DOI 10.21603/2074-9414-2018-1-164-171
УДК 547.913

# ЭНАНТИОМЕРНЫЙ СОСТАВ КОМПОНЕНТОВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ *OCIMUM* L.

**Т. В. Сачивко[1, *], Н. А. Коваленко[2], Г. Н. Супиченко[2], В. Н. Босак[1]**

*[1] УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 213407, Беларусь, г. Горки, ул. Мичурина, 5*

*[2] УО «Белорусский государственный технологический университет», 220006, Беларусь, г. Минск, ул. Свердлова, 13а*

**e-mail: sachyuka@rambler.ru*

*Дата поступления в редакцию: 10.01.2018*
*Дата принятия в печать: 16.03.2018*

*© Т. В. Сачивко, Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко, В. Н. Босак, 2018*

**Аннотация.** Базилик *Ocimum* L. относится к перспективным эфиромасличным и пряно-ароматическим культурам, зеленая масса и эфирные масла которого могут с успехом применяться в различных отраслях экономики, в том числе в пищевой промышленности. В 56 образцах базилика *Ocimum* L. различного эколого-географического происхождения определены содержание и сбор эфирных масел. В исследованиях с изучаемыми сортообразцами базилика установлено, что содержание эфирных масел у базилика различных видов (базилик обыкновенный – *Ocimum basilicum* L., базилик тонкоцветный – *Ocimum tenuiflorum* L., базилик килиманджарский – *Ocimum kilimandscharicum* Willd., базилик американский – *Ocimum canum* Sims.) составило 0,28–0,83 % при его сборе 24,0–314,6 кг/га и урожайности зеленой массы в фазу технологической спелости (массовое цветение) 0,51–5,08 кг/м$^2$. Методом газожидкостной хроматографии изучен компонентный и энантиомерный состав эфирных масел новых районированных сортов базилика *Ocimum* L. (Магия, Володар, Настена, Источник), созданных в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и внесенных в Государственный реестр сортов Республики Беларусь. В результате исследований установлено, что в образцах эфирных масел новых сортов базилика присутствует до 20 компонентов, основными из которых являются линалоол, метилхавикол, α- и β-пинены, α-терпинеол, эвгенол, гераниол, гераниаль, геранилацетат, тимол, нераль, карвон, карвакрол, лимонен и 1,8-цинеол. Энантиомеры представлены у компонентов эфирных масел α- и β-пинены, лимонен и линалоол.

**Ключевые слова.** Базилик, зеленая масса, эфирные масла, компонентный состав, энантиомерный состав

**Для цитирования:** Энантиомерный состав компонентов эфирных масел *Ocimum* L. / Т. В. Сачивко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 1. – С. 164–171. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-164-171.

# ENANTIOMERIC COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS *OCIMUM* L. COMPONENTS

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

*[1]Belarusian State Academy of Agriculture, 5, Michurina Str., Gorki, 213407, Belarus*

*[2]Belarusian State Technological University, 13a, Sverdlova Str., Minsk, 220006, Belarus*

**e-mail: sachyuka@rambler.ru*

*Received: 10.01.2018*
*Accepted: 16.03.2018*

*© T.V. Sachyuka, N.A. Kovalenko, G.N. Supichenko, V.N. Bosak, 2018*

**Abstract.** Basil *Ocimum* L. belongs to the perspective aromatic and essential-oil plants. Its green mass and essential oils can be successfully used in different sectors of economy including food industry. In 56 samples of basil *Ocimum* L. having different ecological and geographic origin the author determined the content and yield of essential oils. The study of the taken basil cultivars shows that the content of essential oils in different types of basil (sweet basil – *Ocimum basilicum* L., holy basil – *Ocimum tenuiflorum* L., camphor basil – *Ocimum kilimandscharicum* Willd., hoary basil – *Ocimum canum* Sims.) was 0.28–0.83% when its yield was 24.0–314.6 kg/ha and green mass yield during technological maturity phase (massive flowering) was 0.51–5.08 kg/m$^2$. By means of gas liquid chromatography method the author performed compositional and anantiometric analysis of the composition of the essential oils obtained from the new basil varieties such as *Ocimum* L. (Magiya, Volodar, Nastena, Istochnik), bred in Belorussian State Agricultural Academy and catalogued in the National Register of Cultivars in the Republic of Belarus. As a result of the research the author determined that essential oil samples obtained from the new basil cultivars have up to 20 components. The main components are linalool, methyl

chavicol, α- and β-pinenes, α-terpineol, eugenol, geraniol, geranial, geranyl acetate, thymol, neral, carvone, carvacrol, limonene and 1.8-cineol. Enantiomers are present in essential oil components α- and β-pinenes, limonene and linalool.

