

Определение влажности плодов эфиромасличных растений семейства сельдерейных инфракрасным методом

Д.А. Жданов, В.Б. Браславский, В.А. Куркин,
Е.В. Авдеева, В.В. Стеняева, А.П. Поздеева

Самарский государственный медицинский университет;
Российская Федерация, 443099, Самара, ул. Чапаевская, д. 89

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Жданов Дмитрий Александрович – аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. E-mail: zhdanov-dima@mail.ru. Тел.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0002-8285-6296>

Браславский Валерий Борисович – доцент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, доктор фармацевтических наук, доцент. E-mail: valeribraslavskii963@mail.ru. Тел.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0002-6050-3377>

Куркин Владимир Александрович – заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, доктор фармацевтических наук, профессор. E-mail: kurkinvladimir@yandex.ru. Тел.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0002-7513-9352>

Авдеева Елена Владимировна – проректор по учебной работе, профессор кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, доктор фармацевтических наук, профессор. E-mail: avdeeva.ev@gmail.com. Тел.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0003-3425-7157>

Стеняева Виктория Викторовна – доцент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кандидат фармацевтических наук. E-mail: stenyueva.vv@gmail.com. Тел.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0003-0086-7213>

Поздеева Александра Павловна – студентка 5 курса фармацевтического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. E-mail: pozdeevaalex98@gmail.com. Тел.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0002-5094-1621>

РЕЗЮМЕ

Введение. Одним из важнейших показателей качества любого вида лекарственного растительного сырья (ЛРС), контролируемых при фармакопейном анализе, наряду с подлинностью, является «Влажность».

Цель исследования – разработка методики определения влажности воздушно-сухого ЛРС методом инфракрасной термogrавиметрии (ИК ТГ) на примере плодов эфиромасличных растений семейства сельдерейных.

Материал и методы. Объектами исследования служили образцы ЛРП из группы «Плоды» некоторых представителей семейства сельдерейных (*Ariaceae*), содержащие в качестве ведущей группы биологически активных соединений эфирное масло: фенхеля обыкновенного (*Foeniculum vulgare* Mill.), кориандра посевного (*Coriandrum sativum* L.), укропа пахучего (*Anethum graveolens* L.), аниса обыкновенного (*Anisum vulgare* Gaertn.) и тмина обыкновенного (*Carum carvi* L.)

Результаты. Для исследуемых видов ЛРС подобраны оптимальные параметры определения числового показателя «Влажность» ИК ТГ методом с использованием автоматического анализатора влагосодержания. Определено, что в образцах сырья исследуемых видов показатель влажности варьирует от 7,24 до 10,95%, что сопоставимо с результатами, полученными воздушно-тепловым методом (от 6,54 до 9,45 %).

Заключение. Разработана методика определения влажности ЛРС методом инфракрасной термogrавиметрии. Метод имеет преимущества (экспрессность, точность, меньшая трудоемкость, энергоэффективность) по сравнению с фармакопейным воздушно-тепловым методом с использованием сушильного шкафа.

Ключевые слова: лекарственное растительное сырье, плоды, сельдерейные – *Ariaceae*, влажность, эфирное масло, инфракрасный термogrавиметрический метод.

Для цитирования: Жданов Д.А., Браславский В.Б., Куркин В.А., Авдеева Е.В., Стеньяева В.В., Поздеева А.П. Определение влажности плодов эфиромасличных растений семейства сельдерейных инфракрасным методом. Фармация, 2020; 69 (2): 33–38. <https://doi.org/10/29296/25419218-2020-02-06>

INFRARED DETERMINATION OF THE MOISTURE CONTENT OF FRUITS OF ESSENTIAL OIL PLANTS OF THE *APIACEAE* FAMILY

D.A. Zhdanov, V.B. Braslavsky, V.A. Kurkin, E.V. Avdeeva, V.V. Stenyaeva, A.P. Pozdeeva

