








О.В. Евдокимова 
М.Н. Лякина 
А.В. Бекетова 
Л.А. Ладыгина 
А.П. Щетинина 

Гармонизация фармакопейных требований при определении близкородственных видов в лекарственных средствах растительного происхождения

*Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Научный центр экспертизы средств медицинского применения»
Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Петровский б-р, д. 8, стр. 2, Москва, 127051, Российская Федерация*

✉ Лякина Марина Николаевна; Ljakina@expmed.ru

РЕЗЮМЕ

Во всем мире растет интерес к лекарственным средствам растительного происхождения (ЛСРП), что вызывает увеличение спроса на лекарственное растительное сырье. Обратной стороной роста объемов продаж лекарственного растительного сырья являются риски увеличения масштабов распространения фальсифицированных и недоброкачественных ЛСРП. Применение подобных средств может повлечь за собой развитие серьезных осложнений и даже летальный исход. Таким образом, увеличивается актуальность исследований с целью идентификации и контроля качества лекарственного растительного сырья. Актуальность проводимых исследований обусловлена также необходимостью гармонизации методов идентификации близкородственных видов как допустимых примесей в лекарственных средствах растительного происхождения. Цель работы – выявить наиболее часто используемые методы идентификации близкородственных видов растений и оценить возможность гармонизации национальных стандартов качества с требованиями монографий зарубежных фармакопей. В результате проведенного анализа показателей подлинности установлено, что основным методом идентификации примесей близкородственных видов является метод хроматографии в тонком слое сорбента. При оценке подлинности также используются морфолого-анатомические характеристики растений. Методические подходы идентификации близкородственных видов в лекарственных средствах растительного происхождения, используемые в Европейской фармакопее, нашли применение при актуализации фармакопейных стандартов Государственной фармакопеи Российской Федерации. Они гармонизированы с требованиями монографий ведущих зарубежных фармакопей и предусматривают обнаружение недопустимых примесей в лекарственных средствах растительного происхождения по морфолого-анатомическим и хроматографическим характеристикам.

Ключевые слова: идентификация; близкородственные примеси; фальсификация; лекарственные средства растительного происхождения; стандартизация; фармакопейные стандарты; гармонизация

Для цитирования: Евдокимова О.В., Лякина М.Н., Бекетова А.В., Ладыгина Л.А., Щетинина А.П. Гармонизация фармакопейных требований при определении близкородственных видов в лекарственных средствах растительного происхождения. *Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств.* 2022;12(2):142–148. <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2022-12-2-142-148>

O.V. Evdokimova 
M.N. Lyakina 
A.V. Beketova 
L.A. Ladygina 
A.P. Shchetinina 

Harmonisation of Pharmacopoeial Requirements for Identification of Closely Related Species in Herbal Medicinal Products

Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products,
8/2 Petrovsky Blvd, Moscow 127051, Russian Federation

✉ Marina N. Lyakina; Ljakina@expmed.ru

ABSTRACT

Global interest in herbal medicinal products is growing, thus increasing the demand for medicinal plant raw materials. However, the growth in sales of raw materials entails the risk of a wider spread of counterfeit and substandard medicinal products. The use of such products can lead to serious complications and even death. This brings to the forefront the studies aiming at identification and quality control of herbal drugs. In addition, the relevance of these studies stems from the need for harmonisation of test methods for identification of related plant species as acceptable foreign elements in herbal medicinal products. The aim of the study was to determine the most widely used methods for identification of closely related plant species and to analyse the possibility of aligning the requirements of Russian standards and foreign pharmacopoeial monographs. According to the analysis of identification requirements, the main test method for identification of related plant species is thin-layer chromatography; morphological and anatomical characteristics of plants are also used. Methodological approaches of the European Pharmacopoeia to identification of closely related species in herbal medicinal products have found application in updating compendial standards of the Russian Pharmacopoeia. Russian standards are harmonised with the requirements described in monographs of leading pharmacopoeias and provide for the detection of unacceptable impurities in herbal medicinal products by morphological, anatomical and chromatographic characteristics.

