

УДК 665.5:631.543.1
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-68-73>

Сачивко Т.В.^{1*}, Коваленко Н.А.²,
 Супиченко Г.Н.², Босак В.Н.¹

¹Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
 213407, г. Горки, ул. Мичурина, 5,
 Республика Беларусь
 E-mail: sachyuka@rambler.ru, bosak1@tut.by

²Белорусский государственный технологический университет
 220006, Республика Беларусь,
 г. Минск, ул. Свердлова, 13а

Ключевые слова: эфирные масла, компонентный и энантиомерный состав, зеленая масса, базилик, иссоп, сорт.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Сачивко Т.В., Коваленко Н.А., Супиченко Г.Н., Босак В.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ СОРТА. Овощи России. 2019;(3):68-73.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-68-73>

Поступила в редакцию: 31.01.2019
Опубликована: 25.06.2019

Sachyuka T.V.*¹, Kovalenko N.A.²,
 Supichenko G.N.², Bosak V.N.¹

¹Belarusian State Agricultural Academy
 5, Michurina st., 213407, Gorki, Republic of Belarus
 *E-mail: sachyuka@rambler.ru, bosak1@tut.by

²Belarusian State Technological University
 13a, Sverdlov st., 220006,
 Minsk, Republic of Belarus

Keywords: essential oils, component composition, enantiomers, green mass, basil, hyssop, varieties.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

For citation: Sachyuka T.V., Kovalenko N.A., Supichenko G.N., Bosak V.N. USING INDICATORS OF THE ESSENTIAL OILS COMPOSITION TO IDENTIFY THE VARIETY. Vegetable crops of Russia. 2019;(3):68-73 (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-68-73>

Received: 31.01.2019
Accepted: 25.06.2019

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ СОРТА



Эфиромасличные культуры и их эфирные масла широко используются в парфюмерии, косметической и пищевой промышленности, традиционной и народной медицине. Важнейшей качественной характеристикой эфирномасличных культур является содержание, компонентный и энантиомерный состав эфирных масел. Базилик обыкновенный, базилик тонкоцветный и иссоп лекарственный относятся к перспективным эфиромасличным культурам для возделывания в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь. В Белорусской государственной сельскохозяйственной академии за последние годы создан ряд сортов малораспространенных эфиромасличных культур, в том числе 3 сорта базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) Настена, Володар и Магия, 1 сорт базилика тонкоцветного (*Ocimum tenuiflorum* L.) Источник и 1 сорт иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) Завая, которые характеризуются комплексом морфометрических, морфологических и фенологических признаков. В исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и УО «Белорусский государственный технологический университет» изучены урожайность и содержание эфирных масел новых районированных сортов базилика обыкновенного, базилика тонкоцветного и иссопа лекарственного. Методом энантиоселективной газовой хроматографии определен компонентный и энантиомерный состав эфирных масел исследуемых сортов базилика и иссопа лекарственного. В результате исследований установлено, что каждый сорт имеет свой характерный компонентный и энантиомерный состав эфирных масел. У исследуемых сортов базилика обыкновенного и базилика тонкоцветного отмечено до 20 различных компонентов, у сортов иссопа лекарственного – до 18 различных компонентов эфирных масел. Особенности компонентного и энантиомерного состава эфирных масел позволяют идентифицировать уже созданные сорта эфирномасличных культур, а также проводить их селекцию для создания сортов с определенными свойствами.