Samara State Medical University, 89, Chapayevskaya St., Samara 443099, Russian Federation

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Zhdanov Dmitrii Aleksandrovich – Postgraduate student of the Department of Pharmacognosy with Botany and the basics of Phytotherapy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation. E-mail: zhdanov-dima@mail.ru. Tel.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0002-8285-6296>

Braslavskii Valerii Borisovich – Associate Professor of the Department of Pharmacognosy with Botany and the basics of Phytotherapy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Dr. Sci. of Pharmacy. E-mail: valeriibraslavskii963@mail.ru. Tel.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0002-6050-3377>

Kurkin Vladimir Aleksandrovich – Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and the basics of Phytotherapy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Dr. Sci. of Pharmacy, Professor. E-mail: kurkinvladimir@yandex.ru. Tel.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0002-7513-9352>

Avdeeva Elena Vladimirovna – Vice-Rector for Academic Affairs, Professor of the Department of Pharmacognosy with Botany and the basics of Phytotherapy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Dr. Sci. of Pharmacy, Professor. E-mail: avdeeva.ev@gmail.com. Tel.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0003-3425-7157>

Stenyaeva Viktoriya Viktorovna – Associate Professor of the Department of Pharmacognosy with Botany and the basics of Phytotherapy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Candidate Sci. of Pharmacy. E-mail: stenyaeva.vv@gmail.com. Tel.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0003-0086-7213>

Pozdeeva Aleksandra Pavlovna – 5th year student of the Faculty of Pharmacy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation. E-mail: pozdeevaalex98@gmail.com. Tel.: + 7 (846) 260-33-59. <https://orcid.org/0000-0002-5094-1621>

SUMMARY

Introduction. One of the most important quality indicators of any type of medicinal plant materials (MPM) is its moisture along with identity, which are controlled during a pharmacopoeial assay.

Objective: to develop a procedure for determining the moisture content of air-dried MPM by infrared thermogravimetry (IR TG), by using the fruits of essential oil plants of the *Apiaceae* family as an example.

Material and methods. The objects of the investigation were MPM samples from the group of fruits of some representatives of the *Apiaceae* family, which contained a leading group of biologically active compounds, such as essential oils of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), coriander (*Coriandrum sativum* L.), common dill (*Anethum graveolens* L.), anise (*Anisum vulgare* Gaertn.), and caraway (*Carum carvi* L.)

Results. The optimal parameters determining the numerical indicator Moisture Content for the test types of MPMs were selected by IR TG using an automatic moisture analyzer. The moisture content in the samples of the test types of raw materials was ascertained to vary from 7.24 to 10.95%, which was comparable with those obtained by the air-thermal method (from 6.54 to 9.45%).

Conclusion. The procedure has been developed to determine the moisture content of MPM by IR TG. The technique has advantages (rapidity, accuracy, less laboriousness, and energy efficiency) over the pharmacopoeial air-thermal method using an exsiccator.

Key words: medicinal plant materials, fruits, *Apiaceae*, moisture, essential oil, infrared thermogravimetric method.

For citation: Zhdanov D.A., Braslavsky V.B., Kurkin V.A., Avdeeva E.V., Stenyaeva V.V., Pozdeeva A.P. Infrared determination of the moisture content of fruits of essential oil plants of the *Apiaceae* family. Farmatsiya (Pharmacy), 2020; 69 (2): 33–38. <https://doi.org/10/29296/25419218-2020-02-06>

Введение

Фармакопейное качество лекарственных средств – одна из стратегических задач здравоохранения. На современном этапе Государственная фармакопея Российской Федерации (ГФ РФ) гарантирует качество и предъявляет необходимые требования к лекарственному растительному сырью (ЛРС) и лекарственным расти-

тельным препаратам (ЛРП) [1]. Одним из первых показателей качества, контролируемых в начале фармакопейного анализа ЛРС, наряду с подлинностью, является числовой показатель «Влажность» [2–4]. Повышенное содержание влаги в воздушно-сухом ЛРС приводит к его порче и невозможности использования в фармации и медицине, так как изменяется внешний вид, запах,

разрушается ценный комплекс биологически активных соединений (БАС).