Key words: identification; closely related plant species; falsification; herbal medicinal products; standardisation; pharmacopoeial standards; harmonisation

For citation: Evdokimova O.V., Lyakina M.N., Beketova A.V., Ladygina L.A., Shchetinina A.P. Harmonisation of pharmacopoeial requirements for identification of closely related species in herbal medicinal products. *Vedomosti Nauchnogo tsentra ekspertizy sredstv meditsinskogo primeneniya. Regulyatornye issledovaniya i ekspertiza lekarstvennykh sredstv = Bulletin of the Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products. Regulatory Research and Medicine Evaluation*. 2022;12(2):142–148. <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2022-12-2-142-148>

Введение

Одной из задач надлежущей фармакопейной практики является гармонизация стандартов качества лекарственных средств. Гармонизация требований, в том числе предъявляемых к лекарственным средствам растительного происхождения, необходима при обеспечении надлежущего уровня качества лекарственных средств в условиях общего фармацевтического рынка. Одним из аспектов гармонизации является унификация фармакопейных требований к качеству фармацевтических субстанций, в том числе методик их идентификации (проверке подлинности).

Поскольку возросший во всем мире интерес к лекарственным средствам растительного происхождения влечет за собой повышенный спрос на лекарственное растительное сырье (ЛРС), увеличивается актуальность исследований по идентификации ЛРС. Обратной

стороной роста объемов продаж ЛРС являются риски увеличения масштабов распространения фальсифицированных и недоброкачественных лекарственных средств. Применение подобных средств может повлечь за собой развитие серьезных осложнений и даже летальный исход. Наиболее часто встречающимся способом фальсификации лекарственных средств растительного происхождения является замена дорогостоящего сырья на более дешевые близкородственные виды или похожее по внешним признакам сырье. Например, еще в «Руководстве к фармацевтической и медико-химической практике» 1892 г. были описаны случаи замены коры хинного дерева на низкосортные коры, цветки шафрана, окрашенные в красный цвет, цветки календулы и т.п. [1].

Фальсифицированные лекарственные средства растительного происхождения встречаются

по всему миру: в Австралии (79%), Южной Америке (67%), Европе (47%), Северной Америке (33%), Африке (27%) и менее всего в Азии (23%) [2]. На современном фармацевтическом рынке на фоне повышенного спроса сталкиваются с заменой экстрактов плодов черники обыкновенной на экстракты из плодов шелковицы или кожуры черной фасоли [3], кору каштана выдают за кору граната [4], экстракт плодов пальмы Сабаль фальсифицируют пальмовым маслом, экстракт листьев гинкго билоба – смесью рутина, кверцетина и кемферола, траву якорцев стелющихся – смесью диоскореи мохнатой (дикого ямса) с пажитником сены [5], подземные органы желтокорня канадского заменяют на сырье коптиса китайского или магонии падуболистой [6]. Очень часто пытаются фальсифицировать ЛРС, которые могут использоваться в качестве специй. Так, перца черного плоды цельные заменяют похожими по внешнему виду семенами пайи [7] или гречихи [8], корицы цейлонской кору заменяют на более дешевую кору корицы китайской [9], тмина обыкновенного плоды заменяют плодами кориандра посевного [10], фенхеля обыкновенного плоды фальсифицируют тмина обыкновенного плодами и укропа огородного плодами [11], корневища имбиря лекарственного [12] и куркумы длинной подменяют на аналогичное сырье дикорастущих видов [13–16], мяты перечной листья заменяют на листья мяты полевой [17].

Замена одного вида сырья другим, как правило, близкородственным видом, может быть связана не только с целью получения сверхприбыли, но и со сложностями в идентификации в процессе сбора и переработки ЛРС из-за отсутствия достоверного метода определения подлинности. Кроме того, в ЛРС могут присутствовать органические примеси, т.е. части других неядовитых растений, однако норма их содержания, согласно ОФС «Определение подлинности, измельченности и содержания примесей в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах»¹, должна составлять не более 1%, если иное не указано в фармакопейных статьях (ФС) или нормативной документации. В действующей Государственной фармакопее Российской Федерации XIV изд. (ГФ РФ) показатель «органическая примесь» как допустимая примесь в фармакопейных статьях нормируется

