

**АНАЛІТЫЧНАЯ ХІМІЯ**  
**ANALYTICAL CHEMISTRY**

УДК 543.05  
<https://doi.org/10.29235/1561-8331-2023-59-4-295-301>

Поступила в редакцию 13.04.2023  
Received 13.04.2023

**Т. Н. Бочко<sup>1</sup>, Ю. П. Дубовик<sup>1</sup>, Ю. А. Савельева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси,  
Минск, Беларусь*

<sup>2</sup>*ОАО «АромаЛаб», Минск, Беларусь*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ЛАВАНДЫ**  
**LAVANDULA SPP.**

**Аннотация.** Приводятся результаты определения компонентного состава и выявления веществ искусственного происхождения образцов эфирного масла лаванды *Lavandula* spp. методом газовой хромато-масс-спектрометрии и рефрактометрии. Осуществлен анализ биологически активных веществ в эфирных маслах лаванды, проведен скрининг выделенных компонентов масел на предел допустимых концентраций и их химической природы согласно ГОСТ, определены показатели преломления.

**Ключевые слова:** эфирное масло лаванды, вещества искусственного происхождения, хроматография

**Для цитирования.** Бочко, Т. Н. Определение компонентного состава эфирных масел лаванды *Lavandula* spp. / Т. Н. Бочко, Ю. П. Дубовик, Ю. А. Савельева // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2023. – Т. 59, № 4. – С. 295–301. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2023-59-4-295-301>

**T. N. Bochko<sup>1</sup>, Yu. P. Dubovik<sup>1</sup>, Yu. A. Savelieva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*A. V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*AromaLab JSC, Minsk, Belarus*

**DETERMINATION OF COMPONENT COMPOSITION OF LAVENDER ESSENTIAL OILS**  
**LAVANDULA SPP.**

**Abstract.** The paper presents the results of determining the component composition and identifying substances of artificial origin in the samples of lavender essential oil *Lavandula* spp. by gas chromatography-mass spectrometry and refractometry. The analysis of biologically active substances in lavender essential oils was carried out, the isolated components of the oils were screened for the limit of permissible concentrations and their chemical nature according to GOST, the refractive indices were determined.

**Keywords:** lavender essential oil, substances of artificial origin, chromatography

**For citation.** Bochko T. N., Dubovik Yu. P., Savelieva Yu. A. Determination of component composition of lavender essential oils *Lavandula* spp. *Vesti Natsyonal'nai akademii navuk Belarusi. Seriya khimichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical series*, 2023, vol. 59, no. 4, pp. 295–301 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2023-59-4-295-301>

**Введение.** Эфирные масла содержат биологически активные вещества растительного происхождения, относящиеся к различным классам низкомолекулярных, душистых и летучих органических соединений. История производства эфирных масел известна еще с древних времен. С развитием технологий отрасль обрела массовое распространение, в результате чего улучшилось качество конечного продукта, упростилось производство и снизилась его стоимость [1]. Натуральные эфирные масла – уникальные природные вещества, которые невозможно идентично синтезировать, поэтому эфирные масла, содержащие вещества искусственного происхождения, не могут иметь общих полезных характеристик с настоящими. Использование в пищевых, ароматерапев-

тических или медицинских целях низкокачественных эфирных масел может быть опасным для здоровья человека, так как их подлинный химический состав неизвестен. В связи с этим установление их качества имеет большое значение.

Качество эфирных масел ухудшается при введении синтетических добавок, особенно дешевых синтетических душистых веществ. Так, синтетические линалоол и линалилацетат добавляют в эфирное масло для удешевления конечного продукта, полученного из низкокачественного сырья и содержащего эти компоненты в концентрациях ниже нормы, предусмотренной ГОСТ ISO 3515-2017 «Масло эфирное лавандовое» и ГОСТ ISO 212-2014 «Масла эфирные. Отбор проб».