**Keywords.** Basil, green mass, essential oils, component composition, enantiomeric composition

**For citation:** Sachyuka T.V., Kovalenko N.A., Supichenko G.N., Bosak V.N. Enantiomeric Composition of Essential Oils *Ocimum* L. Components. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 1, pp. 164–171 (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-164-171.

**Введение**

В настоящее время возделывается около 15 эфирно-масличных культур (кориандр, тмин, фенхель, душица, мята перечная и др.), из которых вырабатываются эфирные масла около 40 наименований. Эфирные масла обладают широким спектром биологической активности, проявляя антимикробные, противовоспалительные, ранозаживляющие и иммуномодулирующие свойства [1–7].

В проявлении лечебных и потребительских свойств растительного сырья и эфирных масел значительную роль играет оптическая активность входящих в их состав веществ, поскольку оптические изомеры одного и того же вещества могут оказывать различное действие на организм, поэтому состав оптически активных изомеров является важнейшей характеристикой качества фитопрепаратов.

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 [8–11].

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

Лимонен, α- и β-пинены, линалоол относятся к наиболее распространенным терпеновым соединениям эфирных масел, для которых характерно свойство оптической изомерии. Энантиомеры этих веществ присутствуют в растениях в различных соотношениях, иногда со значительным преобладанием одной из форм, что может быть использовано для стандартизации и предотвращения фальсификации растительного сырья и фитопрепаратов на его основе.

Так, например, *R*-(-)-линалоол совместно с *R*-(-)-линалилацетатом может являться индикатором аутентичности масла из *Citrus bergamia*, используемого в качестве ароматизатора для чая Earl Grey. Преобладание 3*S*-(+)-линалоола характерно для листьев *Lippia alba* и *Cinnamomum tamala*, тогда как 3*R*-(-)-линалоол доминирует в эфирных маслах *Ocimum basilicum*. Оба энантиомера α-пинена широко распространены в природных источниках, хотя 1*R*-(+)-изомер часто преобладает; для β-пинена характерна индивидуальность в распределении изомеров. Таким образом, любое изменение в характерном распределении энантиомеров может быть связано с фальсификацией или неправильной переработкой растительного сырья [8, 11–14].

Базилик (*Ocimum* L.) является одной из наиболее перспективных эфиромасличных и пряно-ароматических культур.

Базилик широко применяется в различных отраслях экономики: в пищевой и медицинской отраслях, в парфюмерии, косметической и фармацевтической промышленности, в декоративном садоводстве [3, 15].

Вся надземная часть базилика отличается приятным запахом и нежным вкусом, благодаря чему он нашел широкое применение в кулинарии. По аромату базилик превосходит мяту, а его листья имеют слегка холодящий солоноватый горьковато-терпкий вкус и обладают ароматом, имеющим различные оттенки: гвоздичный, перечный, лимонный, анисовый и др. – всего известно около 40 типов ароматов базилика. Специфический аромат листьям придают эфирные масла, содержащие, в частности, вещества цинеол и линалоол.

В качестве пряности базилик используется в свежем, сухом и замороженном виде.

Свежие и высушенные листья и цветки базилика применяют в кулинарии при изготовлении различных национальных блюд в греческой, французской, итальянской и кавказской кухнях.

Как приправу базилик добавляют в салаты, мясные и рыбные блюда, в различные маринады, а также употребляют для ароматизации овощных консервов, солений и в колбасном производстве. В ликерно-водочной промышленности базилик используется в производстве ликеров, что вносит разнообразие во вкусовую гамму выпускаемых изделий.

Базилик является обязательным ингредиентом при изготовлении знаменитого итальянского соуса песто. Его используют для отдушки масел, уксуса, которые затем применяют для придания пикантного привкуса салатам и белым соусам.

Базилик входит в состав пряных смесей, заменяющих черный перец, а также в специальные ароматические композиции. Хорошо сочетается базилик с майораном, петрушкой, кориандром, мятой, эстрагоном, розмарином, чабером, имбирем, мятой, бергамотом, иссопом, вербеной, мандарином, геранью и др. [3, 15].

Базилик обладает дезинфицирующим свойством, противовоспалительным и тонизирующим действием, его эфирные масла обладают бактерицидным действием. В современной

медицине базилик используют для приготовления ароматических ванн, полосканий, в качестве мягчительного и противолихорадочного средства.

Базилик также можно использовать для оказания адресной экопротективной помощи населению в отдельных регионах. В качестве радиопротекторов чаще всего используется фиолетовая форма базилика.

Базилик обладает свойством предотвращать рост некоторых вредных для организма бактерий, что также связано с компонентным составом его эфирных масел. Экстракт базилика рекомендуется для консервирования продуктов питания, при этом добавление свежего или сушеного базилика в различные блюда придает им не только замечательный аромат, но и дополнительную антибактериальную защиту.

