

О. О. СТРЕМОУХОВ, О. М. КОШОВИЙ, Н. В. БОРОДИНА, О. В. КРИВОРУЧКО

Національний фармацевтичний університет

ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ ЛОХИНИ ЗВИЧАЙНОЇ

Актуальність. Серед ягідних культур все більшу популярність набуває лохина звичайна (*Vaccinium uliginosum* L.) з родини вересові (*Ericaceae*). Вона культивується в Україні як плодова, лікарська і декоративна рослина. Раніше ми вивчали прості феноли, гідроксикоричні кислоти, флавоноїди і дубильні речовини листя цієї рослини.

Метою нашого дослідження було вивчення якісного складу та кількісного вмісту карбонових кислот надземних органів лохини звичайної.

Матеріали та методи. Листя, стебла та плоди лохини звичайної заготовляли у 2016 році в садовому центрі «Садко» Київської області. Визначення карбонових кислот у сировині проводили на хроматографі Agilent Technologies 6890N з мас-спектрометричним детектором 5973N.

Результати та їх обговорення. Хромато-мас-спектрометричним методом у досліджуваній сировині лохини звичайної визначено вміст 37 карбонових кислот, із яких 17 жирних (13 насичених і 4 ненасичених), 9 ароматичних, 2 гідроксикислоти, 8 двоосновних кислот і 1 кетокислота. Переважають в усіх об'єктах дослідження з жирних кислот – пальмітинова, з гідроксикислот – лимонна, з ароматичних – бензойна і ванілінова, з двоосновних – малонова і щавлева кислоти. *n*-Гідроксидинамова кислота була ідентифікована лише в стеблах лохини, додекадикарбонова – у листі, октадикарбонова – у плодах, ферулова кислота – у листі і плодах рослини.

Висновки. Хромато-мас-спектрометричним методом у листі, стеблах і плодах лохини звичайної визначено вміст 37 карбонових кислот. Загальний вміст ідентифікованих карбонових кислот у листі лохини становить 5867,84 мг/кг, у стеблах – 7918,61 мг/кг, у плодах – 23833,4 мг/кг. Подальше фармакогностичне вивчення надземних органів лохини звичайної є перспективним для створення на їх основі нових лікарських засобів.

Ключові слова: лохина звичайна (*Vaccinium uliginosum*); карбонові кислоти; хромато-мас-спектрометрія

O. O. Stremoukhov, O. M. Koshovyi, N. V. Borodina, O. V. Kryvoruchko

A comparative study of carboxylic acids of the bog bilberry overground parts

Topicality. Among the small-fruit crops bog bilberry (*Vaccinium uliginosum* L.) of the heather family (*Ericaceae*) is becoming increasingly popular. It is cultivated in Ukraine as a fruit, medicinal and ornamental plant. Previously simple phenols, hydroxycinnamic acids, flavonoids and tannins of this plant leaves were studied.

Aim. To study carboxylic acids qualitative composition and quantitative content of bog bilberry overground parts.

Materials and methods. Leaves, stems and fruits of bog bilberry were collected in 2016 at the "Sadko" Garden Center in Kyiv region. Determination of carboxylic acids in raw material was carried out using an Agilent Technologies 6890N chromatograph with a mass spectrometric detector 5973N.

Results and discussion. Using chromatography-mass spectrometry the content of 37 carboxylic acids has been determined in bog bilberry raw material studied; among them there are 17 fatty acids (13 saturated and 4 unsaturated acids), 9 aromatic acids, 2 hydroxy acids, 8 dibasic acids and 1 keto acid. The following acids prevail in all the objects of the study: among fatty acids – palmitic acid, among hydroxy acids – citric one, among aromatic acids – benzoic and vanillic acids, and among dibasic acids – malonic and oxalic ones. *p*-Hydroxycinnamic acid was identified only in stems of bog bilberry, dodecacarbonyl acid – in leaves, octadecarboxylic acid – in fruits, ferulic acid – in leaves and fruits of the plant.

Conclusions. The content of 37 carboxylic acids in leaves, stems and fruits has been determined by chromatography-mass spectrometry. The total amount of carboxylic acids identified in leaves of bog bilberry is 5867.84 mg/kg, in stems – 7918.61 mg/kg, in fruits – 23833.4 mg/kg. Further pharmacognostic study of the bog bilberry overground parts is promising for creating new drugs on their basis.

