

УДК 633.8:635.7

КОМПОНЕНТНЫЙ И ЭНАНТИОМЕРНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Т. В. Сачивко¹, Н. А. Коваленко², Г. Н. Супиченко², В. Н. Босак¹,
М. В. Наумов¹

¹ – УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213407, г. Горки,
ул. Мичурина, 5);

² – УО «Белорусский государственный технологический университет»
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220006, г.
Минск, ул. Свердлова 13а)

Ключевые слова: душица обыкновенная, эфирные масла, компонентный и энантиомерный состав, зеленая масса.

Аннотация. Зеленая масса и эфирные масла душицы обыкновенной (*Origanum vulgare L.*) широко используются в парфюмерии, косметической и пищевой промышленности, традиционной и народной медицине.

В совместных исследованиях УО «БГСХА» и УО «БГТУ» изучены урожайность и содержание эфирных масел новых районированных сортов душицы обыкновенной. Методом энантиоселективной газовой хроматографии определен компонентный и энантиомерный состав эфирных масел исследуемых сортов *Origanum vulgare L.* В результате исследований установлено, что каждый сорт имеет свой характерный компонентный и энантиомерный состав эфирных масел. Особенности компонентного и энантиомерного состава эфирных масел позволяют идентифицировать уже созданные сорта душицы обыкновенной, а также проводить их селекцию для создания сортов с определенными свойствами.

COMPONENT COMPOSITION AND ENANTIOMERS OF ESSENTIAL OILS OF OREGANO

Т. У. Sachyuka¹, N. A. Kovalenko², G. N. Supichenko², V. M. Bosak¹,
M. V. Naumov¹

¹ – EI «Belarusian state agricultural academy»
Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki,
5 Michurina st.);

² – EI «Belarusian state technological university»
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220006, Minsk,
13a Sverdlova str.)

Key words: oregano, essential oils, component composition, enantiomers, green mass.

Summary. *Green mass of oregano (Origanum vulgare L.) and their essential oils are widely used in perfumery, cosmetic and food industries, traditional and folk medicine.*

In the studies of the Belarusian State Agricultural Academy and the Belarusian State Technological University, the yield and content of essential oils of new varieties of oregano 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 features of the component and enantiomeric composition of essential oils allow identifying the already created varieties of oregano, as well as carrying out their selection to create varieties with certain properties.

(Поступила в редакцию 29.05.2020 г.)

Введение. Душица обыкновенная (*Origanum vulgare L.*) относится к семейству Яснотковые (*Lamiaceae*) и является одной из основных эфирномасличных и пряноароматических культур [7, 8, 10-16, 19, 20].

Душица обыкновенная содержит эфирные масла, дубильные вещества, аскорбиновую кислоту, макро- и микроэлементы.

В пищу в качестве пряной приправы употребляют как свежие, так и сухие листья и соцветия. В кулинарии применение находят в основном сушеные листья верхней трети растения. Сушеная или свежая трава – один из компонентов пряности «орегано». Душицу используют при солении огурцов, томатов, грибов. Она хорошо сочетается с черным перцем, базиликом, розмарином, майораном.

В парфюмерно-косметической промышленности эфирные масла используют для ароматизации туалетного мыла, одеколонов, зубных паст и помад. Эфирные масла душицы применяют при изготовлении ликеров и наливок, а также в пивоваренном производстве.

Душица и ее эфирные масла используются в традиционной и народной медицине в составе грудных, потогонных и ветрогонных сборов, при простудных и других заболеваниях органов дыхания, в качестве противовоспалительного, отхаркивающего, стимулирующего и укрепляющего средства.

Душицу также выращивают как декоративное растение. Она является хорошим нектароносом.

Важнейшей качественным показателем душицы обыкновенной, как и других пряноароматических культур, является содержание и сбор эфирных масел, а также их компонентный и энантиомерный состав [1, 2, 4-6, 17].

Особенности компонентного и энантиомерного состава эфирных масел позволяют идентифицировать уже созданные сорта эфирномас-

личных культур, в т. ч. и душицы обыкновенной, 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 [4].