Базилик используется и в других сферах деятельности человека, в частности для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений, в т. ч. в качестве репеллента.

Используют базилик (*Ocimum* L.) также как медоносное и декоративное растение [3, 15].

Цель исследования – изучение энантиомерного состава компонентов эфирных масел новых районированных сортов базилика *Ocimum* L.

**Объекты и методы исследования**

Исследования проводили с 56 сортообразцами базилика различного эколого-географического происхождения в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Горки, Республика Беларусь) на окультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, подстилаемой лессовидным суглинком.

Почва опытного участка имела следующие агрохимические показатели: $pH_{KCl}$ – 6,5–6,8, содержание $P_2O_5$ (0,2 М HCl) – 390–410 мг/кг, $K_2O$ (0,2 М HCl) – 370–390 мг/кг почвы, гумуса (0,4 n $K_2Cr_2O_7$) – 2,9–3,1 % (индекс агрохимической окультуренности 1,0).

Почва пахотного горизонта характеризовалась нейтральной реакцией почвенной среды, повышенным и высоким содержанием гумуса, высоким содержанием подвижных соединений фосфора и калия и по своим агрохимическим показателям была весьма благоприятна для возделывания большинства сельскохозяйственных культур, в т. ч. и базилика (*Ocimum* L.) [3, 15].

В коллекцию входили четыре вида базилика: базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.), базилик тонкоцветный (*Ocimum tenuiflorum* L.), базилик килиманджарский (*Ocimum kilimandscharicum* Willd.), базилик американский (*Ocimum canum* Sims.).

Посев семян коллекционных сортообразцов базилика проводили во второй декаде апреля в зимней теплице. Сеянцы пикировали в фазе первого настоящего листа в кассеты с ячейками размером 65 см$^3$.

Посадку рассады на постоянное место осуществляли в третьей декаде мая в трехкратной повторности, размещение вариантов опыта – рендомизированное. Площадь опытной делянки составляла 1,25 м$^2$, учетной – 0,75 м$^2$. На делянке размещали по 10 растений, схема посадки – 50×25 см.

Перед посадкой рассады под культивацию вносили полное минеральное удобрение $N_{45}P_{60}K_{90}$ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий). Агротехника возделывания базилика – общепринятая для культуры [3, 15].

Эфирные масла у исследуемых сортообразцов базилика выделяли из измельченного свежесобранного растительного сырья, собранного в фазу технологической спелости (массовое цветение) методом гидродистилляции.

Исследование энантиомерного состава компонентов эфирных масел проводили в УО «Белорусский государственный технологический университет» у новых районированных сортов базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) Настена, Володар, Магия и базилика тонкоцветного (*Ocimum tenuiflorum* L.) Источник, созданных в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и внесенных в Государственный реестр сортов Республики Беларусь [3, 15–17].

Газохроматографический анализ образцов эфирных масел выполнен на хроматографе «Цвет–800» с пламенно-ионизационным детектором с использованием стеклянной капиллярной колонки длиной 30 м (DB-17) в режиме программирования температуры от изотермы при 80 °С в течение 1 мин с подъемом температуры со скоростью 3°/мин до 115 °С и подъемом температуры со скоростью 4°/мин до изотермы при 200 °С в течение 10 мин, при температуре испарителя и детектора 230 и 280 °С соответственно и линейной скорости газа-носителя азота 18,8 см/с. Временем удерживания несорбирующегося газа считали время выхода пика метана.

Идентификацию основных компонентов эфирных масел и их энантиомеров проводили путем сравнения рассчитанных значений GI с индексами стандартных веществ, а также с литературными данными. В качестве реперных компонентов для расчета обобщенных индексов удерживания (GI) использовали *н*-алканы $C_7H_{16}$–$C_{16}H_{34}$, индексы удерживания которых принимали равными 100*n* (индексы Ковача) [8, 10, 15, 18–20].

В условиях линейного градиента температуры расчет Gl основных компонентов эфирных масел проводили по формуле:

$$G1 = 100\left[\frac{[t'_{R(x)} + q\,\lg t'_{R(x)}] - [t'_{R(n)} + q\,\lg t'_{R(n)}]}{[t'_{R(n+1)} + q\,\lg t'_{R(n+1)}] - [t'_{R(n)} + q\,\lg t'_{R(n)}]} + n\right],$$

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

Таблица 1 – Содержание эфирных масел различных видов базилика

Table 1 – Essential oil content in different types of basil

| Показатели | Базилик обыкновенный | Базилик тонкоцветный | Базилик килиманджарский | Базилик американский |
|---|---|---|---|---|
| Эфирные масла, % | 0,28–0,83 | 0,61–0,67 | 0,31–0,37 | 0,28–0,34 |
| Сбор эфирных масел, кг/га | 24,0–314,6 | 133,1–232,4 | 76,7–154,5 | 49,3–101,6 |
| Урожайность зеленой массы, кг/м$^2$ | 0,51–4,31 | 2,07–3,63 | 2,52–5,08 | 1,69–3,48 |