USING INDICATORS OF THE ESSENTIAL OILS COMPOSITION TO IDENTIFY THE VARIETY

Essential oil crops and their essential oils are widely used in perfumery, cosmetic and food industries, traditional and folk medicine. The most important qualitative characteristic of essential oil crops is the content, component and enantiomeric composition of essential oils. Basil (*Ocimum basilicum* L. and *Ocimum tenuiflorum* L.) and hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) belong to the promising essential oil crops for cultivation in the soil and climatic conditions of the Republic of Belarus. In the Belarusian State Agricultural Academy has created a number of varieties of essential oil crops, including 3 varieties of basil *Ocimum basilicum* L., 1 variety of basil *Ocimum tenuiflorum* L.) and 1 variety of hyssop *Hyssopus officinalis* L. The new varieties of basil and hyssop are characterized by a complex of morphometric, morphological and phenological signs. In the studies of the Belarusian State Agricultural Academy and the Belarusian State Technological University, the yield and content of essential oils of new zoned varieties of basil and common hyssop were analyzed. Using the method of enantioselective gas chromatography, the component and enantiomeric composition of essential oils of the studied varieties was determined. As a result of the research, it was determined that each variety has its own characteristic component and enantiomeric composition of essential oils. The studied varieties of basil and common hyssop contained up to 20 and 18 different components of essential oils respectively. The features of the component and enantiomeric composition of essential oils allow identifying the already created varieties of essential oil crops, as well as carrying out their selection to create varieties with certain properties.

Введение

Эфиромасличные культуры, несмотря на их сравнительно небольшое количество (в нашей зоне возделывается около 15 эфиромасличных культур) и площади возделывания, широко используются в различных отраслях экономики [1, 2, 4–10].

Кроме традиционного использования эфиромасличных растений и их эфирных масел в парфюмерном производстве, косметической и пищевой промышленности, они применяются также в качестве лекарственных средств. Природные эфирные масла, добываемые из эфиромасличных растений, обладают широким спектром биологической активности, проявляют антимикробные, противовоспалительные, ранозаживляющие и иммуномодулирующие свойства, применяются в качестве антиоксидантов и радиопротекторов. Динамично развивается новое направление в медицине – ароматерапия, являющееся перспективным для лечения заболеваний органов дыхания и нервной системы.

Анализ летучих веществ методом энантиоселективной газовой хроматографии в последние годы получает все более широкое применение в связи с высокой селективностью, универсальностью и эффективностью. Использование данных о составе стереоизомеров может быть перспективным методом определения фальсификации растительного сырья и эфирных масел путем подмешивания более дешевых ингредиентов растительного происхождения или синтетических компонентов [5, 9–12].

Поскольку искусственно синтезированные вещества представляют собой, как правило, рацемические смеси, с помощью методов, основанных на определении стереоизомеров, возможно эффективное выявление таких фальсификаций.

Особенности компонентного и энантиомерного состава эфирных масел позволяют также идентифицировать уже созданные сорта эфиромасличных культур, а также проводить их селекцию для создания сортов с заданными компонентами. Данные о компонентном и энантиомерном составе эфирных масел определенного сорта могут быть использованы для формирования

его «биохимического» профиля, что в сочетании с высокими органолептическими свойствами позволяет более широко применять растительное сырье в различных областях [6, 9, 10].

Материалы и методы

Исследования по изучению компонентного и энантиомерного состава эфирных масел проводили с новыми районированными сортами эфиромасличных культур в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и УО «Белорусский государственный технологический университет» (базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) сортов Настена, Володар, Магия, базилик тонкоцветный (*Ocimum tenuiflorum* L.) сорта Источник, иссоп лекарственный *Hyssopus officinalis* L. сортов Завая, Лазурит, Розоцветковый). Сорта базилика обыкновенного Настена, Володар, Магия, сорт базилика тонкоцветного Источник и сорт иссопа лекарственного Завая созданы в УО БГСХА [3].

Выделение эфирных масел из измельченного воздушно-сухого растительного сырья (зеленая масса в фазу начала цветения) проводили методом перегонки с водяным паром по ГОСТ 24027.2-80 с последующей сушкой образцов безводным сульфатом натрия.

Газохроматографический анализ образцов эфирных масел выполнен на хроматографе «Цвет-800», оснащенном пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой HP-5 30 м x 0,32 мм x 0,25 мкм в режиме программирования температуры от изотермы при 80°C в течение 1 мин с подъемом температуры со скоростью 3°/мин до 11°C и подъемом температуры со скоростью 4°/мин до изотермы при 200°C в течение 10 мин, при температуре испарителя и детектора – 230 и 280°C соответственно и линейной скорости газа-носителя азота 18,8 см/с. Временем удерживания несорбирующегося газа считали время выхода пика метана.