Key words: bog bilberry (*Vaccinium uliginosum*); carboxylic acids; chromatography-mass spectrometry

A. A. Стремоухов, О. Н. Кошевой, Н. В. Бородина, Е. В. Криворучко

Сравнительное исследование карбоновых кислот надземной части голубики обыкновенной

Актуальность. Среди ягодных культур все большую популярность приобретает голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.) из семейства вересковые (*Ericaceae*). Она культивируется в Украине как плодородное, лекарственное и декоративное растение. Ранее мы изучали простые фенолы, гидроксикоричные кислоты, флавоноиды и дубильные вещества листьев этого растения.

Целью нашего исследования было изучение качественного состава и количественного содержания карбоновых кислот надземных органов голубики обыкновенной.

Материалы и методы. Листья, стебли и плоды голубики обычной заготавливали в 2016 году в садовом центре «Садко» Киевской области. Определение карбоновых кислот в сырье проводили на хроматографе Agilent Technologies 6890N с масс-спектрометрическим детектором 5973N.

Результаты и их обсуждение. Хромато-масс-спектрометрическим методом в исследуемом сырье голубики обыкновенной определено содержание 37 карбоновых кислот, из которых 17 жирных (13 насыщенных и 4 ненасыщенных), 9 ароматических, 2 гидроксикислоты, 8 двухосновных кислот и 1 кетокислота. Преобладают во всех объектах исследования из жирных кислот – пальмитиновая, из гидроксикислот – лимонная, из ароматических – бензойная и ванилиновая, из двухосновных – малоновая и щавелевая кислоты. *l*-Гидроксицинамовая кислота была идентифицирована только в стеблях голубики, додекадикарбоновая – в листьях, октадикарбоновая – в плодах, феруловая кислота – в листьях и плодах растения.

Выводы. Хромато-масс-спектрометрическим методом в листьях, стеблях и плодах голубики обыкновенной определено содержание 37 карбоновых кислот. Общее содержание идентифицированных карбоновых кислот в листьях голубики составляет 5867,84 мг/кг, в стеблях – 7918,61 мг/кг, в плодах – 23833,4 мг/кг. Дальнейшее фармакогностическое изучение надземных органов голубики обыкновенной является перспективным для создания на их основе новых лекарственных средств.

Ключевые слова: голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*); карбоновые кислоты; хромато-масс-спектрометрия

ВСТУП

Карбонові кислоти відіграють важливу роль в обміні речовин рослин. Вони використовуються в синтезі амінокислот, алкалоїдів, стероїдів і є проміжною ланкою між обміном вуглеводів, жирів, білків тощо. Карбонові кислоти мають антиоксидантні, протиалергійні та протизапальні властивості, беруть участь в обміні речовин, підвищують захисні сили і життєвий тонус організму. Наприклад, яблучна кислота впливає на засвоєння заліза та синтез гемоглобіну. Містяться кислоти в усіх органах рослин у вільному стані та у вигляді солей, ефірів, димерів і комплексів з іншими речовинами [1, 2].

Пошук перспективних лікарських рослин серед дикорослих і культивованих рослин України та їх фітохімічне дослідження є актуальним завданням сучасної наукової і практичної фармації. До таких рослин можна віднести рослини родини вересові (*Ericaceae*), серед яких дуже цікавим об'єктом є лохина звичайна (*Vaccinium uliginosum*), плоди якої містять значну кількість біологічно активних речовин (БАР), таких як фенольні сполуки, органічні кислоти, іридоїди, цукри, вітаміни [1, 2, 3].

У традиційній медицині в європейських країнах використовуються плоди лохини як загальнозміцнювальний засіб для стимулювання обмінних процесів в організмі людини; діючі речовини плодів лохини сприяють зниженню рівня цукру в крові, впливають на зір. У народній медицині плоди лохини використовуються як протидизентерійний та протидизентерійний засіб, при порушеннях обміну речовин, гарячці, в комплексному лікуванні деяких видів анемії. За кордоном використовуються лікарські засоби і спеціальні харчові продукти з екстрактами плодів і листя лохини, що застосовуються для покращення зору, наприклад, «Голубітокс». Відвар листя лохини використовують при діабеті, хворобах серця, анемії, ентеритах, гастритах, відвар плодів – як в'яжучий засіб при колітах, ентероколітах та діарей. В'яжуча дія відвару зумовлена дубильними речовинами та флавоноїдами [2, 3, 4, 5].