В современной фармацевтической отрасли, согласно требованиям ГФ РФ, Европейской фармакопеи, Японской фармакопеи, определение влажности («Loss on drying») ЛРС проводят классическим воздушно-тепловым методом с использованием сушильного шкафа (СШ) [4–6]. Общая фармакопейная статья (ОФС) в ГФ РФ XIV издания указывает на возможность применения современных автоматических инфракрасных термогравиметрических (ИК ТГ) анализаторов влажности [4]. Данные приборы давно применяются в различных отраслях промышленности, в том числе в сельском хозяйстве. Ранее были проведены исследования по анализу влажности свежего ЛРС, а также некоторых видов воздушно-сухого ЛРС [7–9]. Однако для фармакопейного анализа ЛРС и ЛРП до сих пор ИК ТГ метод не внедрен: методик определения влажности для воздушно-сухого ЛРС в нормативной документации нет ни в России, ни за рубежом.

Цель настоящего исследования – разработка методики определения влажности воздушно-сухого ЛРС методом инфракрасной термогравиметрии на примере плодов эфиромасличных растений семейства сельдерейных.

Материал и методы

Объектами исследования служили промышленные образцы ЛРП из группы «Фрукты» некоторых представителей семейства сельдерейных (*Ariaceae*), содержащие в качестве ведущей группы БАС эфирное масло: аниса обыкновенного – *Anisum vulgare* Gaertn. (ООО «Лек С+», серия 010918); кориандра посевного – *Coriandrum sativum* L. (ООО Фирма «Здоровье», серия 010718); тмина обыкновенного – *Carum carvi* L. (ООО Фирма «Здоровье», серия 010119); укропа пахучего – *Anethum graveolens* L. (ООО Фирма «Здоровье», серия 11.04.18); фенхеля обыкновенного – *Foeniculum vulgare* Mill. (ЗАО «Иван-Чай», серия 010418). Все виды ЛРП фасовкой 50,0 г в пачках приобретены в аптечных организациях Самары в 2018–2019 гг.

При проведении исследования использовали: инфракрасный анализатор влажности с керамическим нагревательным элементом Sartorius MA-150 (Sartorius AG, Германия); сушильные шкафы ШС-80-01МК СПУ (ОАО «Смоленское СКТБ СПУ», Россия) и электрический круглый 2В-151 (Одесский экспериментальный завод лабораторной медицинской техники, СССР); весы анали-

тические ЛВ 210-А (ООО «Сартогосм», Россия) и ОНАУС AR2140 (OhausCorp., США); набор лабораторных сит с диаметром отверстий 0,18; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 мм; лабораторную посуду по ГОСТ 25336-82, в том числе стаканчики для взвешивания СВ-19/9, 24/10 (бюксы) и прибор для определения эфирного масла методом Клевенджера (метод 2, ГФ РФ XIV) [4].

Результаты и обсуждение

Исследуемые виды эфиромасличных ЛРП анализировали в различных навесках и степенях измельчения, а также фиксировали время анализа. Температурный режим сушки (100–105°C) применялся в соответствии с требованиями ГФ РФ XIV [4]. В данной статье представлены только оптимальные, рекомендуемые нами параметры. Кроме того, уточнены параметры методики для ранее исследованных плодов укропа, кориандра и фенхеля [8, 9].

Для всех анализируемых видов ЛРП подобрана оптимальная степень измельчения – 1 мм, при которой вся навеска проходит сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм. Несмотря на то, что отверстия сит закупориваются, создавая тем самым определенные трудности и увеличивая время на подготовку пробы, результаты определения влажности наиболее воспроизводимые и имеют меньшую погрешность. Это связано с анатомическим строением плодов – преимущественно с расположением выделительных (секреторных) структур [4]. Кроме того, данная степень измельчения согласуется с разделом «Количественное определение» содержания эфирного масла в плодах исследуемых ЛРП.

