

УДК 615.322:543.422.3

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ САПОНИНОВ В ПЛОДАХ ДЕРЕЗЫ КИТАЙСКОЙ *LYCIUM CHINENSE* MILL.

© Я.П. Моисеев, Е.Е. Курдюков*, А.В. Митишев, О.А. Водопьянова, О.П. Родина, Е.В. Жученко

Пензенский государственный университет, ул. Красная, 40, Пенза, 440026
(Россия), e-mail: e.e.kurdyukov@mail.ru

В работе определено содержание суммы сапонинов в плодах дерезы китайской методом спектрофотометрии. Объектами исследования служили зрелые высушенные плоды дерезы китайской (*Lycium chinense* Mill., сем. *Solanaceae* (Пасленовые)). Исследовались 4 образца: № 1 (Дары Памира, Россия), № 2 (Gullin Tianhe Pharmaceutical, Китай), № 3 (Эй Джи Альянс, Россия), № 4 (Глобалторг, Россия).

Установлены оптимальные условия экстракции сапонинов из сырья данного растения (экстрагент – 40% этанол; соотношение «сырье – экстрагент» – 1 : 50; время экстракции – 90 мин; степень измельченности сырья – 0.5 мм). Методом спектрофотометрии после реакции с концентрированной серной кислотой определено содержание суммы сапонинов в сырье дерезы китайской. Обоснована целесообразность использования спектрофотометрического метода для количественного определения сапонинов в извлечениях из плодов дерезы китайской. Установлен аналитический максимум поглощения исследуемых соединений – 325 нм, характерный для эсцигенина. Ошибка единичного определения содержания сапонинов в плодах дерезы китайской с доверительной вероятностью 95% составила $\pm 5.9\%$. Выявлено, что содержание сапонинов в исследуемых образцах дерезы китайской составило в среднем 5.0%.

Ключевые слова: дереза китайская, сапонины, β -эсцин, спектрофотометрия, количественное определение.

Введение

Дереза китайская (*Lycium chinense* Mill.) является малоизученным растением. В настоящее время сырье дерезы китайской используется как пищевое, а не как лекарственное растительное сырье. Согласно литературным данным плоды дерезы китайской регулируют метаболические процессы, снижают уровень сахара и холестерина, стабилизируют почечную активность за счет антиоксидантных свойств. Дереза китайская применяется при атеросклерозе, заболеваниях печени и почек, благотворно влияет на кровяную, дыхательную и нервную систему, предотвращает преждевременное старение [1–3]. Сапонины, входящие в ее состав, имеют широкий спектр фармакологической активности: способны регулировать водно-солевой обмен, обладают противовоспалительным и цитостатическим действием, снижают уровень холестерина и сахара в крови [4–9].

Химический состав *Lycium chinense* практически не изучен. По литературным данным плоды дерезы китайской содержат углеводы, пищевые волокна, каротиноиды (β -каротин, неоксантин, β -криптоксантин), алкалоиды, сапонины [1, 2]. Из научной литературы известно [4–7, 10, 11], что общих химических методов определения сапонинов не существует, так как структуры сапонинов очень сложны и разнообразны. Наиболее распространенными представителями являются олеиновая кислота, урсоловая кислота, эсцин (рис. 1) и его агли-

Моисеев Яков Петрович – студент,
e-mail: moiseeva_pharm@mail.ru

Курдюков Евгений Евгеньевич – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры общей и клинической фармакологии,
e-mail: e.e.kurdyukov@mail.ru

Митишев Александр Владимирович – старший преподаватель кафедры общей и клинической фармакологии, e-mail: smitishev@mail.ru

Водопьянова Ольга Александровна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей и клинической фармакологии,
e-mail: ol.vodopjanova@yandex.ru

Родина Олеся Петровна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей и клинической фармакологии, e-mail: rodina.olesya2010@yandex.ru

Жученко Елена Владимировна – ассистент кафедры общей и клинической фармакологии,
e-mail: lenochek_zhuchenko@mail.ru

* Автор, с которым следует вести переписку.

кон эсцигенин (рис. 2). Эсцин является тритерпеновым гликозидом (сапонин) со сложной химической структурой (при гидролизе расщепляется на эсцигенин и три остатка сахаров – общая суммарная формула $C_{55}H_{88}O_{24}$) [10–13]. Контроль над суммарным содержанием сапонинов можно осуществлять с помощью спектрофотометрии, так как комплексы (продукты взаимодействия) данных соединений с серной кислотой имеют электронные спектры поглощения с максимумами при 210–525 нм [10–16].