Идентификацию основных компонентов эфирного масла проводили сравнением времен удерживания компонентов со значениями стандартных образцов терпеновых соединений.

В условиях линейного градиента температуры расчет GI основных

компонентов эфирных масел проводили по формуле:

$$GI = 100 \frac{[t'_{R(x)} + q \lg t'_{R(x)}] - [t'_{R(n)} + q \lg t'_{R(n)}]}{[t'_{R(n+1)} + q \lg t'_{R(n+1)}] - [t'_{R(n)} + q \lg t'_{R(n)}]} \cdot n,$$

где $t'_{R(x)}$, $t'_{R(n)}$, $t'_{R(n+1)}$ – приведенные времена удерживания анализируемого компонента, n -алкана (C_nH_{2n+2}) и следующего n -алкана ($C_{n+1}H_{2n+4}$) соответственно, причем $t'_{R(n)} < t'_{R(x)} < t'_{R(n+1)}$.

Значение q определяли с использованием приведенных времен удерживания трех последовательно выходящих n -алканов по формуле:

$$q = \frac{t'_{R(n)} + t'_{R(n+2)} - 2t'_{R(n+1)}}{\lg(t'^2_{R(n+1)} / t'_{R(n)} \cdot t'_{R(n+2)})}$$

Для количественных определений идентифицированных компонентов эфирного масла использовали метод внутренней нормализации без учета относительных поправочных коэффициентов. По методу внутренней нормализации содержание компонентов вычисляли по формуле:

$$\omega_i = \frac{S_i \cdot 100}{\sum S_i},$$

где ω_i – содержание i -го компонента в смеси, %; S_i – площадь пика i -го компонента.

Энантиомерный избыток E_x рассчитывали по формуле:

$$E_x = \frac{(A_{\max} - A_{\min})}{(A_{\max} + A_{\min})} \cdot 100,$$

где A_{\max} – площадь пика преобладающего энантиомера, A_{\min} – площадь пика второго энантиомера.

Все измерения проводили в четырехкратной повторности. Для статистической обработки результатов использовали пакет программ «Excel 2007» [5, 6, 9–12].

Результаты и их обсуждение

Как показали результаты исследования, содержание эфирных масел зависело от вида и сорта изучаемых культур (табл. 1).

В зеленой массе базилика обыкновенного содержание эфирных масел составило от 0,57% (сорт

Таблица 1. Содержание эфирных масел в зеленой массе растений
Table 1. Content of essential oils in green mass of plants

Сорт растений	Содержание эфирных масел, %	Сбор эфирных масел, кг/га	Зеленая масса, кг/м ²
Базилик обыкновенный <i>Ocimum basilicum</i> L.			
Сорт Настена	0,83	314,6	3,79
Сорт Володар	0,77	231,0	3,01
Сорт Магия	0,57	138,5	2,43
Базилик тонкоцветный <i>Ocimum tenuiflorum</i> L.			
Сорт Источник	0,64	165,8	2,59
Иссоп лекарственный <i>Hyssopus officinalis</i> L.			
Сорт Лазурит	0,43	132,4	1,54
Сорт Завая	0,69	216,7	1,57
Сорт Розоцветковый	0,48	158,4	1,65

Таблица 2. Компонентный состав эфирных масел различных сортов базилика, масс. %
Table 2. Component composition of essential oils of varieties of basil, %

