

УДК 581.162+543.544.45

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА *STACHYS PALUSTRIS* L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

© А.В. Великородов*, А.П. Лактионов, С.Б. Носачев, Л.В. Морозова, Т.А. Носачева

Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева,
пл. Шаумяна, 1, Астрахань, 414000 (Россия), e-mail: avelikorodov@mail.ru

Методом гидродистилляции получены образцы эфирного масла из наземной части *Stachys palustris* L., дикорастущего в Астраханской области, и изучена зависимость его выхода от срока вегетации растения. Продолжительность процесса гидродистилляции установлена экспериментально на основании изучения динамики изменения выхода эфирного масла во времени. Выход эфирного масла определяли в % в пересчете на вес воздушно-сухого сырья. Наибольший выход эфирного масла получен из растений в фазу цветения (0.19–0.20%). Методом ГХ-МС осуществлен количественный анализ основных компонентов эфирного масла *Stachys palustris* L. в фазу цветения. Количественное содержание компонентов эфирного масла вычислялось по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ проводили путем сравнения линейных индексов удерживания. Установлено, что состав эфирного масла *Stachys palustris* L. оказался весьма специфичен. Идентифицировано 47 соединений, относящихся к различным классам. Основными классами соединений являются жирные кислоты и сложные эфиры кислот (36.23%), карбонильные соединения (14.25%) и оксигенированные сесквитерпены (12.90%), фенолы (5.85%). Среди сесквитерпеноидов преобладающим компонентом эфирного масла является гексагидрофарнезил ацетон (7.5%). В масле также присутствуют (Z)-фитол (6.78%), тимол (4.2%), β-ионон (3.36%) и β-кариофиллен (2.87%). Неспецифическими компонентами эфирного масла таксона *Stachys palustris*, произрастающего в Астраханской области являются кумарин (10.27%) и кумаран (0.36%).

Ключевые слова: *Stachys palustris* L., гидродистилляция, эфирное масло, кумарин, β-ионон, (Z)-фитол, β-кариофиллен, кариофиллен оксид, карбонильные соединения, жирные кислоты и сложные эфиры кислот.

Введение

К роду *Stachys* относится более 270 видов растений [1], распространенных во всех регионах мира, за исключением Австралии и Новой Зеландии. В Европейской части России встречается только 9 видов *Stachys*, в Западной Сибири – 7 видов и на Алтае – 5 видов.

Среди них активно исследуются *Stachys officinalis* L. (чистец аптечный или лекарственный), *Stachys palustris* L. (чистец болотный), *Stachys lavandulifolia* Vahl. (чистец лавандолистный), *Stachys tibetica* Vatke.

Великородов Анатолий Валериевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой органической, неорганической и фармацевтической химии,
e-mail: avelikorodov@mail.ru

Лактионов Алексей Павлович – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры ботаники, биологии экосистем и земельных ресурсов,
e-mail: alaktionov@list.ru

Носачев Святослав Борисович – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры органической, неорганической и фармацевтической химии,
e-mail: sbn86chem@yandex.ru

Морозова Людмила Викторовна – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры ботаники, биологии экосистем и земельных ресурсов,
e-mail: lex-59@mail.ru

Носачева Татьяна Александровна – магистрант,
e-mail: org@asu.edu.ru

(чистец тибетский), *Stachys betoniciflora* Rupr. (чистец буквицецветный), *Stachys sylvatica* L. (чистец лесной) и другие.

Stachys palustris L. распространен на всей территории Европы, в Турции и умеренных районах Азии от Ирана до Китая. В России этот вид встречается в европейской части, в Сибири и на Алтае.

Растет *Stachys palustris* L. на сырых лугах, по берегам рек, по лесам среди кустарников. В Астраханской области данное растение произрастает преимущественно по берегам рек.

Чистец болотный – многолетнее травянистое растение с ползучим корневищем и клубне-

* Автор, с которым следует вести переписку.