Цель настоящей работы – определение содержания суммы сапонинов в плодах дерезы китайской методом спектрофотометрии.

Экспериментальная часть

Объектами служили зрелые высушенные плоды дерезы китайской. Исследовались 4 образца: № 1 (Дары Памира, Россия), № 2 (Gullin Tianhe Pharmacautical, Китай), № 3 (Эй Джи Альянс, Россия), № 4 (Глобалторг, Россия).

Извлечение сапонинов из растительного сырья проводили следующим образом: 5.0 г измельченного высушенного сырья дерезы китайской пятикратно экстрагировали 40% этиловым спиртом порциями по 50 мл на кипящей водяной бане в круглодонной колбе на 200 мл с обратным холодильником. Полученные извлечения фильтровали и объединяли в мерную колбу на 250 мл, недостающий объем восполняли экстрагентом. Используя водные извлечения (в соотношении 1 : 10) проводили следующие качественные реакции: реакция Лафона, реакция пенообразования, с раствором свинца ацетата, со спиртовым раствором холестерина [4, 11, 17].

Далее проводили гидролиз сапонинов (для получения агликона – эсцигенина). Из полученного извлечения отбирали аликвоту объемом 10 мл и выпаривали на выпарительной чашке досуха. Остаток растворяли в 10 мл смеси для гидролиза-Килиани (ледяная уксусная кислота – хлористоводородная кислота – вода 3.5 : 1 : 5.5), помещали в круглодонную колбу для гидролиза и нагревали на водяной бане в течение 2 ч с момента закипания бани. После кипячения гидролизную смесь разбавляли водой в 2 раза, выпавший осадок агликона отделяли фильтрованием. Осадок на фильтре промывали водой, растворяли в 25 мл горячего 40% этилового спирта, раствор переносили в мерную колбу на 25 мл.

Для количественного определения сапонинов в извлечениях из сырья дерезы китайской использовали спектрофотометрический метод, основанный на реакции агликона с концентрированной кислотой серной и последующим измерением оптической плотности полученных растворов [18–20]. К 1 мл полученного раствора прибавляли 4 мл концентрированной серной кислоты, выдерживали 10 мин и определяли оптическую плотность на спектрофотометре СФ-104 в области 200–500 нм, раствор сравнения – концентрированная серная кислота [4, 18]. Получены спектры продуктов реакции суммы тритерпеновых сапонинов (агликона) дерезы китайской с серной кислотой [4, 10, 15].

Содержание суммы тритерпеновых сапонинов в плодах дерезы китайской в пересчете на эсцигенин и абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляли по формуле

$$X = \frac{D \cdot 250 \cdot 25 \cdot 5 \cdot 100}{225.45 \cdot a \cdot 10 \cdot 1 \cdot (100 - W)},$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора; 225.45 – удельный показатель продуктов реакции эсцина (эсцигенина) с кислотой серной концентрированной; a – масса сырья, г; W – влажность сырья, %.

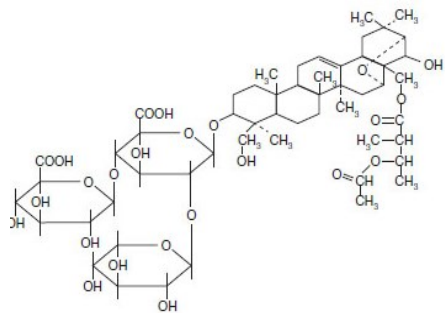


Рис. 1. Структурная формула эсцина

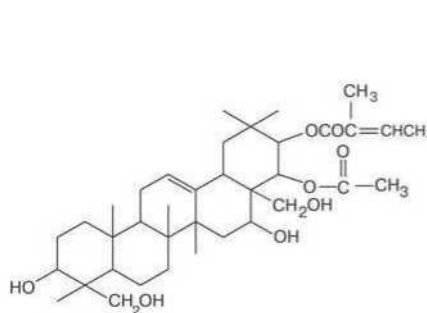


Рис. 2. Структурная формула агликона (эсцигенин)

Обсуждение результатов

Качественные реакции на сапонины дали положительные результаты на наличие тритерпеновых сапонинов в плодах дерезы китайской (табл. 1). В качестве основной специфической реакции на сапонины используется реакция пенообразования [4, 11, 17].