Лохина звичайна є листопадною рослиною. Під час збору плодів та обрізки кущів листя стає відходами, незважаючи на те, що воно містить значну кіль-

кість БАР. Тому фітохімічне дослідження листя лохини для створення нових лікарських засобів є актуальним.

Раніше нами в листі лохини звичайної було досліджено якісний склад та кількісний вміст деяких класів БАР: простих фенолів, похідних гідроксикоричної кислоти, флавоноїдів і дубильних речовин. Продовжуючи дослідження БАР листя лохини звичайної та продуктів їх переробки, ми звернули увагу на те, що склад карбонових кислот майже не вивчений [6, 7, 8].

Метою дослідження було вивчення якісного складу та кількісного вмісту карбонових кислот надземних органів лохини звичайної.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Об'єктом дослідження було листя, стебла та плоди *Vaccinium uliginosum*, заготовлені у 2016 році в садовому центрі «Садко» Київської області.

Дослідження надземних вегетативних та генеративних органів лохини проводили методом хромато-мас-спектрометрії: до 0,50 мг висушеної подрібненої сировини у віалі на 2 мл додавали внутрішній стандарт (50 мкг тридекану в гексані) і 1,0 мл метилуючого агенту – 14 % хлористого метилену в метанолі, Supelco № 3-3033. Суміш витримували у герметично закритій віалі впродовж 8 годин при температурі 65 °С. Реакційну суміш зливали з осаду і розводили 1 мл дистильованої води. Для отримання метилових естерів жирних та органічних кислот додавали 0,2 мл хлористого метилену, струшували протягом 1 години та хроматографували. Введення проби 2 мкл до хроматографічної колонки проводили у режимі splitless (без розподілу потоку), що дозволяє ввести пробу без втрат на розділення і суттєво (до 20 разів) збільшити чутливість методу хроматографування. Швидкість введення проби – 1 мл/хв, термін – 0,2 хв. Аналіз метилових естерів жирних та органічних кислот проводили з використанням хромато-мас-спектрометра 5973N/6890N MSD/DS Agilent Technologies (США).

Детектор мас-спектрометра – квадруполь, спосіб іонізації – електронний удар (EI), енергія іонізації – 70 eV, для аналізу використовували режим реєстрації повного іонного струму. Для розподілу

використовували капілярну колонку HP-INNOWAX, (30 м × 250 мкм). Нерухома фаза – INNOWAX. Рухома фаза – гелій, швидкість потоку газу – 1 мл/хв. Температура нагрівача введення проби – 250 °С. Температура терmostату програмується від 50 до 250 °С. Ідентифікацію метилових естерів кислот проводили на основі розрахунку еквівалентної довжини аліфатичного ланцюга (ECL) з використанням даних бібліотеки мас-спектрів NIST 05 і Willey 2007 з загальною кількістю спектрів більше 470000 у поєднанні з програмами для ідентифікації

AMDIS і NIST; також порівнювали час утримання речовин з часом утримання стандартних сполук (Sigma).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У результаті досліджень у вегетативних та генеративних органах *Vaccinium uliginosum* було виявлено 37 карбонових кислот; встановлено їх вміст. Відносний вміст кислот розраховували у відсотках методом внутрішньої нормалізації серед загальної кількості ідентифікованих карбонових кислот (таблиця).

