

УДК 633.8:635.7

КОМПОНЕНТНЫЙ И ЭНАНТИОМЕРНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ИССОПА ЛЕКАРСТВЕННОГО

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

¹ – Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
г. Горки, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 213407, г. Горки, ул. Мичурина 5);

² – Белорусский государственный технологический университет
г. Минск, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а)

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

Аннотация. Зеленая масса и эфирные масла иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) широко используются в парфюмерии, косметической и пищевой промышленности, традиционной и народной медицине.

В исследованиях изучены урожайность и содержание эфирных масел новых районированных сортов иссопа лекарственного. Методом энантиоселективной газовой хроматографии определен компонентный и энантиомерный состав эфирных масел исследуемых сортов *Hyssopus officinalis* 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 иссопа лекарственного, а также проводить их селекцию для создания сортов с определенными свойствами.

COMPONENT COMPOSITION AND ENANTIOMERS OF ESSENTIOL OILS OF HYSSOP

T. U. Sachyuka¹, N. A. Kovalenko², G. N. Supichenko², V. M. Bosak¹

¹ – Belarusian State Agricultural Academy

Gorki, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, 213407, Gorki, 5 Michurina str.);

² – Belarusian State Technological University

Minsk, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, 220006, Minsk, 13a Sverdlova str.)

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

Summary. Green mass of hyssop (*Hyssopus officinalis* 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 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 features of the component and enantiomeric composition of essential oils allow identifying the already created varieties of hyssop, as well as carrying out their selection to create varieties with certain properties.

(Поступила в редакцию 03.06.2019 г.)

Введение. Иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.) относится к семейству Яснотковые (*Lamiaceae*) и является одной из основных эфирномасличных и пряноароматических культур [3, 5-8, 11, 14].

В листьях и цветках иссопа лекарственного содержатся эфирные масла, тритерпеновые кислоты (урсоловая и олеаноловая), флавоноиды (диосмин, исопин, гесперидин), дубильные и горькие вещества, смолы, камедь, витамины В₁, В₂ и С, макро- и микроэлементы.

Иссоп лекарственный применяют в традиционной и народной медицине (противовоспалительное, антимикробное, противоопухолевое, гепатопротекторное и иммуностимулирующее действие), в фармацевтической, парфюмерной, косметической, пищевой и ликероводочной промышленности (эфирные масла), в качестве пряной приправы в кулинарии, медоносного и декоративного растения [1, 2, 7, 8, 12].

Важнейшим качественным показателем иссопа лекарственного является содержание эфирных масел, а также их компонентный и энантиомерный состав. В этой связи особый интерес представляют методы определения данных показателей.

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 [1, 9, 10, 13].

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 эфирномасличных культур, в т. ч. иссопа лекарственного, 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 [9].

В Государственный реестр сортов Республики Беларусь в настоящее время внесено 5 сортов иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.), рекомендуемых для товарного производства и приусадебного возделывания: Лазурит (2002 г.), Веселин (2013 г.), Синецветковый (2014 г.), Розоцветковый (2014 г.), Завея (2017 г.) (сорт Завея создан в Ботаническом саду УО «БГСХА») [4, 7, 8].

Цель исследования – изучить компонентный и энантиомерный состав эфирных масел различных сортов иссопа лекарственного.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению компонентного и энантиомерного состава эфирных масел проводили с новыми районированными сортами иссопа лекарственного (Лазурит, Розоцветковый, Завея) в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и УО «Белорусский государственный технологический университет» на протяжении 2016-2018 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 30м×0,32мм×0,25 мкм в режиме программирования температуры от изотермы при 80°C в течение 1 мин с подъемом температуры со скоростью 3 °/мин до 115°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 газоносителя 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 G1 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 4-кратной повторности. Для статистической обработки результатов пользовались пакетом программ Excel 2007 [1, 10, 13].

Результаты исследований и их обсуждение. Как показали результаты исследования, урожайность зеленой массы изучаемых сортов иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) составила 150-170 ц/га (таблица 1).

Таблица 1 – Основные показатели продуктивности сортов *Hyssopus officinalis* L.