Количественное определение сапонинов в плодах дерезы китайской проводили методом УФ-спектрофотометрии [4, 18]. В результате исследования установлено, что максимум поглощения продуктов гидролитического расщепления эсцина (эсцигенина) с серной кислотой находится при длине волны 325 нм.

Спектр поглощения продуктов реакции с серной кислотой из сырья дерезы китайской совпадает со спектром поглощения продуктов реакции эсцина (эсцигенина) с серной кислотой (рис. 3). Следовательно, эсцигенин может быть использован в методике количественного анализа в качестве стандарта. При отсутствии СО образца эсцигенина целесообразно использовать теоретическое значение удельного показателя поглощения реакции эсцигенина с кислотой серной концентрированной – 222.45 [11, 21].

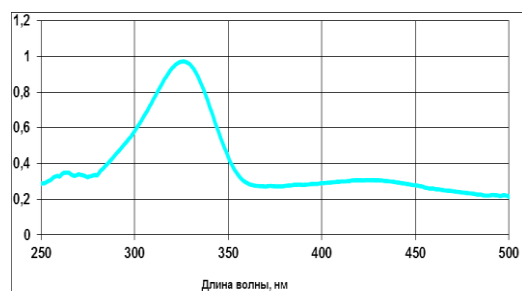
С целью разработки проекта методики количественного определения суммы сапонинов определены оптимальные условия экстракции: экстрагент – 40% этанол; соотношение «сырье – экстрагент» – 1 : 50; время экстракции – в течение 90 мин; степень измельченности сырья – 0.5 мм (табл. 2).

С использованием разработанной методики проанализирован ряд образцов сырья дерезы китайской и показано, что плоды дерезы китайской содержат достаточное количество сапонинов – от 4.94 до 5.03%, что позволяет отнести их к весьма ценным сапонинсодержащим лекарственным источникам (табл. 3). Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности стандартизации плодов дерезы китайской по содержанию БАС данной группы.

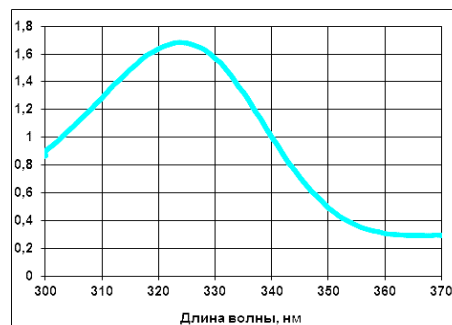
Результаты статистической обработки полученных данных свидетельствуют о том, что ошибка единичного определения с доверительной вероятностью 95% составляет стандартное $\pm 1.93\%$ (табл. 4).

Таблица 1. Результаты качественных реакций на сапонины в плодах дерезы китайской

Реакция	Реакция пенообразования с растворами гидроксида натрия и хлористоводородной кислотой	Реакция с раствором свинца ацетата 10%	Реакция Лафона	Реакция со спиртовым раствором холлестерина 1%
Окрашивание	Образуется пена, равная по объему и стойкости	Творожистый осадок	Коричнево-зеленый осадок	Бежевый осадок



а



б

Рис. 3. а – Спектр поглощения экстракта дерезы китайской с концентрированной серной кислотой (1 : 50); б – Спектр поглощения эсцина (эсцигенина)

Таблица 2. Влияние различных факторов на полноту извлечения сапонинов

Экстрагент	Соотношение «сырье – экстрагент»	Степень измельченности, мм	Время экстракции, мин	Содержание суммы сапонинов в пересчете на эсцигенин, %
1	2	3	4	5
Влияние степени измельченности				
Этанол 40%	1 : 50	0.2	90	4.73±0.12
Этанол 40%	1 : 50	0.5	90	5.03±0.11

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
Этанол 40%	1 : 50	1	90	4.87±0.05
Этанол 40%	1 : 50	2	90	4.58±0.15
Этанол 40%	1 : 50	3	90	4.41±0.09
Влияние экстрагента				
Этанол 20%	1 : 50	0.5	90	2.72±0.06
Этанол 40%	1 : 50	0.5	90	5.03±0.07
Этанол 70%	1 : 50	0.5	90	4.75±0.11
Этанол 95%	1 : 50	0.5	90	3.79±0.08
Влияние соотношения «сырье – экстрагент»				
Этанол 40%	1 : 25	0.5	90	4.13±0.08
Этанол 40%	1 : 40	0.5	90	2.41±0.05
Этанол 40%	1 : 50	0.5	90	5.03±0.07
Этанол 40%	1 : 100	0.5	90	3.44±0.11
Этанол 40%	1 : 200	0.5	90	2.02±0.08
Влияние времени экстрагирования				
Этанол 40%	1 : 50	0.5	30	1.42±0.11
Этанол 40%	1 : 50	0.5	60	2.31±0.06
Этанол 40%	1 : 50	0.5	90	5.03±0.07
Этанол 40%	1 : 50	0.5	120	2.16±0.06