видно утолщенными на концах подземными побегами. Стебель опушен жесткими, обращенными вниз волосками, высотой 30–100 см. Листья темно-зеленые супротивные, короткочерешковые, ланцетные, заостренные. Соцветие – длинное, в нижней части прерывистое. Венчик 14–18 мм длиной, темно-пурпурный, нижняя губа его с белым рисунком. Соцветие колосовидное, мутовки состоят из шести-десяти цветков. Прицветники линейные, равные цветоножкам или длиннее их; чашечка ясно двугубая; венчик пурпуровый или пурпурно-лиловый, в два раза превышает чашечку. Плод – темно-коричневый голый орешек овальной формы. Цветет в июне-сентябре. Плоды созревают в августе-сентябре.

В эфирном масле *Stachys palustris* L., полученном методом гидродистилляции из надземных частей растения, произрастающем в Южной Италии, идентифицировано 92 соединения: оксид кариофиллена (7.8%), гексагидрофарнезиллацетон (7.4%), гексадекановая кислота (6.8%), (Z,Z,Z)-9,12,15-октадекатриеновая кислота (6.7%), (Z)-фитол (6.4%), тимол (5.8%), *n*-метоксиацетофенон (5.1%), 4-винилгваякол (3.8%), тетрадекановая кислота (3.8%), (E)-кариофиллен (3.6%), β-ионон (3.3%) и β-дамаскенон (3.0%). Выход масла составил 0.21% [2].

В эфирном масле, выделенном из *Stachys serotina*, произрастающем в Хорватии, содержание фитола составляет всего 0.1%, а основными компонентами оказались (E)-β-кариофиллен (22.6%), δ-кадинен (9.6%), α-гумулен (7.5%) и гермакрен D (6.0%) [3].

Авторами статьи [4] изучен химический состав *Stachys pilifera* Benth. – эндемичного вида Ирана, впервые показали изменчивость состава эфирного масла у одиннадцати диких популяций *S. pilifera*. Наиболее распространенными компонентами оказались *цис*-хризантенилацетат (19.1–48.2%), виридифлорол (1.4–19.1%), *транс*-кариофиллен (2.3–11.9%), кариофилленоксид (1.9–11.0%), лимонен (2.0–5.9%) и спатуленол (0.0–9.5%). Это позволило с помощью кластерного анализа выделить четыре основных хемотипа: хемотип I (*цис*-хризантенилацетат), хемотип II (*цис*-хризантенилацетат ацетат/виридифлорол), хемотип III (*цис*-хризантенил ацетат/виридифлорол/спатуленол), хемотип IV (*цис*-хризантенил ацетат/*транс*-кариофиллен/α-пинен).

Найдено, что мажорными компонентами эфирного масла *Stachys koelzii* Rech.f., произрастающего в Иране, являются α-пинен (36.71%), 1,8-цинеол (20.53%) и *транс*-кариофиллен (12.34%) [5]. Сравнительное изучение химического состава эфирных масел *Stachys atherocalyx* C. Koch. и *Stachys sylvatica* L., произрастающих в Иране, показало, что основными компонентами в первом случае являются спатуленол (22.08%), линалоол (9.14%), линалил ацетат (8.86%) и β-боурбонен (5.65%), то во втором случае – β-кариофиллен (19.64%), δ-кадинен (13.41%), спатуленол (12.51%) и α-гумулен (11.17%) [6].

Установлено [7], что основными летучими компонентами эфирных масел трех видов *Stachys*, произрастающих в Турции, являются α-пинен (11.2%), *n*-цимол (18.2%), и карвакрол (28.8%) в *S. macrantha*, γ-мууролен (10.2%), α-цедрен (11.2%) и лимонен (37.0%) в *S. sylvatica* и α-пинен (11.4%), β-пинен (23.1%) и (Z)-β-оцимен (24.8%) в *S. annua* ssp *annua* var. *annua*.

Обнаружены также существенные отличия в химическом составе шести видов *Stachys* (*Stachys scardica*, *S. officinalis*, *S. germanica*, *S. sylvatica*, *S. plumosa* and *S. recta*), произрастающих в Сербии [8].