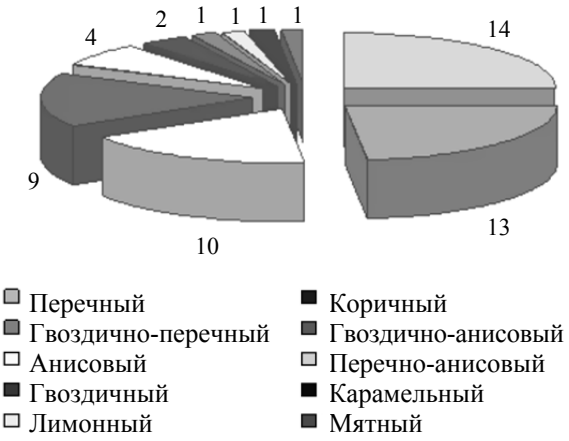


Рисунок 1 – Органолептическая оценка сортообразцов базилика

Figure 1 – Organoleptic evaluation of basil variety

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

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

Содержание компонентов вычисляли по площадям газохроматографических пиков методом внутренней нормализации без использования относительных поправочных коэффициентов по формуле:

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

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

**Результаты и их обсуждение**

Как показали результаты исследований, содержание эфирных масел у различных сортообразцов базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) составило 0,28–0,83 % при его сборе 24,0–314,6 кг/га, у базилика тонкоцветного (*Ocimum tenuiflorum* L.) – 0,61–0,67 % и 133,1–232,4 кг/га соответственно, у базилика килиманджарского (*Ocimum kilimandscharicum* Willd.) – 0,31–0,37 % и 76,7–154,5 кг/га, у базилика американского (*Ocimum canum* Sims.) – 0,28–0,34 % и 49,3–101,6 кг/га (табл. 1).

Урожайность зеленой массы в фазу технологической спелости (массовое цветение) у базилика обыкновенного составила 0,51–4,31 кг/м$^2$, у базилика тонкоцветного – 2,07–3,63, у базилика килиманджарского – 2,52–5,08, и у базилика американского – 1,69–3,48 кг/м$^2$.

Наибольшая вариабельность изучаемых показателей отмечена у базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.), что связано с большим количеством изучаемых сортообразцов данного вида базилика (2/3 всех представленных сортообразцов).

Важным показателем технологической оценки базилика является его аромат. Органолептическая оценка изучаемых сортообразцов базилика (свежесобранные листья) показала, что в них отмечено 10 различных ароматов, что свидетельствует о перспективности селекции на данный признак и широких возможностях применения данной культуры в пищевой промышленности (рис. 1).

Перечный аромат отмечен у 14 образцов базилика, гвоздично-перечный – у 13, анисовый – у 10, гвоздичный – у 9, лимонный – у 4, коричный – у 2 сортообразцов. Гвоздично-анисовым, перечно-анисовым, карамельным и мятным ароматом обладали по 1 сортообразцу.

Исследование компонентного состава эфирного масла у новых районированных сортов базилика в фазе массового цветения показало его значительные отличия в зависимости от изучаемого сорта (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2 – Компонентный состав эфирных масел различных сортов базилика, мас.%

Table 2 – Component composition of essential oils in different basil cultivars, mass %

| Показатели | 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 | – | – |
| (−)-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 |

Наибольшее содержание летучих веществ ((−)-α-пинен, (+)-α-пинен, камфен, (+)-β-пинен, (−)-β-пинен) отмечено у сортов базилика Володар и Источник (кроме компонента (−)-α-пинен, который у сорта Источник не обнаружен).

У сортов базилика Магия и Настена содержание в эфирном масле данных летучих компонентов находилось в пределах ниже чувствительности прибора (кроме (−)-β-пинена у сорта Настена, концентрация которого составила 0,12 мас.%).

Энантиомеры среди компонентов летучих веществ были представлены у сорта базилика Володар: (−)-α-пинен – 0,08 мас.%, (+)-α-пинен – 0,02 мас.%; (+)-β-пинен – 0,04 мас.%, (−)-β-пинен – 0,59 мас.%. У сорта базилика Источник энантиомеры отмечены для компонента β-пинен: (+)-β-пинен– 0,26 мас.%, (−)-β-пинен – 0,53 мас.%.

Энантиомеры компонентов эфирных масел лимонен и линалоол отмечены у сортов базилика Настена и Источник.