Признак	Сорт Лазурит	Сорт Розоцветковый	Сорт Завея
Окраска венчика	фиолетовая	розовая	белая
Урожайность зеленой массы, ц/га	150-160	160-170	150-160
Выход эфирного масла, % (воздушно-сухое растительное сырье)	0,43	0,48	0,69
Выход эфирного масла, % (свежее растительное сырье)	0,31	0,30	0,46

Наибольшее содержание эфирных масел отмечено в зеленой массе белоцветкового сорта иссопа лекарственного Завея: в воздушно-сухом растительном сырье выход эфирного масла составил 0,69%, в свежем растительном сырье – 0,46%.

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

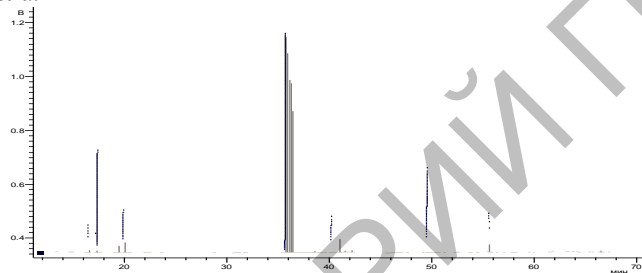
Таблица 2 – Компонентный и энантиомерный состав эфирных масел различных сортов иссопа лекарственного, масс. %

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	0,2
эвгенол	1,6	2,1	0,8

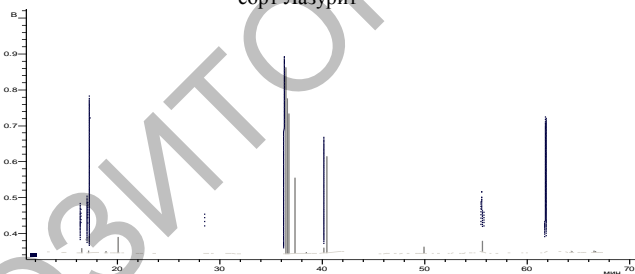
У исследуемых сортов иссопа лекарственного Лазурит, Розоцветковый и Завея отмечено до 18 различных компонентов, преобладающим из которых является пинокамфон. При этом концентрация транс-

пинокамфона в эфирных маслах растений с фиолетовой окраской венчика (сорт Лазурит) оказалась существенно выше, чем у растений с розовой (сорт Розоцветковый) и белой (сорт Завея) окраской венчика: сорт Лазурит – 69,8, сорт Розоцветковый – 44,0, сорт Завея – 1,8 масс.%. Белоцветковую форму растений (сорт Завея), в свою очередь, выделяет от остальных образцов *Hyssopus officinalis* L. наибольшее содержание цис-формы пинокамфона (68,6 масс.%).

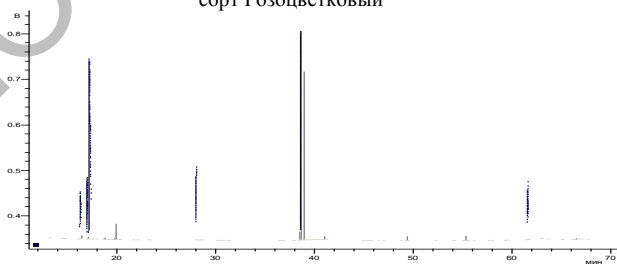
Кроме пинокамфона, энантиомеры у изучаемых сортов иссопа лекарственного отмечены для α -пинена, камфена, β -пинена, лимонена и линолоола.



сорт Лазурит



сорт Розоцветковый



сорт Завея

Рисунок – Хроматограммы эфирных масел различных сортов *Hyssopus officinalis* L.

Среди компонентов можно отметить также сравнительно высокое содержание (+)-β-пинена (4,5-7,7 масс.%), эвгенола (0,8-2,1 масс.%), сабинена (0,7-1,5 масс.%), (-)-камфена (0,9–1,1 масс.%) и (-)-линалоола (0,7-1,1 масс.%); для сортов Розоцветковый и Завея – пинокамфеола (2,5-4,1 масс.%). Содержание остальных компонентов в исследуемых образцах не превышало 0,7 масс.%.