В Государственный реестр сортов Республики Беларусь в настоящее время внесено 4 сорта душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.), рекомендуемых для товарного производства и приусадебного возделывания: Грета (2002 г.), Мрия (2013 г.), Розовая фея (2014 г.), Завіруха (2019 г.) (сорт Завіруха создан в Ботаническом саду УО «БГСХА»). Сорт Аксаміт (создан в Ботаническом саду УО «БГСХА») передан в ГСИ [3, 9, 15].

Цель исследования – изучить компонентный и энантиомерный состав эфирных масел различных сортов душицы обыкновенной.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению компонентного и энантиомерного состава эфирных масел проводили с новыми сортами душицы обыкновенной (Розовая фея, Завіруха, Аксаміт) в совместных исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и УО «Белорусский государственный технологический университет» на протяжении 2018-2020 гг.

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

Газохроматографический анализ образцов эфирных масел выполнен на хроматографе «Цвет-800», оснащенном пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой НР-5 30 м × 0,32 мм × 0,25 мкм 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 газаносителя 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 G_I основных компонентов эфирных масел проводили по формуле:

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

где $t'_{R(x)}$, $t'_{R(n)}$, $t'_{R(n+1)}$ – приведенные времена удерживания анализируемого компонента, 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:

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

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

Все измерения проводились в четырехкратной повторности. Для статистической обработки результатов пользовались пакетом программ Excel [4, 5, 17, 18, 21].

Результаты исследований и их обсуждение. Как показали результаты исследования, урожайность зеленой массы изучаемых сортов душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) составила 170-185 ц/га при содержании эфирных масел в свежем растительном сырье 0,51-0,57 % (таблица 1).

Таблица 1 – Основные показатели продуктивности сортов *Origanum vulgare* L.

Признак	Сорт Розовая фея	Сорт Аксаміт	Сорт Завіруха
Окраска венчика	розовая	бордовая	белая
Урожайность зеленой массы, ц/га	170-180	180-185	180-185
Выход эфирного масла, % (свежее растительное сырье)	0,51	0,57	0,54

Исследование компонентного и энантиомерного состава эфирных масел у новых сортов душицы обыкновенной в фазе массового цветения (воздушно-сухое растительное сырье) показало его определенные отличия в зависимости от изучаемого сорта (таблица 2, рисунок).

Таблица 2 – Компонентный и энантиомерный состав эфирных масел различных сортов душицы обыкновенной, масс. %

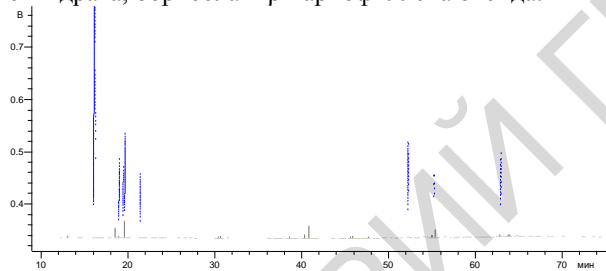
Соединение	Сорт Розовая фея	Сорт Аксаміт	Сорт Завіруха
α -туйен	0,48	0,31	0,16
(-)- α -пинен	0,14	0,15	0,15
(+)- α -пинен	0,40	0,25	0,22
камфен	<0,1	<0,01	0,57
сабинен	22,02	17,40	16,13
(+)- β -пинен	0,74	0,75	0,89
(-)- β -пинен	0,29	0,42	0,26
α -терпинен	2,05	2,29	1,06
(-)-лимонен	3,95	6,27	6,22
(+)-лимонен	4,10	5,57	4,97
(Z)- β -оцимен	6,50	5,72	5,50
(E)- β -оцимен	0,67	0,73	1,01
γ -терпинен	4,36	4,39	1,66
cis-сабиненгидрат	0,88	0,86	0,40
trans-сабиненгидрат	2,68	2,45	1,99
борнеол	2,90	1,55	1,54
терпинен-4-ол	4,47	4,51	0,42
α -терпинеол	<0,01	0,45	1,94
β -кариофиллен	6,42	8,30	9,40
α -гумулен	1,05	1,62	1,57
гермакрен D	4,35	4,13	6,68
бициклогермакрен	1,86	1,90	1,25
β -кариофиллен оксид	5,31	4,19	4,51

Среди 23 обнаруженных компонентов наибольшее содержание у исследуемых сортов душицы обыкновенной отмечено для сабинена (16,13-22,02 масс. %) с несколько большими показателями у сорта с розовой окраской венчика (Розовая фея).