Содержание (−)-лимонена у сорта Настена составило 0,25 мас.%, сорта Источник – 0,29 мас.%; у сортов Магия и Володар данный компонент не обнаружен (как и компонент (+)-лимонен). Наибольшая концентрация (+)-лимонена отмечена у сорта Источник (27,0 мас.%); у сорта Настена она оказалась лишь 0,12 мас.%. У сорта Настена концентрация (−)-линалоола составила 7,75 мас.%, у сорта Источник – только 0,27 мас.%. По содержанию (+)-линалоола сорта Настена и Источник оказались близки – 0,22 % и 0,36 мас.% соответственно.

Максимальная концентрация компонента линалоол (без деления на энантиомеры (−)-линалоол и (+)-линалоол) обнаружена у сортов Магия и Володар (54,54 и 57,70 мас.%).

Компонент 1,8-цинеол отмечен в эфирных маслах сортов базилика Магия и Володар – 1,15 и 4,43 мас.% соответственно.

Содержание метилхавикола оказалось наибольшим у сортов Магия и Володар (25,26 и 27,24 мас.%). У сорта Источник содержание метилхавикола составило 13,47 мас.%, а у сорта Настена – только 1,34 мас.%.

По содержанию компонента (−)-α-терпинеол все исследуемые сорта оказались достаточно близки – 0,27–0,51 мас.%.

Высокая концентрация таких компонентов, как карвон, нераль, гераниаль, гераниол и геранилацетат, которые отвечают за аромат растения, отмечена у сорта Настена: 15,02; 18,08; 24,50; 13,73 и 2,98 мас.% соответственно. У остальных исследуемых сортов их содержание характеризовалось гораздо меньшими показателями: карвон – 0,02–0,15 мас.%, нераль – 0,04–0,24 мас.%, гераниаль – 0,12–1,05 мас.%, гераниол – 0,03–0,24 мас.%, геранилацетат – 0,26–1,12 мас.%.

Наибольшее содержание эвгенола (20,94 мас.%) и тимола (8,61 мас.%) отмечено у сорта Источник. У остальных сортов содержание эвгенола составило 0,56–1,26 мас.%, тимола – 0,09–0,48 мас.%.

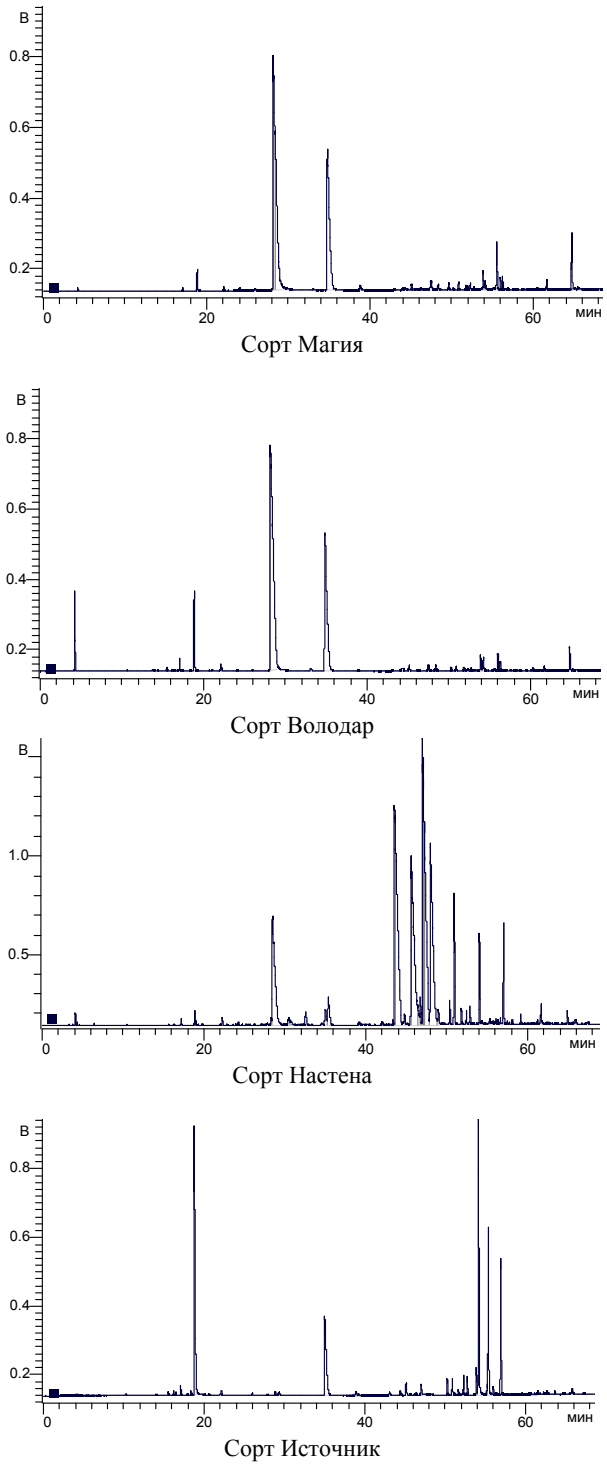


Рисунок 2 – Хроматограммы эфирных масел различных сортов базилика *Ocimum* L.