Основная проблема применения некачественных эфирных масел заключается в использовании веществ искусственного происхождения, так как эфирные масла имеют низкомолекулярную структуру, а значит являются энхансерами и обладают высокой реагентной активностью с органами, системами и тканями человека. Эфирные масла, а вместе с ними синтетические низкомолекулярные добавки могут свободно проникать также и вглубь дермы, способны вызывать аллергическую реакцию, оксидативный стресс и другие нежелательные реакции. Кроме того, синтетические компоненты могут вступать в синергию с другими составляющими продукта, что может повышать биологическую активность большинства имеющихся компонентов данного состава, вследствие чего негативная реакция синтетических элементов усилится.

Добавка изолятов в эфирное масло является причиной нарушения функциональности синергетического баланса его компонентов, в результате чего значительно сокращается их биоактивность. Это происходит из-за неестественного преобладания добавленных компонентов и функционального подавления компонентов малой концентрации, которые нередко играют более важную роль, чем основные компоненты. При обогащении изолятами в эфирное масло добавляют компонент, выделенный из других эфирных масел, с целью стандартизации его для коммерческих целей, что снижает себестоимость конечного продукта.

Целью работы является установление основных составляющих эфирного масла лаванды, проведение их анализа на предел допустимых концентраций и определение их химической природы.

**Материалы и методы исследования.** Все исследуемые образцы отвечали требованиям ГОСТ ISO 3515-2017 «Масло эфирное лавандовое» по органолептическим признакам, таким как внешний вид, консистенция, цвет, запах.

Проведен физико-химический анализ трех образцов методом рефрактометрии. Показатель преломления использовался как константа для установления подлинности и чистоты исследуемых веществ, который мог свидетельствовать, в частности, о своевременности сбора сырья. Точно также при длительном хранении ввиду окисления, полимеризации и других процессов, протекающих в масле, рефракция его увеличивалась. Испытание проводили в соответствии с ОФС «Рефрактометрия».

*Пробоподготовка.* Изучены образцы эфирного масла лаванды французского (образец 1), английского (образец 2) и российского (образец 3) производителей. Перед определением компонентного состава образца методом газовой хромато-масс-спектрометрии эфирное масло лаванды растворяли в гексане в объемном соотношении 1 : 10.

*Газовая хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС).* Для качественного и количественного определения компонентного состава образцов использован метод газовой хроматографии с масс-спектрометрией. В качестве газа-носителя использовали гелий (скорость потока – 1 мл/мин). Объем вводимой пробы – 1 мкл. Температурный градиент: 80 °С (выдержка 3 мин), с 80 до 300 °С со скоростью 10 °С /мин, 300 °С (выдержка 20 мин). Параметры масс-спектрометрического детектора: ионизация электронным ударом, энергия ионизации – 70 эВ, температура ионного источника – 230 °С, температура квадруполя – 150 °С. Идентификацию соединений проводили с помощью библиотеки масс-спектров NIST17 в режиме полного сканирования масс-детектора по временам удерживания компонентов. Суммарная площадь пиков принята за 100 %. Коэффициенты чувствительности для всех веществ были условно приняты равными 1.

**Результаты и их обсуждение.** При изготовлении эфирного масла используют все наземные части лаванды.

На рис. 1 представлена хроматограмма эфирного масла лаванды образца 1, компонентный состав которого представлен в таблице.