В процессе определения влажности над емкостями для воздухообмена, находящимися в откидной крышке с нагревательным элементом, отчетливо видно испаряющееся эфирное масло. Испарение особенно заметно в течение 1-й минуты нагрева пробы в интервале температур от 73 до 100°C.

По нашим данным, минимальная навеска ЛРП, полностью и равномерно покрывающая поверхность дна металлической кюветы, (Ø 90 мм) – 3,9 г. При неполном покрытии дна возможно отражение ИК-лучей, а также неравномерный прогрев частиц пробы, вследствие чего результаты определения могут быть невоспроизводимыми и недостоверными, что подтверждается результатами исследований [8, 9]. Таким образом, рекомендуемая нами оптимальная и наиболее удобная навеска – 4,5±0,5 г. Использование

бóльших навесок (например, 6; 7,5 г) нерационально, так как приводит к увеличению времени анализа.

Метрологические характеристики методик определения влажности исследуемых видов

эфиромасличного ЛРП представлены в табл. 1. Результаты статистической обработки результатов исследования ИК ТГ методом свидетельствуют о том, что ошибки среднего определения с доверительной вероятностью 95% составляют

менее $\pm 1,00\%$. Валидация разработанных методик проведена по показателю прецизионности.

Термин «Влажность» часто ассоциируется с родственным ему показателем «Потеря в массе при высушивании». ГФ РФ подразумевает под влажностью ЛРС потерю в массе при высушивании за счет удаления гигроскопичной влаги и летучих веществ [4]. Среди летучих веществ особое место занимает эфирное масло, содержание которого нормируется в сырье эфиромасличных лекарственных растений. На наш взгляд, при высоком содержании эфирного масла результаты определения показателя влажности завышаются. Так, согласно Европейской фармакопее, для ЛРС с высоким содержанием эфирного масла – более 10 мл/кг (1%), вместо определения показателя влажности («Loss on drying») проводят определение воды («Water») методом дистилляции с добавлением толуола (Ph. Eur. method 2.2.13) [5]. По нашему мнению, это нецелесообразно, поэтому необходимо разработать альтернативные варианты решения данного вопроса.

Нами определено количественное содержание эфирного масла в исследуемых образцах ЛРП методом 2 (метод Клевенджера) [4]. Полученные результаты (табл. 1, 2) свидетельствуют о том, что, видимо, в случае относительно высокого

Таблица 1
Содержание эфирного масла в исследуемых образцах ЛРП

Table 1

The content of essential oil in the test samples of MRM

ЛРП	Содержание эфирного масла, %	
	определено при анализе	требуется по НД
Аниса обыкновенного плоды	2,4	Не менее 1,5
Кориандра посевного плоды	1,7	Не менее 0,5
Тмина обыкновенного плоды	2,2	Не менее 2,0
Укропа пахучего плоды	2,0	Не менее 2,0
Фенхеля обыкновенного плоды	3,2	Не менее 3,0

Таблица 2

Метрологическая оценка методов определения влажности плодов растений семейства сельдерейных

Table 2

Metrological evaluation of methods for determining the moisture content of fruits of plants of the *Apiaceae* family