Заключение. Урожайность зеленой массы новых сортов иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) Лазурит, Розоцветковый и Завея (сорт Завея создан в Ботаническом саду УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия») составляет 150-170 ц/га при содержании эфирных масел 0,30-0,46% (свежее растительное сырье) и 0,43-0,69% (воздушно-сухое растительное сырье).

Эфирные масла изучаемых сортов иссопа лекарственного содержат более 18 компонентов, основными из которых являются пинокамфон, β-пинен, эвгенол, сабинен, камфен, линалоол и пинакамфеол, Энантиомеры представлены у компонентов эфирных масел пинокамфон (транс-пинокамфон и цис-пинокамфон), α- и β-пинены, камфон, лимонен и линалоол.

Исследуемые сорта иссопа лекарственного Лазурит, Розоцветковый и Завея относятся к пинокамфоновому хемотипу.

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. Антиоксидантные свойства различных сортов *Hyssopus officinalis* L. / Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко, Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений. – Москва: РУДН, 2019. – Т. 1. – С. 273-275.
3. Березко, М. Н. Полезные растения: иссоп лекарственный / М. Н. Березко, О. М. Березко, Н. Н. Вечер // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 5. – С. 58-59.
4. Государственный реестр сортов Республики Беларусь / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2018. – 240 с.
5. Иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.) / Л. В. Беспалько, В. А. Харченко, Ю. П. Шевченко, И. Т. Ушакова // Овощи России. – 2016. – № 2. – С. 60-63.
6. Маланкина, Е. Л. Лекарственные и эфирномасличные культуры / Е. Л. Маланкина, А. Н. Цицилин. – Москва: Инфра-М, 2016. – 367 с.
7. Сачивко, Т. В. Оценка сортов иссопа лекарственного по основным хозяйственно полезным признакам / Т. В. Сачивко // Овощеводство. – 2018. – Т. 26. – С. 141-146.
8. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур: рекомендации / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, А. П. Гордеева, М. В. Наумов. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.
9. 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.

10. 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.
11. Essential oil composition of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) under salt stress at flowering stage / O. Jahantigh [et al.] // Journal of Essential Oil Research. – 2016. – Nr. 28 (5). – P. 458-464.
12. Fathiazad, F. A review on *Hyssopus officinalis* L.: composition and biological activities / F. Fathiazad, S. Hamedeyazdan // Journal of Pharmacologie – 2011. – V. 5. – P. 1959-1965.
13. 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.
14. Zavislak, G. Morphological characters of *Hyssopus officinalis* and chemical composition of its essential oil / G. Zavislak // Modern Phytomorphology. – 2013. – V. 4. – P. 93-95.

УДК 631.81:631.559:633.15

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ

А. А. Саюк¹, Н. М. Плотницкая¹, О. М. Невмержицька¹,
И. А. Павлюк¹, В. П. Ткачук²

¹ – Житомирский национальный агроэкологический университет

г. Житомир, Украина

(Украина, 10002, г. Житомир, Старый бульвар, 7, e-mail: znau@.edu.ua);

² – Институт сельского хозяйства Полесья НААН Украины

г. Житомир, Украина

(Украина, 10002, г. Житомир, Киевское шоссе, 131, e-mail: isgp.org.ua)

Ключевые слова: кукуруза, урожайность, способ обработки, система удобрения.

Аннотация. Исследовано влияние способов обработки почвы и систем удобрения на урожайность зеленой массы кукурузы. Исследования проводились в условиях опытного поля Института сельского хозяйства Полесья Национальной академии аграрных наук Украины. Исследовали четыре способа обработки почвы и три фона удобрения. Почвы опытного участка дерново-среднеподзолистые супесчаные. В результате проведенных исследований установлено, что исследуемые способы обработки почвы и системы удобрения имеют различное влияние на урожайность зеленой массы кукурузы. Высокая урожайность на фоне без удобрения наблюдалась при проведении разнотравной вспашки, которая колебалась в пределах от 18,40 до 19,45 т/га. При применении безотвальных способов обработки наблюдали довольно значительный недобор зеленой массы кукурузы в пределах 4,35-12,75 т/га. Применение органической и органо-минеральной системы удобрения способствовало повышению урожая зеленой массы кукурузы. В зависимости от варианта исследования получен прирост урожая в пределах 19,22-32,20 т / га.