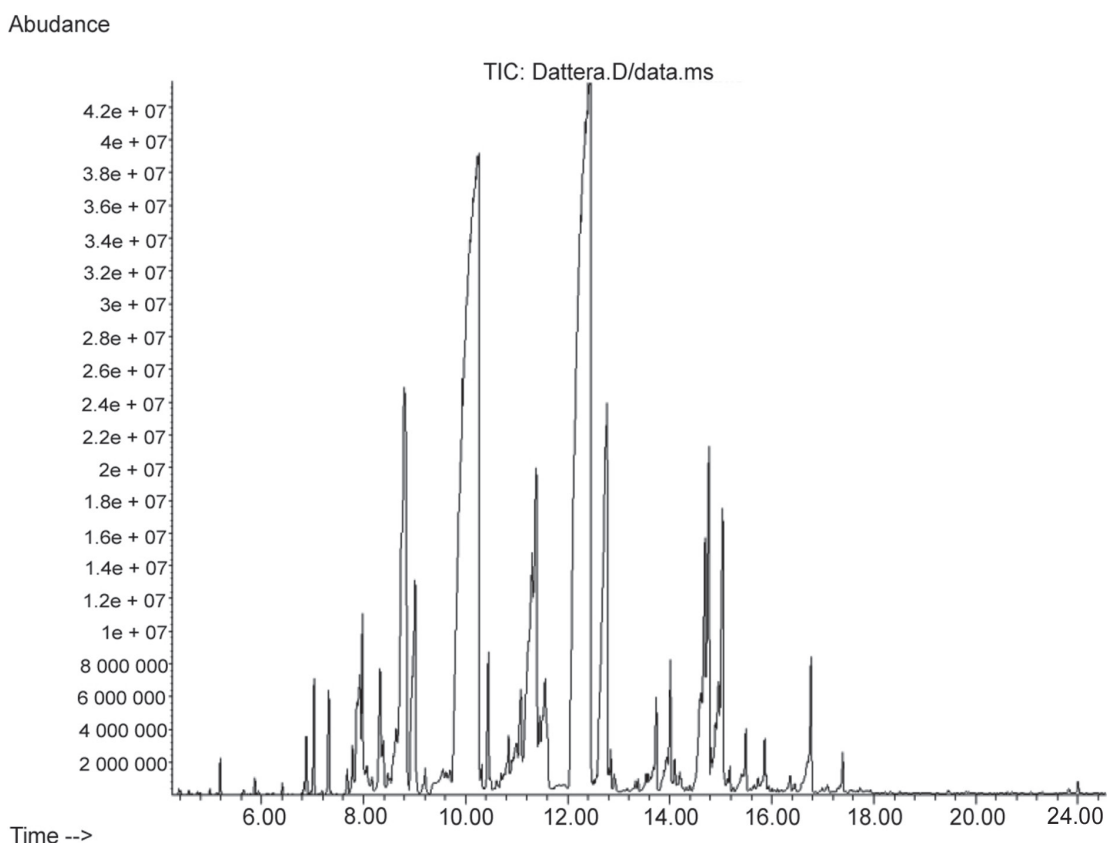


Рис. 1. Хроматограмма эфирного масла лаванды образца 1

Fig. 1. Chromatogram of lavender essential oil sample 1

Хроматограмма эфирного масла лаванды образца 2 показана на рис. 2, компонентный состав исследуемого образца отображен в таблице.

На рис. 3 изображена хроматограмма эфирного масла лаванды образца 3, компонентный состав представлен в таблице.

Показатели преломления для образцов 1, 2 и 3 составили 1,46139; 1,46142 и 1,47939, в то время как согласно нормативным документам допустимый диапазон значений составляет не более 1,4660. Таким образом, образец 3 не соответствует стандарту ГОСТ ISO 3515-2017 «Масло эфирное лавандовое», а значит не может считаться натуральным продуктом природного происхождения, заявленным как натуральное эфирное масло лаванды.

Обнаружено, что состав эфирных масел варьируется в зависимости от страны производителя, но во всех образцах были обнаружены репрезентативные компоненты. В среднем в образцах было выявлено до 100 различных соединений. Как указано в ГОСТ ISO 3515-2017 «Масло эфирное лавандовое» и ГОСТ ISO 212-2014 «Масла эфирные. Отбор проб», основным компонентом исследованных образцов является линалоол.