Метод (навеска, г)	n	f	\bar{x} , %	s^2	\bar{s}	P	t (P, f)	$\Delta\bar{x}$	$\bar{\epsilon}$, %
<i>Анис обыкновенный</i>									
ИК ТГ (4,5±0,5 г)	7	6	7,49	0,001	0,014	95%	2,45	0,03	±0,46
Воздушно-тепловой (3–5 г)	7	6	6,54	0,001	0,012	95%	2,45	0,03	±0,47
<i>Кориандр посевной</i>									
ИК ТГ (4,5±0,5 г)	7	6	7,23	0,001	0,009	95%	2,45	0,02	±0,29
Воздушно-тепловой (3–5 г)	7	6	6,85	0,001	0,011	95%	2,45	0,03	±0,39
<i>Тмин обыкновенный</i>									
ИК ТГ (4,5±0,5 г)	7	6	7,94	0,001	0,009	95%	2,45	0,02	±0,29
Воздушно-тепловой (3–5 г)	7	6	7,52	0,002	0,016	95%	2,45	0,04	±0,53
<i>Укроп пахучий</i>									
ИК ТГ (4,5±0,5 г)	7	6	9,20	0,003	0,019	95%	2,45	0,05	±0,50
Воздушно-тепловой (3–5 г)	7	6	8,23	0,002	0,017	95%	2,45	0,04	±0,51
<i>Фенхель обыкновенный</i>									
ИК ТГ (4,5±0,5 г)	7	6	10,95	0,001	0,011	95%	2,45	0,03	±0,25
Воздушно-тепловой (3–5 г)	7	6	9,45	0,001	0,013	95%	2,45	0,03	±0,34

Таблица 3

Характеристика методов определения влажности плодов растений семейства сельдерейных

Table 3

Characteristics of methods for determining the moisture content of fruits of plants of the *Apiaceae* family

Параметр	Анис обыкновенный	Кориандр посевной	Тмин обыкновенный	Укроп пахучий	Фенхель обыкновенный
<i>Воздушно-тепловой метод</i>					
Длительность, мин	300	240	240	210	330
Трудоемкость	Все операции выполняются вручную, в том числе расчет числового показателя «Влажность»				
Затраты электроэнергии, кВт·ч	3,00	2,40	2,40	2,10	3,30
Влажность, %	6,54	6,85	7,52	8,23	9,45
Относительная ошибка среднего результата, %	±0,47	±0,39	±0,53	±0,51	±0,34
<i>ИК ТГ метод</i>					
Длительность, мин	16	12	10	16	14
Трудоемкость	Полуавтоматический режим				
Затраты электроэнергии, кВт·ч	0,16	0,12	0,10	0,16	0,14
Влажность, %	7,49	7,23	7,94	9,20	10,95
Относительная ошибка среднего результата, %	±0,46	±0,29	±0,29	±0,50	±0,25

содержания эфирного масла в ЛРС и ЛРП при расчете показателя «Влажность» необходимо учитывать данные обстоятельства, однако для обоснования новых подходов в решении данной проблемы требуются дополнительные исследования.

Следует отметить, что показатель влажности для исследуемых образцов ЛРП, полученный методом ИК ТГ, варьирует от 7,24 до 10,95%, что сопоставимо с результатами, полученными при использовании воздушно-теплого метода (от 6,54 до 9,45%) (табл. 1, 3)

Согласно результатам сравнительной оценки двух методов (см. табл. 3) ИК ТГ метод имеет следующие преимущества перед традиционным фармакопейным воздушно-тепловым методом: многократно сокращается время определения; значительно снижается трудоемкость, так как все операции (кроме подготовки пробы) – взвешивание, высушивание с последующим досушиванием до постоянной массы, а также расчет числового показателя влажности – осуществляются в автоматическом режиме на одном приборе без перемещения анализируемой пробы. Кроме того, исключается необходимость подготовки лабораторной посуды, реактивов и аппаратуры; энерго-

затраты сокращаются в несколько раз. При одинаковой номинальной мощности СШ и ИК ТГ влагомера (600 Вт) последний имеет значительно большую энергоэффективность.