по верхнему пределу (не более) для морфологических групп «травы», «листья» и «корни, корневища, луковичи, клубни, клубнелуковичи» от 0,5 до 3%, для морфологической группы «цветков» – от 0,3 до 3%, для «коры» – от 0,5 до 1,5%, для «плодов» от 0,5 до 2%, для «семян» от 0,5 до 5%, для «почек» от 0,5 до 1%, а для слоевищ ламинарии присутствие органической примеси недопустимо². Наличие малого количества посторонних неядовитых растений допустимо, и его следует рассматривать как случайное загрязнение, которое нормируется и в монографиях ведущих зарубежных фармакопей, таких как Европейская, Японская фармакопеи, Фармакопея США и др.³ Присутствие же посторонних примесей в больших количествах нельзя считать случайным.

Цель работы – выявление наиболее часто используемых методов идентификации близкородственных видов растений и оценка возможности гармонизации национальных стандартов качества с требованиями монографий зарубежных фармакопей.

Основная часть

Для идентификации примесей близкородственных видов растений в ЛРС используют разные методы и их комбинации. Самым простым и не требующим дополнительного оборудования методом установления подлинности растительного сырья является оценка морфологических и анатомических характеристик. Однако использование внешних и анатомо-диагностических признаков для установления подлинности может быть затруднено или даже невозможно, если на анализ представлено ЛРС в виде порошка, измельченность которого не позволяет выявить характерные признаки.

Штрихкодирование дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК) широко используется в качестве молекулярного метода идентификации растительных препаратов. Для распознавания с помощью этого метода используются короткие области ДНК с видоспецифичными последовательностями в качестве штрихкодов для распознавания. Возможность использования генетической информации для идентификации растительных препаратов официально признана в Британской, Китайской и Японской

¹ ОФС.1.5.3.0004.15 Определение подлинности, измельченности и содержания примесей в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. II. М.; 2018.

² ФС.2.5.0080.18 Ламинарии слоевища. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. IV. М.; 2018.

³ European Pharmacopoeia. 10th ed. Strasbourg: EDQM; 2021.
United States Pharmacopoeia. USP 43–NF 38. Rockville, MD; 2019.
Japanese Pharmacopoeia. 16th ed. Tokyo; 2006.

фармакопеях⁴. Однако в частных монографиях зарубежных фармакопей на лекарственные средства растительного происхождения идентификация ДНК штрихкодированием отсутствует.

Европейская фармакопея широко использует современные физико-химические методы (табл. 1) для идентификации близкородственных видов растений. В основном это метод хроматографии в тонком слое сорбента (ТСХ). В описании хроматограммы испытуемого образца указываются зоны адсорбции, которые должны отсутствовать. Например, для арники цветков на хроматограмме испытуемого раствора не должны обнаруживаться зоны адсорбции с флуоресценцией оранжево-желтого цвета на уровне зоны адсорбции стандартных образцов (СО) рутина и ниже ее, которые соответствуют другим видам арники; для вербены лекарственной травы не должна обнаруживаться интенсивная зона адсорбции голубого или фиолетового цвета на уровне зоны адсорбции СО рутина, принадлежащая другим видам вербены; для золотарника обыкновенного травы не должна обнаруживаться зона адсорбции с флуоресценцией оранжевого цвета на уровне зоны адсорбции СО кверцетина, свидетельствующая об отсутствии других видов золотарника; отсутствие зон адсорбции между зонами адсорбции СО линалоола и СО 1,8-цинеола для лаванды узколистной цветков говорит об отсутствии других видов лаванды и т.п.⁵

При создании проектов ФС для ГФ РФ был учтен опыт Европейской фармакопей, и ТСХ-методики были гармонизированы для фармакопейных стандартов (табл. 1). При создании ФС на фармацевтические субстанции растительного происхождения (ФСРП) также учтен опыт отечественных разработок и показано, что кору коричника цейлонского, которую часто фальсифицируют корой коричника китайского, невозможно отличить ТСХ-методикой Европейской фармакопей⁶ от коры близкородственного вида. Для проектов ФС на кору коричников была предложена ТСХ-методика, позволяющая провести идентификацию [18, 19].