Figure 2 – Essential oils chromatograms for different cultivars of basil *Ocimum* L.

По содержанию карвакрола более всего выделялся сорт Настена (0,61 мас.%); у сорта Источник содержание карвакрола в эфирных маслах составило 0,16 мас.%, у сорта Магия – 0,09, и у сорта Володар – 0,02 мас.%.

Существенное влияние на количественный состав эфирных масел оказывает способ подготовки растительного сырья. Особенностью эфирного масла, полученного из воздушно-сухого сырья, является повышение доли монотерпенов и

их кислородсодержащих производных по сравнению с образцами из свежей фитомассы. Содержание монотерпеноидов повышается от 85 до 92 мас.%. Отмечено возрастание концентрации α- и β-пиненов. Наибольшие изменения касаются содержания линалоола. Его доля в образцах из сухого сырья возрастает на 10–15 мас.% при некотором снижении концентрации метилхавикола (с 26 до 22 мас.%) [8, 13].

Компонентный состав эфирных масел в значительной степени зависит также от длительности и условий хранения [8, 11, 13].

В исследованиях для выяснения изменений качественного и количественного состава эфирных масел *Ocimum basilicum* L. (сорт Магия) в процессе хранения образец эфирных масел из сухого растительного сырья был выдержан при комнатной температуре в течение 6 месяцев (табл. 3).

В результате исследований отмечено, что после шестимесячного хранения в образце эфирных масел уменьшилось содержание 1,8-цинеола (с 1,2 до 0,9 мас.%) и метилхавикола (с 25,3 до 24,1 мас.%) при увеличении содержания линалоола с 54,5 до 56,5 мас.%.

Таким образом, исследование компонентного и энантиомерного состава эфирного масла базилика *Ocimum* L. показало, что в образцах содержится до 20 различных компонентов, основными из которых являются линалоол, метилхавикол, α- и β-пинены, α-терпинеол, эвгенол, гераниол, гераниаль, геранилацетат, тимол, нераль, карвон и карвакрол.

Энантиомеры представлены у компонентов эфирных масел *Ocimum* L. α- и β-пинены, лимонен и линалоол.

Общее содержание эфирных масел в сортообразцах базилика различных видов составило 0,28–0,83 % при его сборе 24,0–314,6 кг/га и урожайности зеленой массы 0,51–5,08 кг/м$^2$.

Таблица 3 – Динамика содержания основных компонентов эфирных масел *Ocimum basilicum* L.

Table 3 – Dynamics of the main components content in essential oils *Ocimum basilicum* L.

| Соединение | Исходный образец | Конечный образец |
|---|---|---|
| 1,8-цинеол | 1,2 | 0,9 |
| (–)-линалоол | 54,5 | 56,5 |
| Метилхавикол | 25,3 | 24,1 |

**Список литературы**


1. Войткевич, С. А. Целебные растения и эфирные масла / С. А. Войткевич. – М. : Пищевая промышленность, 2002. – 172 с.

2. Гуринович, Л. К. Эфирные масла / Л. К. Гуринович, Т. В. Пучкова. – М. : Школа косметических химиков, 2005. – 192 с.

3. Сачивко, Т. В. Базилик: особенности селекции и возделывания / Т. В. Сачивко. – Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2015. – 128 с.

4. Evaluation agronomique et chimique de differentes especes d'origan / X. Simonnet [et al.] // Revue Suisse de Viticulture et Arboriculture. – 2011. – Vol. 43, № 6. – P. 344–349.

5. Ghazi, S. Single and combined effects of vitamin C and oregano essential oil in diet, on growth performance, and blood parameters of broiler chicks reared under heat stress condition / S. Ghazi, T. Amjadian, S. Norouzi // International Journal of Biometeorology. – 2015. – Vol. 59. – P. 1019–1024. DOI: 10.1007/s00484-014-0915-4.

6. Ninou, E. Essential oil responses to water stress in greek oregano populations / E. Ninou, J. Mylonas, K. Paschalidis // Journal of Essential Oil Bearing Plants. – 2017. – Vol. 20. – P. 12–23. DOI: 10.1080/0972060X.2016.1264278.

7. The effects of organic and conventional cultivation systems on the content of bioactive substances in herbal plants / R. Kazimierczak [et al.] // Vegetable crops research bulletin. – 2011. – Vol. 75. – P. 133–144.