Таблица 3. Содержание суммы сапонинов в различных образцах сырья дерезы китайской

№ п/п	Образец сырья	Содержание суммы сапонинов в пересчете на эсцигенин, %
1	Дары Памира, Россия	4.94±0.09
2	Gullin Tianhe Pharmaceutical, Китай	5.01±0.05
3	Эй Джи Альянс, Россия	5.03±0.07
4	Глобалторг, Россия	4.98±0.12

Таблица 4. Метрологические характеристики методики количественного определения суммы сапонинов в плодах дерезы китайской

f	\bar{X}	S ²	S	P, %	t (P, f)	$\Delta\bar{X}$	E, %
5	5.03	0.0061	0.0779	95	2.776	±0.24	±1.93

Выводы

1. Предложена методика количественного определения суммы сапонинов в пересчете на эсцигенин с использованием спектрофотометрии. В качестве аналитической длины волны был использован максимум поглощения при 325 нм. Содержание суммы сапонинов в образцах дерезы китайской варьирует от 4.94 до 5.03%.

2. Обоснованы оптимальные условия экстракции экстрагент – 40% этанол; соотношение «сырье – экстрагент» – 1 : 50; время экстракции – 90 мин; степень измельченности сырья – 0.5 мм.

3. Полученные результаты позволяют рекомендовать плоды дерезы китайской как источник сапонинов наряду с известными лекарственными растениями.

Список литературы

- Семенова Е.Ф., Апенкина Т.В., Азизова Л.М., Курдюков Е.Е., Бегутова Е.В. Фармакогностическое исследование листьев и плодов дерезы китайской *Lyium chinense* Mill. – интродукта Среднего Поволжья // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2015. №4 (12). С. 68–76.
- Николаева Ю. Ягоды Годжи. Плоды долголетия и суперздоровья. М.: Энтрастрейдинг, 2015. 128 с.
- Евтухова Л.А., Горбунов А.Б., Кукушкина Т.А. Перспективы использования адаптогенов // Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. 2007. №6(45). С. 33–36.
- Федосеева Л.М., Башар Д.Б. Изучение сапонинов в подземных органах ферулы хермонской // Химия растительного сырья. 2016. №1. С. 181–184.
- Петухова С.А., Оленников Д.Н., Минович В.М. Тритерпеновые соединения надземных органов володушки козелецелистной (*Bupleurum scorzoniferolium* Willd.) флоры Прибайкалья // Химия растительного сырья. 2019. №4. С. 215–222. DOI: 10.14258/jcprm.2019045354.