Таблиця

ВМІСТ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ У НАДЗЕМНІЙ ЧАСТИНІ ЛОХИНИ ЗВИЧАЙНОЇ

Кислоти	Вміст, мг/кг			Відносний вміст, %		
	листя	стебла	плоди	листя	стебла	плоди
Гідроксикислоти						
Лимонна	369,25	798,77	5841,93	6,29	10,09	24,51
Яблучна	105,42	153,21	783,14	1,8	1,93	3,29
Кетокислоти						
Левулінова	600,32	1564,42	7994,77	10,23	19,76	33,54
Двоосновні кислоти						
2-Гідрокси-3-метилглутарова	64,92	25,78	15,42	1,11	0,33	0,06
Азелаїнова	94,06	497,56	25,07	1,60	6,28	0,11
Бурштинова	235,64	378,52	71,57	4,02	4,78	0,30
Додекадикарбонова	48,17	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00
Малонова	493,17	57,35	64,40	8,40	0,72	0,27
Октадикарбонова	0,00	60,12	0,00	0,00	0,76	0,00
Фумарова	51,51	41,03	18,95	0,88	0,52	0,08
Щавлева	80,88	167,66	51,01	1,38	2,12	0,21
Ароматичні кислоти						
Бензойна	153,54	154,27	67,29	2,62	1,95	0,28
Бузкова	20,36	51,02	5,59	0,35	0,64	0,02
Ванілінова	72,58	309,16	236,97	1,24	3,9	0,99
Гентицинова	31,27	18,91	47,34	0,53	0,24	0,2
<i>n</i> -Гідроксибензойна	51,68	68,12	66,90	0,88	0,86	0,28
<i>n</i> -Гідроксицианамова	0,00	0,00	303,32	0,00	0,00	1,27
Саліцилова	47,37	18,41	18,68	0,81	0,23	0,08
Фенілоцтова	14,17	11,48	5,21	0,24	0,14	0,02
Ферулова	97,00	0,00	112,92	1,65	0,00	0,47
Жирні кислоти						
2-Гідроксипальмітинова	55,97	27,40	65,85	0,95	0,35	0,28
Арахінова	214,82	304,7	209,46	3,66	3,85	0,88
Бегенова	85,64	155,34	115,10	1,46	1,96	0,48
Гептадеканова	66,41	48,72	18,79	1,13	0,62	0,08
Капронова	26,18	26,37	22,01	0,45	0,33	0,09
Лауринова	145,10	93,12	96,76	2,47	1,18	0,41
Линолева	76,02	245,46	2504,14	1,30	3,1	10,51
Ліноленова	53,81	125,9	1390,99	0,92	1,59	5,84
Міристинова	273,46	91,99	395,69	4,66	1,16	1,66
Олеїнова	87,07	542,77	1362,21	1,48	6,85	5,72
Пальмітинова	1566,74	1379,52	730,89	26,7	17,42	3,07
Пальмітолеїнова	101,01	24,94	21,40	1,72	0,31	0,09
Пентадеканова	25,07	16,93	6,70	0,43	0,21	0,03
Стеаринова	197,60	292,71	702,89	3,37	3,70	2,95
Тетракозанова	219,73	84,66	117,58	3,74	1,07	0,49
Трикозанова	26,66	24,9	14,82	0,45	0,31	0,06
Хенейкозанова	15,24	57,39	327,61	0,26	0,72	1,37
Загальний вміст	5867,84	7918,61	23833,40			

Як видно з результатів досліджень, у листі лохини звичайної визначено вміст 35 карбонових кислот, із яких 17 жирних (13 насичених і 4 ненасичених), 8 ароматичних, 2 гідроксикислоти, 7 двоосновних кислот і 1 кетокислота. Загальний вміст кислот у листі лохини становить 5867,84 мг/кг, з яких переважають пальмітинова (26,70 %), леулінова (10,23 %), малінова (8,40 %) та лимонна (6,29 %) кислоти. Вміст інших карбонових кислот був менше 5 %, у незначній кількості (< 0,5 %) виявлено 2 ароматичні кислоти – фенілоцтову (14,17 мг/кг) та бузкову кислоти (20,36 мг/кг), а також 4 жирні кислоти – трикозанову (26,66 мг/кг), капронову (26,18 мг/кг), пентадеканову (25,07 мг/кг) та хенейкозанову кислоти (15,24 мг/кг).

У стеблах лохини звичайної визначено вміст 34 карбонових кислот, із яких 17 жирних (13 насичених і 4 ненасичених), по 7 ароматичних та двоосновних кислот, 2 гідроксикислоти і 1 кетокислота. Загальний вміст ідентифікованих карбонових кислот у стеблах лохини становить 7918,61 мг/кг, серед домінуючих представлені леулінова (19,76 %), пальмітинова (17,42 %), лимонна (10,09 %) і олеїнова (6,85 %) кислоти. У незначній кількості (< 0,5%) у стеблах лохини також виявлені такі кислоти: 2-гідроксипальмітинова кислота (27,40 мг/кг), капронова кислота (26,37 мг/кг), пальмітолеїнова кислота (24,94 мг/кг), трикозанова кислота (24,90 мг/кг), гентицинова кислота (18,91 мг/кг), саліцилова кислота (18,41 мг/кг), пентадеканова кислота (16,93 мг/кг) та фенілоцтова кислота (11,48 мг/кг).