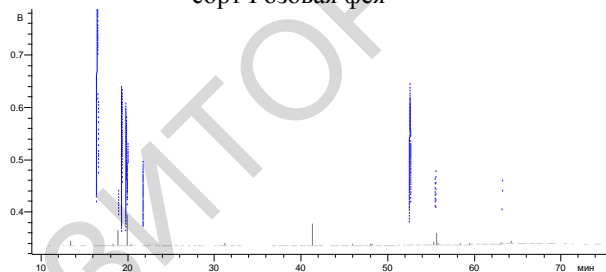
Достаточно высокие показатели, близкие по своим значениям у всех исследуемых сортов душицы обыкновенной, получены для β -кариофиллена (6,42-9,40 масс. %), (Z)- β -оцимена (5,50-6,50 масс. %),

(-)-лимонена (3,95-6,27 масс. %), (+)-лимонена (4,10-5,57 масс. %), β -кариофиллена оксида (4,19-5,31 масс. %), гермакрена D (4,13-6,68 масс. %), trans-сабиненгидрата (1,99-2,68 масс. %), борнеола (1,54-2,90 масс. %), α -терпинена (1,06-2,29 масс. %), бициклогермакрена (1,25-1,90 масс. %) и α -гумулена (1,05-1,62 масс. %).

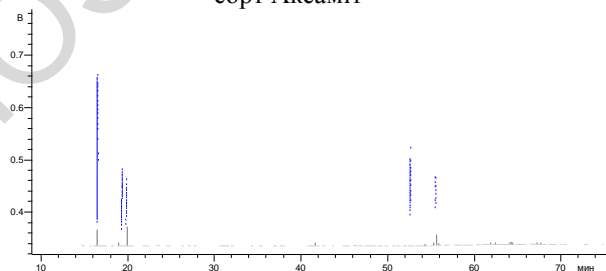
У сорта с розовой окраской венчика (Розовая фея) наряду с сабиноном, наибольшее содержание среди исследуемых сортов душицы обыкновенной отмечено для α -туйена, (+)- α -пинена, (Z)- β -оцимена, trans-сабиненгидрата, борнеола и β -кариофиллена оксида.



сорт Розовая фея



сорт Аксаміт



сорт Завіруха

Рисунок – Хроматограммы эфирных масел различных сортов *Origanum vulgare* L.

У сорта с бордовой окраской венчика (Аксаміт) наибольшее содержание компонентов получено для (-)-β-пинена, α-терпинена, (-)-лимонена и (+)-лимонена.

У сорта с белой окраской венчика (Завіруха) наибольшее содержание компонентов отмечено для камфена, (+)-β-пинена, (E)-β-оцимена, α-терпинеола и гермакрена D.

Энантиомеры у изучаемых сортов душицы обыкновенной выявлены для α-пинена, β-пинена и лимонена.

Заключение. Урожайность зеленой массы новых сортов душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) Розовая фея, Аксаміт и Завіруха (сорта Аксаміт и Завіруха созданы в Ботаническом саду УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия») составляет 170-185 ц/га при содержании эфирных масел 0,51-0,57 %.