6. Huang H.Q. Characterization and identification of saikosaponins in crude extracts from three *Bupleurum* species using LC-ESI-MS // *J. Sep. Sci.* 2008. Vol. 31. Pp. 3190–3201. DOI: 10.1002/jssc.200800120.
7. Pistelli L., Cammili A., Manunta A., Marsili A. Triterpenoid saponins and flavonoid glycosides from *Bupleurum falcatum* subsp. *Cernuum* // *Phytochemistry*. 1993. Vol. 33. Pp. 1537–1539.
8. Головкин Б.И., Руденская Р.И., Трофимова И.А., Шретер А.И. Биологически активные вещества растительного происхождения: в 3 т. М., 2001. Т. 1. 369 с.; Т. 2. 433 с.; 2002. Т. 3. 217 с.
9. Guclu-Ustundag O., Mazza G. Saponins: properties, applications and processing // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2007. Vol. 47. N3. Pp. 231–258.
10. Наумов А.В., Попов Д.М. Определение тритерпеновых сапонинов в траве звездчатки средней хромато-спектрометрическим методом // *Сеченовский вестник*. 2014. №1(15). С. 134.
11. Попов Д.М., Борисова Д.А. Разработка методик анализа сапонинов в листьях, цветках, траве и корневищах первоцвета лекарственного // *Инновационные процессы в лекарствоведении*. Ярославль, 2012. С. 253–258.
12. Нгуен Т.Н., Ожигова М.Г. Изучение сапонинов корней соломоцвета двузубого // *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2018. №3. С. 148–151.
13. Сур С.В. Методы выделения, идентификации и определения терпеновых соединений // *Химико-фармацевтический журнал*. 1990. №5. С. 45–50.
14. Ashour M.L., Wink M. Genus *Bupleurum*: a review of its phytochemistry, pharmacology and modes of action // *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2011. Vol. 63. Pp. 305–321. DOI: 10.1111/j.2042-7158.2010.01170.x.
15. Беляков К.В. Методические подходы к определению биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье спектрофотометрическим методом. М.: Сега Принт, 2004. 186 с.
16. Казеева А.Р., Пупыкина К.А., Денисова С.Г., Шайдуллина Г.Г., Реут А.А. Фитохимическое исследование травы *Sanguisorba officinalis* L. в Республике Башкортостан // *Химия растительного сырья*. 2019. №4. С. 279–284. DOI: 10.14258/jcrpm.2019045371.
17. Bankefors J., Nord L.I., Kenne L.T. Structural classification of *Quillaja* saponins by electrospray ionization ion trap multiple-stage mass spectrometry in combination with multivariate analysis, proof of concept // *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 2008. Vol. 90. Pp. 178–187.
18. Писарев Д.И. Сапонины и их определение в корневищах аралии маньчжурской в условиях Белгородской области // *Химия растительного сырья*. 2009. №4. С. 197–198.
19. Муравьев И.А., Шатило В.В., Семенченко В.Ф. Спектрометрический метод количественного определения урсоловой кислоты // *Химия природных соединений*. 1972. №6. С. 738–740.
20. Семенченко В.Ф., Оганесян Э.Т., Пономарев В.Д., Фролова В.И. Исследование реакции пентациклических тритерпеноидов с концентрированной серной кислотой // *Химия природных соединений*. 1971. №3. С. 294–296.
21. Нгуен К.Н., Ермакова В.А., Самылина И.А. Разработка методики количественного определения сапонинов в клубнелуковицах ариземы единокровной // *Сборник трудов третьей научно-практической конференции аспирантов и молодых учёных «Молодые ученые и фармацевтика XXI века»*. 2014. С. 311–315.

Поступила в редакцию 31 октября 2020 г.

После переработки 9 декабря 2020 г.

Принята к публикации 26 января 2021 г.

Для цитирования: Моисеев Я.П., Курдюков Е.Е., Митишев А.В., Водопьянова О.А., Родина О.П., Жученко Е.В. Спектрофотометрическое определение суммы сапонинов в плодах дерезы китайской *Lycium chinense* Mill. // *Химия растительного сырья*. 2021. №2. С. 123–128. DOI: 10.14258/jcrpm.2021028771.

Moiseev Ya.P., Kurdyukov E.E.*, Mitishev A.V., Vodop'yanova O.A., Rodina O.P., Zhuchenko E.V. SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF THE SUM OF SAPONINS IN THE FRUIT OF THE CHINESE TREE *LYCIUM CHINENSE* MILL.

Penza State University, ul. Krasnaya, 40, Penza, 440026 (Russia), e-mail: e.e.kurdyukov@mail.ru

The objects of the study were Mature dried fruits of Chinese birch (*Lycium chinense* Mill., this. Solanaceae (Solanaceae)). Four samples were examined: no. 1 (Gifts of Pamir, Russia), no. 2 (Gullin Tianhe Pharmaceutical, China), no. 3 (A. J. Alliance, Russia), №. 4 (Globaltorg, Russia). The purpose of this work is to determine the content of the sum of saponins in Chinese fruit trees by spectrophotometry.

By direct spectrophotometry, after reaction with concentrated sulfuric acid, the content of the sum of saponins in the raw material of Chinese wood was determined. The expediency of using the spectrophotometric method for quantitative determination of saponins in extracts from the fruit of Chinese wood is proved. The values of the optical density of the saponin solution were recorded at a wavelength of 250–500 nm. Analytical maxima of the studied compounds were determined at 325 nm typical for escin. Optimal conditions for the extraction of saponins from the raw materials of this plant (extractant – 40% ethanol; the ratio "raw material – extractant" – 1 : 50; extraction time – 90 minutes; the degree of grinding of raw materials – 0.5 mm) are justified. It was determined that the error of a single determination of the saponin content in Chinese fruit with a confidence probability of 95% is $\pm 1.93\%$. It was found that the content of saponins in the studied samples of Chinese wood varies in the range of 4.94 to 5.03%.

Keywords: *Lycium Chinese*, saponins, escin, spectrophotometry, quantitative determination.