Исследован химический состав эфирных масел семи таксонов *Stachys*, произрастающих в Хорватии: *S. alpina* L., *S. officinalis* (L.) Trevis, *S. palustris* L., *S. recta* L. subsp. *recta*, *S. recta* L. subsp. *subcrenata* (Vis) Briq., Ten. и *S. sylvatica* L. [9]. Установлено, что у всех таксонов кроме *S. alpina* основными компонентами являются сесквитерпеновые углеводороды. Эфирное масло *S. alpina* содержит значительное количество оксигенированных сесквитерпенов. Кроме того, эфирные масла *S. alpina* и *S. palustris* содержат значительные количества карбонильных соединений и спиртов. Обнаружены также некоторые различия в составе эфирного масла двух подвидов *S. recta* (*S. recta* subsp. *recta* и *S. recta* subsp. *subcrenata*), произрастающих практически в одинаковых условиях.

Авторами работы [10] методами ГХ и ГХ-МС изучен химический состав эфирных масел шести видов *Stachys*, *S. cretica* L. ssp. *vacillans* Rech., *S. germanica* L., *S. hydrophila* Boiss., *S. nivea* Labill., *S. palustris* L. и *S. spinosa* L., полученных методом гидродистилляции. Установлено, что все масла содержат значительные количества жирных кислот и эфиров (24.2–58.5%), большое количество сесквитерпенов (16–35.9%), за исключением масла *S. palustris*, которое содержит значительное количество карбонильных соединений (25.4%). В эфирном масле *S. palustris* идентифицированы 92 соединения: оксигенированные монотерпены (3.1%), монотерпеновые углеводороды (0.5%), оксигенированные сесквитерпены (10.6%), сесквитерпеновые углеводороды (5.4%), карбонильные соединения (25.4%), фенолы (11.2%), жирные кислоты и сложные эфиры

(24.2%). Исследована антипролиферативная активность в отношении ряда линий раковых клеток человека (C32, амеланотическая меланома и ACHN, почечно-клеточная аденокарцинома) всех масел. Наибольшую антипролиферативную активность в отношении клеточной линии C32 с 77% ингибированием в концентрации 100 мкг/мл проявило масло *S. germanica*, а наибольшую активность на клеточной линии ACHN проявили *S. palustris* и *S. spinosa* в концентрации 100 мкг/мл с ингибированием 81, 77 и 73% соответственно.

Найдено также, что эфирные масла *S. palustris*, *S. cretica* и *S. hydrophila* показали высокий антирадикальный эффект со значениями IC₅₀ 0.482, 0.652 и 0.664 мг/мл соответственно [10]. Способность спиртовых экстрактов *Stachys palustris* L. ингибировать радикал DPPH (IC₅₀ 92.08–105.42 мкг/мл) показана в работе [11].

Установлено, что эфирное масло *Stachys koelzii* Rech.f. ингибирует пародонтальный патоген *Prevotella intermedia* (МИК 0.1 мг/мл, МБК 0.2 мг/мл), а также проявляет цитотоксическое действие на клетки линии HeLa (IC₅₀ 0.06 мг/мл) [5].

В народной медицине используют корни и надземную часть растений рода *Stachys*. *Stachys palustris* L. применяют в качестве противоопухолевого, ранозаживляющего, противовоспалительного, успокаивающего, противовоспалительного средства, в лечении ангины, кашля, склероза селезенки, аллергии и гинекологических кровотечений [12]. В фитотерапии чай из этого растений рода *Stachys* используется в качестве седативного, спазмолитического, мочегонного и стимулирующего менструацию средства [13–16].

Цель настоящей работы – исследование химического состава образцов эфирного масла *Stachys palustris* L., количественное определение его основных компонентов.

