., канд. фарм. наук, доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії, Національний фармацевтичний університет

Information about authors:

Moskalenko A., PhD-student of the Department of Nutriciology and Pharmaceutical Bromatology, National University of Pharmacy.

E-mail: anmosk2002@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3110-6831>

Popova N., Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Head of the Department of Nutriciology and Pharmaceutical Bromatology, National University of Pharmacy. E-mail: bromatology@nuph.edu.ua, nutriciologia@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2010-8310>

Blazheevsky M., Doctor of Chemistry, Professor, Department of Physical and Colloidal Chemistry, National University of Pharmacy.

E-mail: tropicana2003@ukr.net

Bondarenko N., Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Department of Physical and Colloid Chemistry,

National University of Pharmacy

Сведения об авторах:

Москаленко А. Н., аспирант кафедры нутрициологии и фармацевтической броматологии, Национальный фармацевтический

университет. E-mail: anmosk2002@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3110-6831>

Попова Н. В., д-р фарм. наук, профессор, заведующая кафедрой нутрициологии и фармацевтической броматологии, Национальный фармацевтический университет. E-mail: bromatology@nuph.edu.ua, nutriciologia@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2010-8310>

Блажеевский Н. Е., д-р хім. наук, профессор кафедры физической и коллоидной химии, Национальный фармацевтический университет.

E-mail: tropicana2003@ukr.net

Бондаренко Н. Ю., канд. фарм. наук, доцент кафедры физической и коллоидной химии, Национальный фармацевтический университет

Надійшла до редакції 06.03.2019 р.