Соединение	Сорт Магия	Сорт Володар	Сорт Настена	Сорт Источник
(-)- α -пинен	–	0,08	–	–
(+)- α -пинен	–	0,02	–	0,05
камфен	–	0,16	–	0,19
(+)- β -пинен	–	0,04	–	0,26
(-)- β -пинен	–	0,59	0,12	0,53
(-)-лимонен	–	–	0,25	0,29
(+)-лимонен	–	–	0,12	27,00
1,8-цинеол	1,15	4,43	–	–
1(-)-линалоол	54,54	57,70	7,75	0,27
(+)-линалоол			0,22	0,36
метилхавикол	25,26	27,24	1,34	13,47
(-)- α -терпинеол	0,27	0,39	0,50	0,51
карвон	0,04	0,02	15,02	0,15
нераль	0,24	0,06	18,08	0,04
гераниаль	1,05	0,63	24,50	0,12
гераниол	0,17	0,24	13,73	0,03
геранилацетат	0,49	0,26	2,98	1,12
эвгенол	0,56	0,99	1,26	20,94
тимол	0,09	0,48	0,27	8,61
карвакрол	0,09	0,02	0,61	0,16

Магия, антоциановая окраска листьев) до 0,83% (сорт Настена, зеленая окраска листьев) при его сборе 138,5–314,6 кг/га и урожайности зеленой массы 2,43–3,79 кг/м².

В зеленой массе базилика тонкоцветного содержание эфирных масел оказалось 0,64% при их сборе 165,8 кг/га и урожайности зеленой массы 2,59 кг/м².

В исследованиях с иссопом лекарственным наибольшее содержание эфирных масел отмечено у сорта Завея (белая окраска венчика) – 0,69% при их сборе 216,7 кг/га и урожайности зеленой массы 1,57 ц/га. У сорта Лазурит (фиолетовая окраска венчика) содержание эфирных масел составило 0,43%, у сорта Розоцветковый (розовая окраска венчика) – 0,48% при их сборе соответственно 132,4 и 158,4 кг/га с урожайностью зеленой массы 1,54 и 1,65 кг/м².

Исследование компонентного и энантиомерного состава эфирных масел у новых районированных сортов базилика в фазе массового цветения показало его значительные отличия в зависимости от изучаемого сорта (табл. 2).

В исследуемых образцах эфирных масел базилика содержится до 20 различных компонентов, основными из которых для базилика обыкновенного сортов Магия и Володар являются линалоол и метилхавикол, для базилика обыкновенного сорта Настена – гераниаль, нераль, карвон и линалоол, для базилика тонкоцветного сорта Источник – лимонен, эвгенол и метилхавикол. Энантиомеры представлены у компонентов эфирных масел *Ocimum* L. α - и β -пинены (сорт Володар и сорт Источник), лимонен (сорт Настена и сорт Источник) и линалоол.

Аналогичная связь компонентного и энантиомерного состава эфирных с сортовыми особенностями отмечена и в исследованиях с иссопом лекарственным (табл. 3).

У исследуемых сортов иссопа лекарственного Лазурит, Розоцветковый и Завея отмечено до 18 различных компонентов, основным из которых является пинокамфон. При этом концентрация транс-пинокамфона в эфирных маслах растений с фиолетовой окраской венчика (сорт Лазурит) оказалась существенно выше, чем у растений с розовой (сорт Розоцветковый) и



Рис. 1. Базилик обыкновенный, сорт Володар



Рис. 2. Базилик обыкновенный, сорт Настена



Рис. 3. Базилик обыкновенный, сорта Магия

Таблица 3. Компонентный состав эфирных масел различных сортов иссопа, масс. %
 Table 3. Component composition of essential oils of varieties of hyssop, %

Соединение	Сорт Лазурит	Сорт Розоцветковый	Сорт Завея
(-)- α -пинен	0,2	0,1	0,1
(+)- α -пинен	–	–	–
(-)-камфен	0,9	1,1	1,1
(+)-камфен	0,1	0,3	0,3
сабинен	0,7	1,2	1,5
(+)- β -пинен	4,5	6,3	7,7
(-)- β -пинен	–	–	–
(-)-лимонен	0,5	0,7	0,7
(+)-лимонен	0,7	0,5	0,6
1,8-цинеол	0,6	0,5	0,5
γ -терпинен	0,2	0,2	0,1
пинокамфеол	0,1	2,5	4,1
(-)-линалоол	0,7	1,0	1,1
(+)-линалоол	0,1	0,1	0,1
транс-пинокамфон	69,8	44,0	1,8
цис-пинокамфон	6,2	23,6	68,6
α -терпинеол	следы	0,2	0,3
эвгенол	1,6	2,1	0,8