Следует отметить, что только образец 1 содержит линалилацетат. Что касается образца 3, то альтернативный линалилацетату компонент – 1,6-октадиен-3-ол, 3,7-диметил-2-аминобензоат – линалиламинобензоат или антранилаглиналоол. Производные антраниловой кислоты являются синтетическими и применяются в производстве душистых веществ [3].

Лавандулол и лавандулилацетат были идентифицированы только в образце 1, что свидетельствует о природном происхождении данного эфирного масла.

Цис-β-оцимен и транс-β-оцимен – ненасыщенные соединения, поэтому они чувствительны к окислению воздухом. Совместное их нахождение было обнаружено только в образце 1, что подтверждает следующее: окислительная деструкция является одним из наиболее существенных факторов, влияющих на изменение состава эфирного масла в процессе хранения растительного

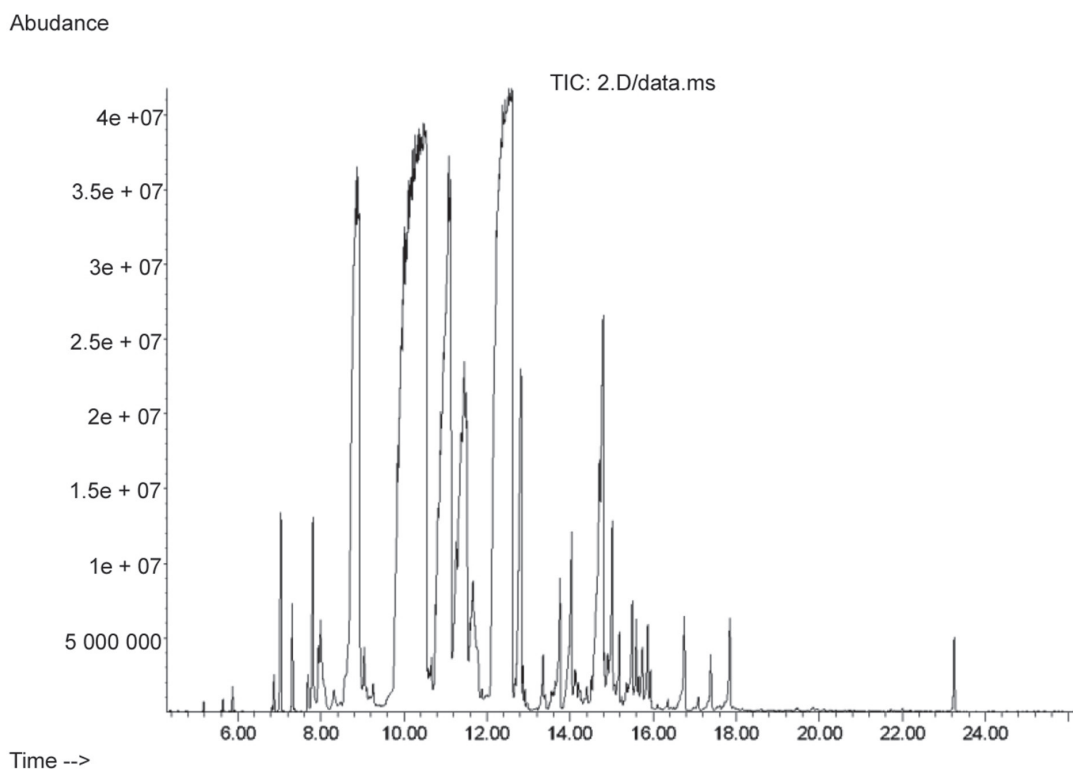


Рис. 2. Хроматограмма эфирного масла лаванды образца 2  
Fig. 2. Chromatogram of lavender essential oil sample 2