8. Исследование компонентного состава эфирного масла *Ocimum basilicum* L. из растительного сырья Республики Беларусь / Н. А. Коваленко [и др.] // Труды БГТУ: Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2014. – № 4. – С. 194–196.

9. 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. – М. : РУДН, 2015. – С. 369–372.

10. Содержание и особенности компонентного состава эфирного масла базилика *Ocimum* L. / Т. В. Сачивко [и др.] // Вестник БГСХА. – 2015. – № 2. – С. 79–82.

11. Христова, Ю. П. Исследование компонентного состава эфирных масел представителей рода *Ocimum* L. в условиях Южного берега Крыма / Ю. П. Христова // Труды Никитского ботанического сада. – 2011. – Т. 133. – С. 236–248.

12. Ткачев, А. В. Хироспецифический анализ летучих растительных веществ / А. В. Ткачев // Успехи химии. – 2007. – Т. 76, вып. 10. – С. 1014–1032. DOI: 10.1070/RC2007v076n10ABEH003728.

13. Энантиомерный состав некоторых компонентов эфирного масла плодов *Coriandrum sativum (Apiaceae)* / Н. А. Коваленко [и др.] // Растительные ресурсы. – 2011. – Вып. 2. – С. 91–97.

14. Lee, S. J. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thimus vulgaris* L.) and their antioxidant properties / S. J. Lee, K. Umano, T. Shibamoto // Food Chemistry. – 2005. – Vol. 91. – P. 131–137.

15. Особенности агротехники и селекции базилика (*Ocimum* L.) / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки : БГСХА, 2015. – 28 с.

16. Государственный реестр сортов Республики Беларусь. – Минск : Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2017. – 225 с.

17. Сачивко, Т. В. Особенности коллекции пряно-ароматических растений в ботаническом саду / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Труды БГТУ: Лесное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 206–210.

18. 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.

19. Konig, W. A. Enantioselective Gas Chromatography in Flavor and Fragrance Analysis: Strategies for the Identification of Known and Unknown Plant Volatiles / W. A. Konig, D. H. Hochmuth // Journal of Chromatographic Science. – 2004. – Vol. 42. – P. 423–439.

20. Usman, L. A. Comparative studies of constituents and antibacterial activities of leaf and fruit essential oil of *Ocimum basilicum* grown in north central Negeria / L. A. Usman, R. O. Ismaeel, M. F. Zubair // Journal of Chemistry and Biochemistry Science. – 2013. – Vol. 3. – P. 47–52.

**References**

1. Voytkevich S.A. *Tselebnye rasteniya i efirnye masla* [Medicinal plants and essential oils]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' Publ., 2002. 172 p.

2. Gurinovich L.K., Puchkova T.V. *Efirnye masla* [Essential oils]. Moscow: Shkola kosmeticheskikh khimikov Publ., 2005. 192 p.

3. Sachyuka T.V. *Bazilik: osobennosti selektsii i vozdelyvaniya* [Basil: features of selection and cultivation]. Saarbruecken: Lambert Academic Publishing, 2015. 128 p.

4. Simonnet X., Quennoz M., Bellenot D., Pasquier B. Evaluation agronomique et chimique de differentes especes d'origan. *Revue Suisse de Viticulture et Arboriculture*, 2011, vol. 43, no. 6, pp. 344–349 (in French).

5. Ghazi S., Amjadian T., Norouzi S. Single and combined effects of vitamin C and oregano essential oil in diet, on growth performance, and blood parameters of broiler chicks reared under heat stress condition. *International Journal of Biometeorology*, 2015, vol. 59, pp. 1019–1024. DOI: 10.1007/s00484-014-0915-4.

6. Ninou E., Mylonas J., Paschalidis K. Essential oil responses to water stress in greek oregano populations. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 2017, vol. 20, pp. 12–23. DOI: 10.1080/0972060X.2016.1264278.

7. Kazimierczak R., Hallmann E., Kazimierczyk M., Sokolowska O. The effects of organic and conventional cultivation systems on the content of bioactive substances in herbal plants. *Vegetable crops research bulletin*, 2011, vol. 75, pp. 133–144.

8. 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. *Trudy BGTU: Khimiya, tekhnologiya organicheskikh veshchestv i biotekhnologiya.* [Proceedings of BSTU: Chemistry, organic substances technology and biotechnology], 2014, no. 4, pp. 194–196.

9. Skorina V.V., Sachyuka T.V. Sravnitel'naya otsenka sortoobraztsov bazilika po komponentnomu sostavu efirnogo masla [Comparative estimation of varieties of basil on component composition of essential oil]. *Novye i netraditsionnye rasteniya i perspektivy ikh ispol'zovaniya* [New and unconventional plants and prospects of their use]. Moscow: RUDN University Publ., 2015, pp. 369–372.