Кроме хроматографических методов для идентификации ФСРП находит применение описание внешних признаков (табл. 1). Так, в монографии Европейской фармакопей⁷ и в проекте ФС для прутняка обыкновенного плодов дано описание плодов других видов прутняка, наличие которых недопустимо, а в ФС «Боярышника плоды»⁸ приведено описание морфологических характеристик только для разрешенных к использованию видов боярышника, в монографии Европейской фармакопей⁹ такое описание отсутствует.

Остается актуальным использование микроскопических признаков для идентификации ФСРП (табл. 1). В фармакопейных стандартах при описании анатомо-диагностических характеристик приведены признаки, которые не должны встречаться при исследовании микропрепаратов. Так, например, в препаратах чаги должны отсутствовать трубчатый гименофор и споры, наличие которых свидетельствует о присутствии трутовика настоящего и трутовика ложного¹⁰, в микропрепарате пырея ползучего корневищ при проведении микрохимической реакции с 0,1 мл раствора йода спиртового 1% не должны присутствовать крахмальные зерна, окрашенные в синий цвет¹¹.

Примером использования комбинации методов для идентификации примесей близкородственных видов растений в ЛРС является ФС «Череды трехраздельной трава», в которой описаны морфологические признаки других видов череды как возможные примеси в ЛРС, а также приведена ТСХ-методика, позволяющая установить наличие близкородственной примеси — травы череды поникшей¹². В ФС «Хвоща полевого трава» описаны макро- и микроскопические признаки примесей других хвощей¹³, однако обнаружение близкородственных видов для данной ФСРП возможно, в первую очередь, если фармацевтическая субстанция цельная или измельченная. При актуализации фармакопейного стандарта был учтен опыт Европейской фармакопей¹⁴ и предложена ТСХ-методика, позволяющая обнаружить примеси других хвощей вне зависимости от измельченности (табл. 1).

⁴ British Pharmacopoeia Commission. DNA barcoding as a tool for botanical identification of herbal drugs, in British Pharmacopoeia supplementary chapter SC VII D. London: TSO; 2018.

Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China. Vol. I. Beijing: China Medical Science and Technology Press; 2015.

Japanese Pharmacopoeia. 16th ed. Tokyo; 2006.

⁵ Monograph 01/2012:1391 Arnica flower; Monograph 07/2012:1854 Verbena herb; Monograph 01/2013:1893 Goldenrod, European; Monograph 07/2018:1534 Lavender flower. European Pharmacopoeia. 10th ed. Strasbourg: EDQM; 2021.

⁶ Monograph 04/2011:0387 Cinnamon. European Pharmacopoeia. 10th ed. Strasbourg: EDQM; 2021.

⁷ Monograph 01/2015: 2147 Agnus castus fruit. European Pharmacopoeia. 10th ed. Strasbourg: EDQM; 2021.

⁸ ФС.2.5.0061.18 Боярышника плоды. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. IV. М.; 2018.

⁹ Monograph 04/2020:1220 Hawthorn berries. European Pharmacopoeia. 10th ed. Strasbourg: EDQM; 2021.

¹⁰ ФС.2.5.0103.18 Чага. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. IV. М.; 2018.

¹¹ Monograph 04/2011:1306 Couch grass rhizome. European Pharmacopoeia. 10th ed. Strasbourg: EDQM; 2021.

¹² ФС.2.5.0048.18 Череды трехраздельной трава. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. IV. М.; 2018.

¹³ ФС.2.5.0045.18 Хвоща полевого трава. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. IV. М.; 2018.

¹⁴ Monograph 04/2012:1825 Equisetum stem. European Pharmacopoeia. 10th ed. Strasbourg: EDQM; 2021.