Заключение

Разработана методика определения влажности плодов эфиромасличных растений семейства сельдерейных методом инфракрасной термогравиметрии. Указанный метод можно рассматривать как перспективный для включения в Государственную фармакопею Российской Федерации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Литература

1. Лапина А.С., Куркин В.А. Разработка подходов к стандартизации травы монарды дудчатой. Фармация, 2019; 68 (4): 11–6. <https://doi.org/10.29296/25419218-2019-04-02>
2. Государственная фармакопея СССР XI изд. Вып.1. Общие методы анализа. М.: Медицина, 1987; 336.

3. Государственная фармакопея СССР XI изд. Вып.2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. М.: Медицина, 1990; 400.
4. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV изд. [Электронное издание]. Режим доступа: <http://www.femb.ru/femb/pharmacopea.php>
5. European Pharmacopoeia. European Directorate on Quality of Medicines. 9-th Edition. [Electronic resource]. Access mode: <http://online.edqm.eu/EN/entry.htm>
6. Japanese Pharmacopoeia. Pharmaceuticals and Medical Devices Agency. 17-th Edition. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.pmda.go.jp/english/rs-sb-std/standards-development/jp/0019.html>
7. Антонова Н.П., Моргунов И.М., Прохвятилова С.С. и др. Применение альтернативного метода определения влажности в лекарственных растительных препаратах. Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения, 2017; 7 (3): 182–5.
8. Жданов Д.А., Браславский В.Б., Куркин В.А. и др. Определение влажности лекарственного растительного сырья некоторых представителей морфологической группы «Плоды» инфракрасным термогравиметрическим методом. Вестник Башкирского государственного медицинского университета, 2019; 4: 102–9.
9. Жданов Д.А., Браславский В.Б. Разработка методик определения влажности лекарственного растительного сырья морфологической группы «Плоды» инфракрасным термогравиметрическим методом. Аспирантский вестник Поволжья, 2019; 1–2: 13–8. <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2019.19.1.13-18>
3. The State Pharmacopoeia of the USSR XI-th Edition. Vol.2. General methods of analysis. Medicinal plant raw material. Moscow: Medicine, 1990; 400 (in Russian).
4. The State Pharmacopoeia of The Russian Federation, XIV-th Edition. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.femb.ru/femb/pharmacopea.php> (in Russian).
5. European Pharmacopoeia. European Directorate on Quality of Medicines. 9th Edition. [Electronic resource]. Access mode: <http://online.edqm.eu/EN/entry.htm>
6. Japanese Pharmacopoeia / Pharmaceuticals and Medical Devices Agency. 17th Edition. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.pmda.go.jp/english/rs-sb-std/standards-development/jp/0019.html>
7. Antonova N.P., Morgunov I.M., Prokhvatilova S.S. et al. An alternative method of loss on drying determination in herbal medicinal products. Vedomosti Nauchnogo tsentra ekspertizy sredstv meditsinskogo primeneniya, 2017; 7 (3): 182–5 (in Russian).
8. Zhdanov D.A., Braslavskiy V.B., Kurkin V.A. et al. The determination of moisture (loss on drying) of the medicinal plant raw materials of the representatives of the morphological group «Fruits» by the infrared thermogravimetric method. Vestnik Bashkirkosgo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta, 2019; 4: 102–9 (in Russian).
9. Zhdanov D.A., Braslavskiy V.B. Development of techniques for the determination of moisture (loss on drying) of medicinal plant raw materials of morphological group «Fruits» by infrared thermogravimetric method. Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya, 2019; 1–2: 13–8. <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2019.19.1.13-18> (in Russian).

References

1. Lapina A.S., Kurkin V.A. The development of approaches to standardization of the *Monarda fistulosa* herbs. Farmatsiya, 2019; 68 (4): 11–6. <https://doi.org/10.29296/25419218-2019-04-02> (in Russian).
2. The State Pharmacopoeia of the USSR XI-th Edition. Vol.1. General methods of analysis. Moscow: Medicine, 1987; 336 (in Russian).

Поступила 29 октября 2019 г.

Received 29 October 2019

Принята к публикации 12 декабря 2019 г.

Accepted 12 December 2019