белой (сорт Завея) окраской венчика. Белоцветковую форму растений (сорт Завея) выделяет также от остальных образцов *Hyssopus officinalis* L. высокое содержание цис-формы пинокамфона. Кроме пинокамфона, энантиомеры у изучаемых сортов иссопа лекарственного отмечены для α -

пинена, камфена, β -пинена, лимонена и линолоола.

Выводы

В исследованиях с тремя новыми сортами базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) Магия, Володар, Настена, одним сортом базилика тонкоцветного (*Ocimum*

tenuiflorum L.) Источник и тремя сортами иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) Лазурит, Розоцветковый и Завея изучены урожайность зеленой массы, содержание, компонентный и энантиомерный состав эфирных масел.

У растений базилика содержание эфирных масел в зеленой массе в

фазу цветения составило 0,57–0,83% при его сборе 138,5–314,6 кг/га и урожайности зеленой массы 2,43–3,79 кг/м². У растений иссопа лекарственного содержание эфирных масел в зеленой массе в фазу цветения оказалось 0,43–0,69% при его сборе 132,4–216,7 кг/га и урожайности зеленой массы 1,54–1,65 кг/.

У исследуемых сортов базилика отмечено до 20 различных компонентов, у сортов иссопа лекарственного – до 18 различных компонентов эфирных масел со своим характерным компонентным и энантиомерным составом, что позволяет использовать данные показатели для идентификации районированных сортов и в селекционном процессе.



Рис. 4. Базилик тонкоцветный, сорт Источник



Рис. 5. Иссоп лекарственный, сорт Завая

Об авторах:

Сачивко Т.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая Ботаническим садом

Коваленко Н.А. – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры физической, коллоидной и аналитической химии

Супиченко Г.Н. – кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры физической, коллоидной и аналитической химии

Босак В.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности

About the authors:

Sachyuka (Sachivko) T.V. – PhD (Agriculture), Associate professor, assistant professor, Head of the Botanical Garden

Kovalenko N.A. – PhD (Chemistry), Associate professor, assistant professor, the Department of the Physical, Colloid and Analytical Chemistry

Supichenko G.N. – PhD (Chemistry), assistant professor, the Department of the Physical, Colloid and Analytical Chemistry

Bosak V.N. – DSc (Agriculture), Professor, Head of the Department of Occupational Safety

● Литература

1. Антибактериальная активность эфирных масел иссопа лекарственного / Н.А. Коваленко, Т.И. Ахрамович, Г.Н. Супиченко, Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // Химия растительного сырья. – 2019. – № 1. – С. 191–199.
2. Войткевич, С.А. Целебные растения и эфирные масла / С.А. Войткевич. – Москва: Пищевая промышленность, 2002. – 172 с.
3. Государственный реестр сортов Республики Беларусь. – Минск, 2018. – 240 с.
4. Гуринович, Л.К. Эфирные масла / Л.К. Гуринович, Т.В. Пучкова. – Москва: Школа косметических химиков, 2005. – 192 с.
5. Исследование компонентного состава эфирного масла *Ocimum basilicum* L. из растительного сырья Республики Беларусь / Н.А. Коваленко, Г.Н. Супиченко, Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // Труды БГТУ: Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2014. – № 4. – С. 194–196.
6. Особенности агротехники и селекции базилика (*Ocimum* L.) / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак, Н.А. Коваленко, Г.Н. Супиченко. – Горки: БГСХА, 2015. – 28 с.
7. Сачивко, Т.В. Базилик: особенности селекции и возделывания / Т.В. Сачивко. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2015. – 128 с.
8. Скорина, В.В. Сравнительная оценка сортообразцов базилика по компонентному составу эфирного масла / В.В. Скорина, Т.В. Сачивко // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – Москва: РУДН, 2015. – С. 369–372.
9. Содержание и особенности компонентного состава эфирного масла базилика *Ocimum* L. / Т.В. Сачивко, Н.А. Коваленко, Г.Н. Супиченко, В.Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2015. – № 2. – С. 79–82.
10. Энантиомерный состав компонентов эфирных масел *Ocimum* L. / Т.В. Сачивко, Н.А. Коваленко, Г.Н. Супиченко, В.Н. Босак // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – № 1. – С. 164–171.
11. Davies, N.W. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases / N.W. Davies // Journal Chromatography. – 1990. – Vol. 503. – P. 1–24.
12. König, W.A. Enantioselective Gas Chromatography in Flavor and Fragrance Analysis: Strategies for the Identification of Known and Unknown Plant Volatiles / W.A. König, D.H. Hochmuth // Journal of Chromatographic Science. – 2004. – V.42. – P. 423–439.