Таблица 1. Методы установления подлинности, используемые для идентификации близкородственных видов растений в лекарственном растительном сырье

Table 1. Test methods for identification of closely related plant species in herbal drugs

Название ФС или проекта ФС <i>Monograph/draft monograph title</i>	Методы определения подлинности <i>Identification</i>					
	внешние признаки <i>appearance</i>		микроскопические признаки <i>microscopy</i>		определение основных групп биологически активных веществ <i>determination of major classes of bioactive compounds</i>	
	Ph. Eur.	ГФ РФ <i>Ph. Rus.</i>	Ph. Eur.	ГФ РФ <i>Ph. Rus.</i>	Ph. Eur.	ГФ РФ <i>Ph. Rus.</i>
Проект ФС Арники цветки <i>Arnica flower, draft monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>
ФС Боярышника плоды <i>Hawthorn berries, monograph</i>	-	+	-	-	-	-
Проект ФС Вербены лекарственной трава <i>Verbena herb, draft monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>
Проект ФС Горечавки желтой корневища и корни <i>Gentian rhizome and root, draft monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>
Проект ФС Горчицы сарептской семена <i>Indian mustard seed, draft monograph</i>	-	-	-	-	-	Качественная реакция <i>Qualitative reaction</i>
Проект ФС Дягиля лекарственного корневища и корни <i>Angelica archangelica rhizome and root, draft monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>
Проект ФС Золотарника обыкновенного трава <i>European goldenrod herb, draft monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>
Проект ФС Коричника китайского кора <i>Chinese cinnamon bark, draft monograph</i>	-	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>
Проект ФС Коричника цейлонского кора <i>Ceylon cinnamon bark, draft monograph</i>	-	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>
ФС Крушины ольховидной кора <i>Frangula bark, monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>
Проект ФС Куркумы длинной корневища <i>Turmeric rhizome, draft monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>
Проект ФС Лаванды узколистной цветки <i>Lavender flower, draft monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ, ГХ <i>TLC, GC</i>	ТСХ, ГХ <i>TLC, GC</i>
Проект ФС Любистока лекарственного корневища и корни <i>Lovage rhizome and root, draft monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>
Проект ФС Пассифлоры инкарнатной (Страстоцвета мясо-красного) трава <i>Passion flower herb, draft monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>
Проект ФС Перца черного плоды <i>Black pepper fruit, draft monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>
Проект ФС Подорожника ланцетного листья <i>Ribwort plantain leaf, draft monograph</i>	-	-	-	-	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>
Проект ФС Прутняка обыкновенного плоды <i>Agnus castus fruit, draft monograph</i>	+	+	-	-	-	-
Проект ФС Пырея ползучего корневища <i>Couch grass rhizome, draft monograph</i>	-	-	+	+	-	-
ФС / Проект ФС Хвоща полевого трава <i>Horsetail herb, monograph/draft monograph</i>	-	+	-	+	ТСХ <i>TLC</i>	ТСХ <i>TLC</i>

Продолжение таблицы 1

Table 1 (continued)

Название ФС или проекта ФС <i>Monograph/draft monograph title</i>	Методы определения подлинности <i>Identification</i>					
	внешние признаки <i>appearance</i>		микроскопические признаки <i>microscopy</i>		определение основных групп биологически активных веществ <i>determination of major classes of bioactive compounds</i>	
	Ph. Eur.	ГФ РФ <i>Ph. Rus.</i>	Ph. Eur.	ГФ РФ <i>Ph. Rus.</i>	Ph. Eur.	ГФ РФ <i>Ph. Rus.</i>
ФС Чага <i>Chaga, monograph</i>	–	–	–	+	–	–
ФС Череды трехраздельной трава <i>Bur beggar-ticks grass, monograph</i>	–	+	–	–	–	ТСХ TLC

Примечание. ТСХ – тонкослойная хроматография; ГХ – газовая хроматография; ФС – фармакопейная статья; ГФ РФ – Государственная фармакопея Российской Федерации XIV изд.; Ph. Eur. – Европейская фармакопея; «+» – раздел присутствует; «–» – раздел отсутствует.

Note. TLC – thin-layer chromatography; GC – gas chromatography; Ph. Rus. – State Pharmacopoeia of the Russian Federation, 14th ed.; Ph. Eur. – European Pharmacopoeia; + the section is present; – the section missing.