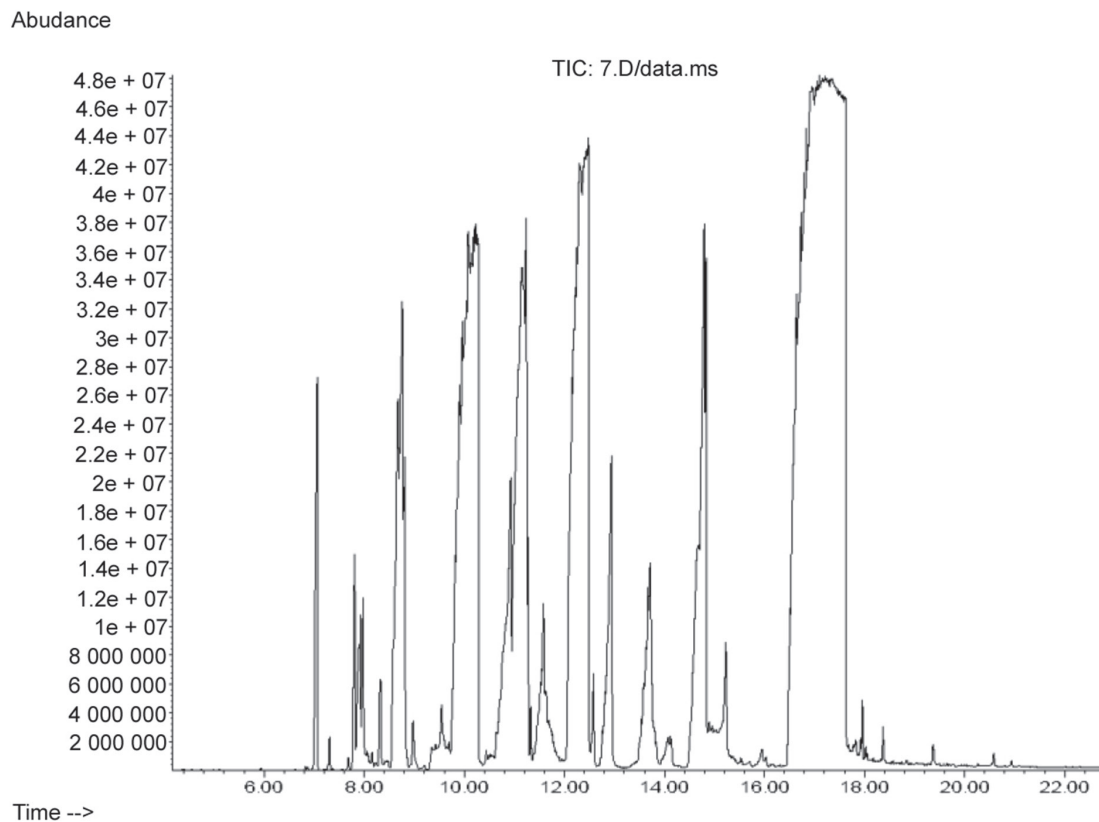


Рис. 3. Хроматограмма эфирного масла лаванды образца 3  
Fig. 3. Chromatogram of lavender essential oil sample 3

**Компонентный состав исследуемых образцов эфирных масел лаванды**  
**Component composition of the studied samples of lavender essential oils**