● References

1. Kovalenko N.A., Ahramovich T.I., Supichenko G.N., Sachyuka T.V., Bosak V.N. Antibacterial activity of *Hyssopus officinalis* essential oils // *Khimiya Rastitel' nogo Syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 2019, Nr. 1, pp. 191–199. (in Russian)
2. Vojtkevich S.A. Tselebnye rastenija i efirnye masla [Medicinal plants and essential oils]. Moscow, 2002. 172 p. (in Russian).
3. Gosudarstvennyj reestr sortov Respubliki Belarus [State register of varieties of the Republic of Belarus]. Minsk, 2018. 240 p. (in Russian).
4. Gurinovich L.K., Puchkova T.V. Efirnye masla [Essential oils]. Moscow, 2005. 192 p. (in Russian).
5. Kovalenko N.A., Supichenko G.N., Sachyuka T.V., Bosak V.N. Component composition study of *Ocimum basilicum* L. essential oil from plant material of the Republic of Belarus // *Tруды БГТУ [Proceedings of BSTU]*, 2014, Nr. 4: Chemistry, organic substances technology and biotechnology, pp. 194–196 (in Russian).
6. Sachyuka T.V., Bosak V.N., Kovalenko N.A., Supichenko G.N. Osobennosti agrotehniki i selekcii bazilica (*Ocimum* L.) [Features of cultivation and selection of basil (*Ocimum* L.)]. Gorki, BSAA, 2015, 28 p. (in Russian).
7. Sachyuka T.V. Bazilik: osobennosti selekcii i vzdelyvaniya [Basil: features of selection and cultivation]. Saarbrücken, Lambert Academic Publishing, 2015, 128 p. (in Russian).
8. Skorina V.V., Sachyuka T.V. Comparative estimation of varieties of basil on component composition of essential oil // *Nowye i nertaditsionnye rastenija i perspektivy ikh ispolzovanija* [New and unconventional plants and prospects of their use]. Moscow, 2015, pp. 369–372 (in Russian).
9. Sachyuka T.V., Kovalenko N.A., Supichenko G.N., Bosak V.N. Keeping and characteristic components of essential oil of basil *Ocimum* L. // *Vestnik BGSXA* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], 2015, Nr. 2, pp. 79–82 (in Russian).
10. Sachyuka T.V., Kovalenko N.A., Supichenko G.N., Bosak V.N. Enantiomeric composition of essential oils *Ocimum* L. components // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2018, Nr. 1, pp. 164–171 (in Russian).
11. Davies N.W. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases // *Journal Chromatography*, 1990, vol. 503, pp. 1–24 (in English).
12. König W.A., Hochmuth D.H. Enantioselective Gas Chromatography in Flavor and Fragrance Analysis: Strategies for the Identification of Known and Unknown Plant Volatiles // *Journal of Chromatographic Science*, 2004, v.42, pp. 423–439 (in English).