Заклучение

Анализ нормативных документов фармакопейного анализа показал, что основным методом идентификации примесей близкородственных видов является тонкослойная хроматография. При оценке подлинности также используются и морфолого-анатомические характеристики.

Методические подходы идентификации близкородственных видов в лекарственных средствах растительного происхождения, разработанные

нами и использованные при разработке фармакопейных статей ГФ РФ XIV изд. (сырье крушины ломкой, чаги, череды трехраздельной), нашли применение при актуализации фармакопейных стандартов для ГФ РФ. Они гармонизированы с требованиями монографий ведущих зарубежных фармакопей и предусматривают обнаружение недопустимых примесей в лекарственных средствах растительного происхождения по внешним, анатомо-диагностическим и хроматографическим характеристикам.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Хагер Г. *Руководство к фармацевтической и медико-химической практике*. СПб: К.Л. Риккер; 1892. [Hager H. *A guide to pharmaceutical and medico-chemical practice*. Saint Petersburg: K.L. Ricker; 1892 (In Russ.)]
- Ichim MC. The DNA-based authentication of commercial herbal products reveals their globally widespread adulteration. *Front Pharmacol.* 2019;10:1227. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01227>
- Daniells S. Industry needs to wake up to adulterated bilberry extracts. *NutraIngredients.com*. Decision News Media SAS; 2007.
- Zhang Y, Wang D, Lee R, Henning SM, Heber D. Absence of pomegranate ellagitannins in the majority of commercial Pomegranate extracts: implications for standardization and quality control. *J Agric Food Chem.* 2009;57(16):7395–400. <https://doi.org/10.1021/jf9010017>
- Wardle J. *Regulation of complementary medicines: a brief report on the regulation and potential role of complementary medicines in Australia*. East Brisbane: The Naturopathy Foundation; 2008.
- Brown PN, Roman MC. Determination of hydrastine and berberine in goldenseal raw materials, extracts, and dietary supplements by high-performance liquid chromatography with UV: collaborative study. *J AOAC Int.* 2008;91(4):694–701. <https://doi.org/10.1093/jaoac/91.4.694>
- Dhanya K, Syamkumar S, Sasikumar B. Development and application of SCAR marker for the detection of papaya seed adulteration in traded black pepper powder. *Food Biotechnol.* 2009;23(2):97–106. <https://doi.org/10.1080/08905430902873007>
- McGoverin CM, September DJF, Geladi P, Manley M. Near infrared and mid-infrared spectroscopy for the quantification of adulterants in ground black pepper. *J Near Infrared Spectrosc.* 2012;20:521–8. <https://doi.org/10.1255/jnirs.1008>
- Wang YH, Avula B, Nanayakkara NP, Zhao J, Khan IA. Cassia cinnamon as a source of coumarin in cinnamon-flavored food and food supplements in the United States. *J Agric Food Chem.* 2013;61(18):4470–6. <https://doi.org/10.1021/jf4005862>
- Tahri K, Tiebe C, El Bari N, Hübert T, Bouchikhi B. Geographical provenience differentiation and adulteration detection of cumin by means of electronic sensing systems and SPME-GC-MS in combination with different chemometric approaches. *Anal Methods.* 2016;8(42):7638–76. <https://doi.org/10.1039/c6ay01906d>
- Ma XD, Mao WW, Zhou P, Li P, Li HJ. Distinguishing *Foeniculum vulgare* fruit from two adulter-