10. Sachyuka T.V., Kovalenko N.A., Supichenko G.N., Bosak V.N. Soderzhanie i osobennosti komponentnogo sostava efirnogo masla bazilika *Ocimum* L. [Keeping and characteristic components of essential oil of basil *Ocimum* L.]. *Vestnik BGSHA* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], 2015, no. 2, pp. 79–82.

11. Khristova J.P. Issledovanie komponentnogo sostava efirnykh masel predstaviteley roda *Ocimum* L. v usloviyakh Yuzhnogo berega Kryma [Research of component composition of essential oils of the representatives of the genus *Ocimum* L. under the southern coast of Crimea]. *Trudy Nikitskogo botanicheskogo sada* [Proceedings of the Nikitsky Botanical Garden], 2011, vol. 133, pp. 236–248.

12. Tkachev A.V. Khirospetsificheskiy analiz letuchikh rastitel'nykh veshchestv [Hirospecifical analysis of volatile plant substances]. *Uspekhi khimii* [Chemistry successes], 2007, vol. 76, no. 10, pp. 1014–1032. DOI: 10.1070/RC2007v076n10ABEH003728.

13. Kovalenko N.A., Supichenko G.N., Leontev V.N., Shutova A.G. Enantiomernyy sostav nekotorykh komponentov efirnogo masla plodov *Coriandrum sativum* (*Apiaceae*) [Enantiomeric composition of some components of the essential oil of fruit *Coriandrum sativum* (*Apiaceae*)]. *Rastirelnye resursy* [Plant Resources], 2011, no. 2, pp. 91–97.

14. Lee S.J., Umano K., Shibamoto T. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thimus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry,* 2005, vol. 91, pp. 131–137.

15. Sachyuka T.V., Bosak V.N., Kovalenko N.A., Supichenko G.N. *Osobennosti agrotekhniki i selektsii bazilika (Ocimum L.)* [Features of cultivation and selection of basil (*Ocimum* L.)]. Gorki: BSAA Publ., 2015. 28 p.

16. *Gosudarstvennyj reestr sortov Respubliki Belarus* [State register of varieties of the Republic of Belarus]. Minsk: Ministerstvo sel''skogo khozyaystva i prodovol''stviya Respubliki Belarus Publ., 2017. 225 p.

17. Sachyuka T.V., Bosak V.N. Osobennosti kollektsii pryano-aromaticheskikh rasteniy v botanicheskom sadu [Features of collection of spicy-aromatic plants in the botanical garden]. *Trudy BGTU: Lesnoe khozyaystvo* [Proceedings of BSTU: Forestry], 2016, no. 1, pp. 206–210.

18. 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.

19. Konig 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, vol. 42, pp. 423–439.

20. Usman L.A., Ismaeel R.O., Zubair M.F. Comparative studies of constituents and antibacterial activities of leaf and fruit essential oil of *Ocimum basilicum* grown in north central Negeria. *Journal of Chemistry and Biochemistry Science*, 2013, vol. 3, pp. 47–52.

**Сачивко Татьяна Владимировна**
канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 213407, Беларусь, г. Горки, ул. Мичурина, 5, тел.: +375-33-6935025, e-mail: sachyuka@rambler.ru

**Коваленко Наталья Александровна**
канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры физической, коллоидной и аналитической химии, УО «Белорусский государственный технологический университет», 220006, Беларусь, г. Минск, ул. Свердлова, 13а

**Супиченко Галина Николаевна**
канд. хим. наук, старший преподаватель кафедры физической, коллоидной и аналитической химии, УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь, 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а

**Босак Виктор Николаевич**
д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Беларусь, 213407, г. Горки, ул. Мичурина, 5, тел.: +375-29-7049512, e-mail: bosak1@tut.by

**Tatsiana V. Sachyuka**
Cand.Sci.(Agr.), Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Agricultural Biotechnology, Ecology and Radiology, Belarusian State Academy of Agriculture, 5, Michurina Str., Gorki, 213407, Belarus, phone: +375-33-6935025, e-mail: sachyuka@rambler.ru

**Nataliya A. Kovalenko**
Cand.Sci.(Chem.), Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Physical, Colloid and Analytical Chemistry, Belarusian State Academy of Agriculture, 13a, Sverdlova Str., Minsk, 220006, Belarus

**Galina N. Supichenko**
Cand.Sci.(Chem.), Senior Lecturer of the Department of Physical, Colloid and Analytical Chemistry, Belarusian State Technological University, 13a, Sverdlova Str., Minsk, 220006 Belarus

**Viktar N. Bosak**
Dr.Sci.(Agr.), Professor, Head of the Department of Occupational Safety, Belarusian State Academy of Agriculture, 5, Michurina Str., Gorki, 213407, Belarus, phone: +375-29-7049512, e-mail: bosak1@tut.by