Эфирные масла изучаемых сортов душицы обыкновенной содержат более 23 компонентов, основными из которых являются сабинен, β-кариофиллен, (Z)-β-оцимен, (-)-лимонен, (+)-лимонен, β-кариофиллен оксид, гермакрен D, trans-сабиненгидрат, борнеол, α-терпинен, бициклогермакрен и α-гумулен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антибактериальная активность эфирных масел иссопа лекарственного / Н. А. Коваленко [и др.] // Химия растительного сырья. – 2019. – № 1. – С. 191-199.
2. Биохимический состав семян *Nigella sativa* L., выращенных в условиях Беларуси / А. Л. Исакова [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2019. – Т. 64, № 4. – С. 440-447.
3. Государственный реестр сортов Республики Беларусь / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2019. – 272 с.
4. Использование показателей компонентного состава эфирных масел для идентификации сорта / Т. В. Сачивко [и др.] // Овощи России. – 2019. – № 3. – С. 68-73.
5. Компонентный и энантиомерный состав эфирных масел иссопа лекарственного / Т. В. Сачивко [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2019. – Т. 45. – С. 136-143.
6. Компонентный состав и антимикробные свойства эфирного масла иссопа лекарственного (*Hissopus officinalis*) / Н. А. Коваленко [и др.] // Перспективы лекарственного растениеводства. – Москва: ВНИИЛАР, 2018. – С. 591-595.
7. Коротких, И. Н. Ценные морфотипы душицы / И. Н. Коротких, Ф. М. Хазиева, С. А. Тоцкая // Картофель и овощи. – 2015. – № 4. – С. 24-25.
8. Маланкина, Е. Л. Лекарственные и эфирномасличные культуры / Е. Л. Маланкина, А. Н. Цицилин. – Москва: Инфра-М, 2016. – 367 с.
9. Моисеев, В. П. Генофонд хозяйственно полезных растений Белорусской государственной сельскохозяйственной академии / В. П. Моисеев, Т. В. Сачивко // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 6 (приложение). – С. 44-45.
10. Найда, Н. М. Онтогенетические и анатомические особенности душицы обыкновенной в условиях культуры / Н. М. Найда // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. – 2015. – № 40. – С. 11-17.
11. Особенности биохимического состава пряно-ароматических, зеленных и декоративных культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник БГСХА. – 2018. – № 3. – С. 93-96.

12. Позняк, А. В. Зеленные и пряно-ароматические культуры / А. В. Позняк, А. П. Шатковский. – Киев: Юнивест Медиа, 2014. – 95 с.
13. Сачивко, Т. В. Особенности накопления эфирных масел малораспространенными видами пряно-ароматических культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Развитие и внедрение современных наукоёмких технологий для модернизации агропромышленного комплекса. – Курган, 2020. – С. 124-127.
14. Сачивко, Т. В. Оценка сортов душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) по основным хозяйственно полезным признакам / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, М. В. Наумов // Овощеводство. – 2019 – Т. 27. – С. 189-194.
15. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур: рекомендации / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.
16. Шкляр, А. П. Пряноароматические и лекарственные культуры в Беларуси (инновации, технологии, экономика и организация производства) / А. П. Шкляр. – Минск: БГАТУ, 2014. – 200 с.
17. Энантиомерный состав компонентов эфирных масел *Ocimum* L. / Т. В. Сачивко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – № 1. – С. 164-171.
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. Evaluation agronomique et chimique de differentes especes d'origan / X. Simonnet [et al.] // *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* – 2011. – Vol, 43, Nr. 6. – P. 344-349.
20. Growth, essential oil characterization, and antimicrobial activity of three wild biotypes of oregano under cultivation condition in Southern Italy / E. De Falco [et al.] // *Industrial crops and products*. – 2014. – Nr. 62. – P. 242-249.
21. 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.

УДК 631.811.98:633.112.9"324"

ВЛИЯНИЕ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА БИОПРОДУКТИН НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ, ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОСЕВОВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

**А. В. Свиридов¹, Э. И. Коломиец², О. Ч. Коженевский¹,
М. Н. Мандрик², А. А. Дудук¹, Е. Ю. Шмыга²**

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220141,
г. Минск, ул. Купревича, 2; e-mail: microbio@mbio.bas-net.by)

Ключевые слова: озимое тритикале, микробный препарат Биопродуктин, биологическая активность, фитосанитарное состояние, продуктивность посевов.