- ants by combination of microscopy and GC-MS analysis. *Microsc Res Tech.* 2015;78(7):633–41. <https://doi.org/10.1002/jemt.22523>
12. Chavan P, Warude D, Joshi K, Patwardhan B. Development of SCAR (sequence-characterized amplified region) markers as a complementary tool for identification of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) from crude drugs and multicomponent formulations. *Biotechnol Appl Biochem.* 2008;50(Pt 1):61–9. <https://doi.org/10.1042/ba20070128>
 13. Purseglove JW, Brown EG, Green CL, Robin SRJ. Turmeric. In: Purseglove JW, Brown EG, Green CL, Robin SRJ. *Spices*. NY: Longman Publishing Group; 1981.
 14. Zwaving J, Bos R. Analysis of the essential oils of five *Curcuma* species. *Flavour Fragr J.* 1992;7(1):19–22. <https://doi.org/10.1002/ffj.2730070105>
 15. Dixit S, Khanna SK, Das M. A simple 2-directional high-performance thin-layer chromatographic method for simultaneous determination of curcumin, metanil yellow, and Sudan dyes in turmeric, chili, and curry powders. *J AOAC Int.* 2008;91(6):1387–96. <https://doi.org/10.1093/jaoac/91.6.1387>
 16. Parvathy VA, Swetha VP, Sheeja TE, Sasi-kumar B. Detection of plant-based adulterants in turmeric powder using DNA barcoding. *Pharm Biol.* 2015;53(12):1774–9. <https://doi.org/10.3109/13880209.2015.1005756>
 17. Lis-Balchin M, Deans S, Hart S. A study of the variability of commercial peppermint oils using antimicrobial and pharmacological parameters. *Med Sci Res.* 1997;25(3):151–2.
 18. Ненелева ЕВ, Евдокимова ОВ. Кора корицы: анализ фенольных соединений. *Фармация.* 2014;(7):19–21. [Neneleva EV, Evdokimova OV. Cassia bark: analysis of phenolic compounds. *Farmatsiya = Pharmacy.* 2014;(7):19–21 (In Russ.)]
 19. Ненелева ЕВ, Евдокимова ОВ, Глазкова ИЮ. Идентификация коры коричника методом тонкослойной хроматографии. *Фармация.* 2015;(6):17–8. [Neneleva EV, Evdokimova OV, Glazkova IYu. Thin-layer chromatographic identification of Chinese cassia bark. *Farmatsiya = Pharmacy.* 2015;(6):17–8 (In Russ.)]

Вклад авторов. О.В. Евдокимова – постановка задач исследования; М.Н. Лякина – редактирование и переработка текста рукописи; А.В. Бекетова – подготовка текста научной публикации; Л.А. Лядыгина – обобщение литературных данных; А.П. Щетинина – сбор литературных данных.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава России № 056-00001-22-00 на проведение прикладных научных исследований (номер государственного учета НИР 121021800098-4).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Authors' contributions. Olga V. Evdokimova—formulation of the study objectives; Marina N. Lyakina—editing and revision of the paper; Anastasia V. Beketova—drafting of the paper; Liana A. Ladygina—literature review; Anastasia P. Shchetinina—collection of literature data.

Acknowledgements. The study reported in this publication was carried out as part of publicly funded research project No. 056-00001-22-00 and was supported by the Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products (R&D public accounting No. 121021800098-4).

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest requiring disclosure in this article.

ОБ АВТОРАХ / AUTHORS

Евдокимова Ольга Владимировна, д-р фарм. наук, доцент.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2191-1033>
evdokimovaov@expmed.ru

Лякина Марина Николаевна, д-р фарм. наук, старший научный сотрудник.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8220-1054>
Ljakina@expmed.ru

Бекетова Анастасия Викторовна, канд. фарм. наук.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6975-516X>
beketova@expmed.ru

Лядыгина Лиана Александровна.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4551-8252>
Ladygina@expmed.ru

Щетинина Анастасия Павловна.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2658-6279>
ishchap@gmail.com

Olga V. Evdokimova, Dr. Sci. (Pharm.), Associate Professor.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2191-1033>
evdokimovaov@expmed.ru

Marina N. Lyakina, Dr. Sci. (Pharm.), Senior Research Associate.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8220-1054>
Ljakina@expmed.ru

Anastasia V. Beketova, Cand. Sci. (Pharm.).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6975-516X>
beketova@expmed.ru

Liana A. Ladygina.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4551-8252>
Ladygina@expmed.ru

Anastasia P. Shchetinina.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2658-6279>
ishchap@gmail.com

Статья поступила 04.10.2021

После доработки 22.12.2021

Принята к печати 07.06.2022

Article was received 4 October 2021

Revised 22 December 2021

Accepted for publication 7 June 2022