Загальний вміст ідентифікованих карбонових кислот у плодах лохини в порівнянні з листями та стеблами більший у 4 та 3 рази відповідно і становить – 23833,4 мг/кг. Ідентифіковано 35 карбонових кислот у плодах лохини, з яких 17 жирних (13 насичених і 4 ненасичених), 9 ароматичних, 2 гідроксикислоти,

5 двоосновних кислот і 1 кетокислота. Переважають у сировині леулінова (33,54 %), лимонна (24,51 %), лінолева (10,51 %), ліноленова (5,84 %), олеїнова (5,72 %) кислоти. Вміст інших карбонових кислот був менше ніж 3,5 %, серед яких виявлені такі: яблучна (3,29 %), пальмітинова (3,07 %), стеаринова (2,95 %), міристинова (1,66 %), хенейкозанова (1,37 %), *n*-гідроксицинамова (1,27 %), ванілінова (0,99 %), арахінова (0,88 %) кислоти. У незначній кількості (< 0,5 %) у плодах лохини також виявлено 7 ароматичних кислот (ферулова, *n*-гідроксибензойна, бензойна, гентицинова, саліцилова, фенілоцтова, бузкова кислоти), 6 двоосновних кислот (бурштинова, малінова, шавлева, азелаїнова, фумарова, 2-гідрокси-3-метилглутарова кислоти) та 9 жирних кислот (тетракозанова, бегенова, лауринова, 2-гідроксипальмітинова, пальмітолеїнова, капронова, гептадеканова, трикозанова, пентадеканова кислоти).

Проведений аналіз якісного складу та кількісного вмісту карбонових кислот надземної частини лохини показав, що у листі лохини на відміну від інших органів було ідентифіковано додекадикарбонову кислоту, у стеблах – *n*-гідроксицинамову кислоту, у плодах – октадикарбонову кислоту. Ферулова кислота була виявлена у листях та плодах лохини.

ВИСНОВКИ

Хромато-мас-спектрометричним методом у листі, стеблах і плодах лохини звичайної визначено вміст 37 карбонових кислот. Загальний вміст ідентифікованих карбонових кислот у листі лохини становить 5867,84 мг/кг, у стеблах – 7918,61 мг/кг, у плодах – 23833,4 мг/кг. Подальше фармакогностичне вивчення надземних органів лохини звичайної є перспективним для створення на їх основі нових лікарських засобів.

Конфлікт інтересів: відсутній.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Коновалова, О. Ю. Біологічно активні речовини лікарських рослин / О. Ю. Коновалова, Ф. А. Мітченко, Т. К. Шураєва. – К. : Київський університет, 2008. – 280 с.
2. Polyphenol-enriched *Vaccinium uliginosum* L. fractions reduce retinal damage induced by blue light in A2E-laden ARPE19 cell cultures and mice / V. L. Lee, J. H. Kang, H. M. Kim et al. // *Nutr. Res.* – 2016. – Vol. 36, Issue 12. – P. 1402-1414. doi: 10.1016/j.nutres.2016.11.008
3. Лечебные свойства пищевых растений / Т. Л. Киселева и др. ; под. общ. ред. Т. Л. Киселевой. – М. : ФНКЭЦТМДЛ Росздрава, 2007. – 533 с.
4. Губанов, И. А. *Vaccinium uliginosum* L., голубика или гонобобель / И. А. Губанов // Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3-х т., Т. 3. Покрытосеменные (двудольные : раздельнолепестные). – М. : КМК, Ин-т технолог. иссл., 2004. – 25 с.
5. Стремоухов, О. О. Перспективи використання листя лохини для створення нових дієтичних добавок / О. О. Стремоухов // Товарознавчий аналіз товарів обмеженого аптечного асортименту : матер. III наук.-практ. інтернет-конф. за міжнар. участю, Харків, 15 квітня 2016 р. : тези доп. – Х. : НФаУ, 2016. – 19 с.
6. Фармакогностичне дослідження *Vaccinium uliginosum* / О. О. Стремоухов, О. С. Пешкова, О. М. Кошовий, І. В. Кіреєв // Фармація ХХІ століття : Тенденції та перспективи : матер. VIII Нац. з'їзду фармацевтів, Харків, 13–16 вересня 2016 р. у 2-х т., Т. 1. – Х. : НФаУ, 2016. – 141 с.
7. Стремоухов, А. А. Исследование фенольного состава листьев голубики / А. А. Стремоухов, О. Н. Кошевой // Фармацевтическая наука та практика : проблеми, досягнення, перспективи розвитку : матер. I наук.-практ. Інтернет – конф. за міжнар. участю, Харків, 24–25 березня 2016 р. : тези доп. – Х. : НФаУ, 2016. – 139 с.
8. Profiling of iridoid glycosides in *Vaccinium* species by UHPLC-MS / P. Heffels, L. Müller, A. Schieber et al. // *Food Res. Int.* – 2017. – Vol. 100. – P. 462-468. doi: 10.1016/j.foodres.2016.11.018