References

1. Semenova Ye.F., Apenkina T.V., Azizova L.M., Kurdyukov Ye.Ye., Begutova Ye.V. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Yestestvennyye nauki*, 2015, no. 4 (12), pp. 68–76. (in Russ.).
2. Nikolayeva Yu. *Yagody Godzhi. Plody dolgoletiya i superzdorov'ya*. [Goji berries. The fruits of longevity and super health]. Moscow, 2015, 128 p. (in Russ.).
3. Yevtukhova L.A., Gorbunov A.B., Kukushkina T.A. *Izvestiya Gomel'-skogo gos. un-ta im. F. Skoriny*, 2007, no. 6(45), pp. 33–36. (in Russ.).
4. Fedoseyeva L.M., Bashar D.B. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2016, no. 1, pp. 181–184. (in Russ.).
5. Petukhova S.A., Olennikov D.N., Mirovich V.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2019, no. 4, pp. 215–222. DOI: 10.14258/jcprm.2019045354. (in Russ.).
6. Huang H.Q. *J. Sep. Sci.*, 2008, vol. 31, pp. 3190–3201. DOI: 10.1002/jssc.200800120.
7. Pistelli L., Camilli A., Manunta A., Marsili A. *Phytochemistry*, 1993, vol. 33, pp. 1537–1539.
8. Golovkin B.I., Rudenskaya R.I., Trofimova I.A., Shreter A.I. *Biologicheski aktivnyye veshchestva rastitel'no-go proiskhozhdeniya: v 3 t.* [Biologically active substances of plant origin: in 3 volumes]. Moscow, 2001, vol. 1, 369 p.; vol. 2, 433 p.; 2002, vol. 3, 217 p. (in Russ.).
9. Guclu-Ustundag O., Mazza G. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2007, vol. 47, no. 3, pp. 231–258.
10. Naumov A.V., Popov D.M. *Sechenovskiy vestnik*, 2014, no. 1(15), p. 134. (in Russ.).
11. Popov D.M., Borisova D.A. *Innovatsionnyye protsessy v lekarstvovedenii*. [Innovative processes in drug science]. Yaroslavl', 2012, pp. 253–258. (in Russ.).
12. Nguyen T.N., Ozhigova M.G. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv*, 2018, no. 3, pp. 148–151. (in Russ.).
13. Sur S.V. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 1990, no. 5, pp. 45–50. (in Russ.).
14. Ashour M.L., Wink M. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2011, vol. 63, pp. 305–321. DOI: 10.1111/j.2042-7158.2010.01170.x.
15. Belyakov K.V. *Metodicheskiye podkhody k opredeleniyu biologicheskii aktivnykh veshchestv v lekarstvennom rastitel'nom syr'ye spektrofotometricheskim metodom*. [Methodological approaches to the determination of biologically active substances in medicinal plant raw materials by the spectrophotometric method]. Moscow, 2004, 186 p. (in Russ.).
16. Kazeyeva A.R., Pupykina K.A., Denisova S.G., Shaydullina G.G., Reut A.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2019, no. 4, pp. 279–284. DOI: 10.14258/jcprm.2019045371. (in Russ.).
17. Bankefors J., Nord L.I., Kenne L.T. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 2008, vol. 90, pp. 178–187.
18. Pisarev D.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2009, no. 4, pp. 197–198. (in Russ.).
19. Murav'yev I.A., Shatilo V.V., Semenchenko V.F. *Khimiya prirodnykh soyedineniy*, 1972, no. 6, pp. 738–740. (in Russ.).
20. Semenchnko V.F., Oganeyan E.T., Ponomarev V.D., Frolova V.I. *Khimiya prirodnykh soyedineniy*, 1971, no. 3, pp. 294–296. (in Russ.).
21. Nguyen K.N., Yermakova V.A., Samylina I.A. *Sbornik trudov tret'yey nauchno-prakticheskoy konferentsii aspi-rantov i molodykh uchonykh «Molodyye uchonyye i farmatsiya XXI veka»*. [Proceedings of the third scientific and practical conference of graduate students and young scientists "Young scientists and pharmacy of the XXI century"]. 2014, pp. 311–315. (in Russ.).

Received October 31, 2020

Revised December 9, 2020

Accepted January 26, 2021

For citing: Moiseev Ya.P., Kurdyukov E.E., Mitishev A.V., Vodop'yanova O.A., Rodina O.P., Zhuchenko E.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 2, pp. 123–128. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2021028771.

* Corresponding author.