Соединение	Относительное содержание, %		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
alpha-Pinene	0,07	0,02	1,19
alpha-Thujene	0,07	0,09	–
Camphene	0,44	0,53	0,07
beta-Thujene	0,02	0,03	–
Sabinene	0,14	–	–
beta-Pinene	0,37	0,81	0,55
beta.-Myrcene	0,64	–	0,45
D-Limonene	–	–	2,33
.beta.-Phellandrene	11,08	0,71	0,03
(+)-3-Carene	0,19	0,22	0,28
trans.-beta.-Ocimene	11,7	11,5	–
.beta.-Ocimene	2,83	2,93	0,17
Terpinene	0,16	0,11	0,01
Linalool	30,18	30,21	15,36
2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-	1,06	1,19	–
Eucalyptol	0,33	0,11	0,6
Lavandulol	4,52	0,21	–
(+)-2-Bornanone	–	–	1,83
iso-Borneol	0,12	0,23	0,38
Iso-pulegol	1,27	1,71	–
.alpha.-Terpineol	2,12	0,13	1,67
1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	–	–	15,38
1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	–	24,18	–
Isobornyl acetate	–	–	2,08
(+)-4-Carene	–	–	1,12
(R)-lavandulyl acetate	26,3	4,9	–
Borneol	0,34	0,12	0,09
Nerol acetate	1,14	2,1	–
Geranyl acetate	1,98	2,12	0,23
alpha-Farnesene	0,15	0,08	–
4,7-Methano-1H-indenol, hexahydro-	–	–	6,0
Alloaromadendrene	3,66	–	–
Caryophyllene	2,47	6,54	–
cis.-beta.-Farnesene	3,12	4,0	–
Humulene	0,12	0,25	0,50
.gamma.-Muurolene	0,23	–	–
Caryophyllene oxide	0,38	0,04	–
beta.-Bisabolene	–	0,13	–
Linalyl butanoate	–	24,18	–
Bicyclo[3.1.1]heptane, 6-methyl-2-methylene-6-(4-methyl-3-pentenyl)-,	–	0,05	–
Diethyl Phthalate	–	–	38

сырья [2]. Следовательно, возникает предположение, что образцы 2 и 3 были произведены гораздо раньше и, возможно, имеет место истечение срока годности данных эфирных масел.

$\alpha$ -Терпинеол – летучий монотерпеноидный спирт – является компонентом эфирных масел нескольких видов ароматических растений.  $\alpha$ -Терпинеол был обнаружен во всех образцах, но только в образцах 2 и 3 концентрации соответствовали необходимому пределу по ГОСТ ISO 3515-2017 «Масло эфирное лавандовое». 1,8-цинеол – моноциклический монотерпен – был обнаружен во всех образцах, вероятнее всего элюировался совместно с  $\beta$ -феландреном [1]. Еще одно название данного компонента – эвкалиптол.

Нерол и 2,6-октадиен-1-ол были обнаружены в образце 1. Нахождение нерола чаще всего свидетельствует об использовании именно французской лаванды при создании эфирного масла. В образце 2 также присутствует диастереомер нерола – гераниол и неролацетат [4]. Дополнительным доказательством искусственного происхождения является то, что в ходе природных метаболических процессов в растениях гераниол и нерол всегда присутствуют вместе [3].

Наличие в образце 3 диэтилфталата (около 38 %) не соответствует нормативным документам. Указанное вещество выполняет функцию фиксатора запаха и является токсичным соединением [5].

**Заключение.** Определены органолептические и физико-химические свойства трех образцов эфирных масел лаванды *Lavandula* spp. французского, английского и российского происхождения. В исследуемых образцах эфирных масел обнаружены монотерпены, монотерпенолы, сесквитерпены, эфиры и кетоны. Установлено, что все образцы отвечают требованиям стандарта по органолептическим характеристикам. По показателю преломления прошли тест только образцы эфирных масел французского и английского производителей. Несоответствие данного параметра и содержание диэтилфталата в образце российского производителя указывают на очевидный факт его низкого качества.

По результатам ГХ-МС анализа показано, что основными компонентами исследуемых образцов эфирных масел лаванды является линалоол, 1,8-цинеол, цис-β-оцимен и α-терпинеол.

Обнаружено, что эфирное масло лаванды *Lavandula* spp. французского производителя содержит такие вещества природного происхождения, как лавандулилацетат, лавандулол, терпен-4-ол, линалилацетат, β-фелландрен, нерол и цис-β-оцимен, которые отсутствуют в других исследуемых образцах. Таким образом, данное эфирное масло соответствует указанным нормам и нормативным документам, имеет природное происхождение по его хемотипу.

В ходе расшифровки хроматограмм всех образцов была установлена природа репрезентативных компонентов и описаны искусственно синтезированные компоненты в эфирных маслах лаванды российского происхождения.