REFERENCES

1. Konovalova, O. Yu., Mitchenko, F. A., Shuraieva, T. K. (2008). *Biologichno aktivny rechovyiny likarskykh roslyn*. Kyiv: Kyivskiy universytet, 280.
2. Lee, B.-L., Kang, J.-H., Kim, H.-M., Jeong, S.-H., Jang, D.-S., Jang, Y.-P., Choung, S.-Y. (2016). Polyphenol-enriched *Vaccinium uliginosum* L. fractions reduce retinal damage induced by blue light in A2E-laden ARPE19 cell cultures and mice. *Nutrition Research*, 36 (12), 1402-1414. doi: 10.1016/j.nutres.2016.11.008
3. Kiseleva, T. L. (2007). *Lechebnye svoystva pishchevykh rasteniy*. Moscow: FNKETcTMDL Roszdava, 533.

4. Gubanov I. A. (2004). *Illustrirovannyyi opredelitel rastenii Srednei Rossii. V 3 t., T. 3. Pokrytosemennye (dvudolnye: razdelnolepnyye)*. Moscow: KMK, In-t tekhnolog. issled., 25.
5. Stremoukhov, O. O. (2016). *Tovarovnavchyyi analiz tovariv obmezhenohto aptechnoho asortymentu*. Kharkiv: NUPh, 19.
6. Stremoukhov, O. O., Peshkova, O. S., Koshovyi, O. M., Kireiev, I. V. (2016). *Farmatsiia XXI stolittia, tendentsii ta perspektyvy, 1*, 141.
7. Stremoukhov, A. A., Koshevoi, O. N. (2016). *Farmatsevtichna nauka ta praktyka: problemy, dosiagnennia, perspektyvy rozvytku*, 139.
8. Heffels, P., Müller, L., Schieber, A., Weber, F. (2017). Profiling of iridoid glycosides in Vaccinium species by UHPLC-MS. *Food Research International*, 100, 462–468. doi: 10.1016/j.foodres.2016.11.018

Відомості про авторів:

Стремоухов О. О., аспірант кафедри фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет. E-mail: stemoukhov_alexander@ukr.net.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0956-389X> Тел. 0504031764

Кошовий О. М., д-р фарм. наук, професор, завідувач кафедри фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет.

E-mail: oleh.koshovyi@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0956-389X>

Бородіна Н. В., канд. фарм. наук, доцент кафедри фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет.

E-mail: natalijaborodina@gmail.com

Криворучко О. В., д-р фарм. наук, доцент кафедри фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет. E-mail: evphyto@gmail.com.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3106-0204>

Information about the authors:

Stremoukhov O. O., graduate student of the Department of Pharmacognosy, National University of Pharmacy.

E-mail: stemoukhov_alexander@ukr.net. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0956-389X> Тел. 0504031764

Koshovyi O. M., Doctor of Pharmacy, professor of the Department of Pharmacognosy, National University of Pharmacy.

E-mail: oleh.koshovyi@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0956-389X>

Borodina N. V., Candidate of Pharmaceutical Sciences, associate professor of the Department of Pharmacognosy, National University of Pharmacy.

E-mail: natalijaborodina@gmail.com

Krivoruchko O. V., Doctor of Pharmacy, associate professor of the Department of Pharmacognosy, National University of Pharmacy.

E-mail: evphyto@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3106-0204>

Сведения об авторах:

Стремоухов А. А., аспирант кафедры фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет.

E-mail: stemoukhov_alexander@ukr.net. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0956-389X> Тел. 0504031764

Кошовой О. Н., д-р фарм. наук, профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет.

E-mail: oleh.koshovyi@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0956-389X>

Бородина Н. В., канд. фарм. наук, доцент кафедры фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет.

E-mail: natalijaborodina@gmail.com

Криворучко Е. В., д-р фарм. наук, доцент кафедры фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет.

E-mail: evphyto@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3106-0204>

Рекомендована д. фарм. н., професором А. М. Комісаренко

Надійшла до редакції 14.11.2017 р.