### Список использованных источников

1. Эфирные масла: методы определения подлинности и выявления фальсификации / И. В. Лапко [и др.] // Аналитика и контроль. – 2019. – Т. 23, № 4. – С. 445–475. <https://doi.org/10.15826/analitika.2019.23.4.010>
2. Изменение состава эфирного масла при разных сроках хранения сырья / А. В. Ткачев [и др.] // Химия раст. сырья. – 2002. – № 1. – С. 19–30.
3. Efficacy and safety of lavender essential oil (Silexan) capsules among patients suffering from anxiety disorders: A network meta-analysis / Wuan Shuen Yap [et al.] // Sci. Rep. – 2019. – Vol. 9, № 9. – P. 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54529-9>
4. Ткачев, А. В. Исследование летучих веществ растений / А. В. Ткачев. – Новосибирск: Офсет, 2008. – 969 с.
5. Comparison of phenolic acids and flavonoids contents in various cultivars and parts of common lavender (*Lavandula angustifolia*) derived from Poland / M. Adaszyńska-Skwirzyńska, M. Dziecioł // Nat. Prod. Res. – 2017. – Vol. 31, № 21. – P. 2575–2580. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1320792>

### References

1. Lapko I. V., Aksenova Yu. B., Kuznecova O. V., Vasilevskij S. V., Aksenov A. V., Taranchenko V. F., Antohin A. M., Ihalajnen A. A. Essential oils: the review of the methods for determining the authenticity and detecting adulteration. *Analitika i kontrol' = Analytics and Control*, 2019, vol. 23, no. 4, pp. 444–475 (in Russian). <https://doi.org/10.15826/analitika.2019.23.4.010>
2. Tkachev A. V., Korolyuk E. A., Yusubov M. S., Gur'ev A. M. Change in the composition of essential oil at different storage periods of raw materials. *Khimija rastitel'nogo syr'ja = Chemistry of plant raw material*, 2002, vol. 1, pp. 19–30 (in Russian).
3. Yap W. S., Dolzhenko A. V., Jalal Z., Hadi M. A., Khan T. M. Efficacy and safety of lavender essential oil (Silexan) capsules among patients suffering from anxiety disorders: A network meta-analysis. *Scientific Reports*, 2019, no. 9, pp. 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54529-9>
4. Tkachev A. V. *Investigation of plant volatile substances*. Novosibirsk, Ofset, 2008. 969 p. (in Russian).
5. Adaszyńska-Skwirzyńska M., Dziecioł M. Comparison of phenolic acids and flavonoids contents in various cultivars and parts of common lavender (*Lavandula angustifolia*) derived from Poland. *Natural Product Research*, 2017, vol. 31, no. 21, pp. 2575–2580. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1320792>

### Информация об авторах

*Бочко Татьяна Николаевна* – кандидат химических наук, доцент. Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси (ул. П. Бровки, 15, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: [tatiana-susliako@mail.ru](mailto:tatiana-susliako@mail.ru)

*Дубовик Юлия Петровна* – инженер. Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси (ул. П. Бровки, 15, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: [juliadvk3@gmail.com](mailto:juliadvk3@gmail.com)

*Савельева Юлия Александровна* – сотрудник ОАО «АромаЛаб» (пр-т Машерова, 25, 220002, Минск, Республика Беларусь).

### Information about the authors

*Bochko Tatsiana M.* – Ph. D. (Chemistry), Associate professor. A. V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute of the National Academy of Science of Belarus (15, P. Brovka Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [tatiana-susliako@mail.ru](mailto:tatiana-susliako@mail.ru)

*Dubovik Julia P.* – Engineer. A. V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute of the National Academy of Science of Belarus (15, P. Brovka Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [juliadvk3@gmail.com](mailto:juliadvk3@gmail.com)

*Savelieva Iulia A.* – Employee of AromaLab JSC (25, Masherova Ave., 220002, Minsk, Republic of Belarus).