Экспериментальные условия

Сырье *Stachys palustris* L. (наземная часть) собрано в течение июня-сентября 2022 г. в Камызякском районе Астраханской области в окрестностях п. Верхнекалиновский (46°56'16.53" с.ш. и 47°87'40.64 в.д.). Сырье анализировали в свежем и сухом виде. Сухое сырье получали согласно правилам сбора и сушки лекарственных растений [17]. Сырье во избежание разрушения биологически активных веществ и для удаления излишней влаги высушивали сразу после сбора наиболее распространенным методом – воздушной сушкой, основанной на свободном доступе воздуха к растительному материалу, разложенному в затемненном месте.

Выделение эфирного масла из измельченной наземной части осуществляли методом гидродистилляции при атмосферном давлении в аппарате из нержавеющей стали из воздушно-сухого сырья и свежего материала массой 5 кг, дистиллят отбирали в течение 3 ч. Масло сушили безводным сульфатом натрия, отделяли от осушителя декантацией. Продолжительность процесса пародистилляции установлена экспериментально на основании изучения динамики изменения выхода эфирного масла во времени. Выход эфирного масла определяли в % в пересчете на вес воздушно-сухого сырья.

Качественный и количественный составы образцов эфирного масла проводили на хроматографе Shimadzu GS 2010 с масс-селективным детектором GCMS-QP 2010. Для идентификации компонентов использовали библиотеку масс спектров NIST 14.

Образец эфирного масла растворяли в бензоле в соотношении 1 : 150 по объему. Колонка неполярная ОРТИМА-1 (метилсиликон, твердосвязанный) 25 м, диаметр 0.25 мм. Режим хроматографирования: инжектор – 180 °С; детектор – 200 °С; интерфейс – 205 °С; газ носитель – гелий (99.99999%), 1 см³/мин при делении потока 1 : 25; термостат – 60 °С 1 мин, 2 °С/мин до 70 °С, 5 град/мин до 190 °С, затем 30 град/мин до 280 °С, изотерма 2 мин. Режим регистрации масс спектров 39–550 m/z. Для определения линейных индексов эфирное масло и нормальные парафины (нонан, монодекан, тридекан, пентадекан, гептадекан и нонадекан) растворяли в бензоле. *n*-Парафины разбавляли до концентрации 0.007% по объему, эфирное масло чистеца болотного – 1 : 30000 по объему. Количественное содержание компонентов эфирного масла вычислялось по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ проводили путем сравнения линейных индексов удерживания [18] и полных масс-спектров компонентов с соответствующими данными чистых соединений. Линейные индексы удерживания рассчитывали по формуле, приведенной в работах [19, 20].

Обсуждение результатов

Нами изучена зависимость выхода эфирного масла, полученного в фазах бутонизации, массового цветения и созревания плодов. Установлено, что наибольший выход эфирного масла наблюдается из растения в фазе цветения (табл. 1).

В таблице 2 приведены идентифицированные в эфирном масле чистеца болотного соединения, а также их количественное содержание.

Таблица 1. Выход эфирного масла из наземной части в разные сроки вегетации чистеца болотного

Сроки вегетации	Выход эфирного масла, %*
Июнь (фаза бутонизации)	0.16/0.17
Июль – начало августа (фаза массового цветения)	0.19/0.20
Конец августа – начало сентября (фаза созревания плодов)	0.17/0.18

*в числителе и знаменателе указан выход эфирного масла соответственно из свежего и высушенного растительного материала.

Таблица 2. Количественный состав эфирного масла чистеца болотного в фазу цветения

Название компонента	Индекс удерживания RI	Содержание, % от цельного масла
1	2	3
(E,E)-2,4-Гексадиеналь	905	0.10
1-Октен-3-он	969	0.70
1-Октен-3-ол	977	0.50
β -Пинен	978	0.20
α -Туйен	1019	0.06
Фенилацетальдегид	1041	1.50
γ -Терпинен	1045	0.09
Гептановая кислота	1049	0.09
Линалоол	1084	1.11
2-Этилгексановая кислота	1102	0.21
Метилникотинат	1115	1.72
Октановая кислота	1161	0.38
α -Терпинеол	1187	0.50
3-Деканол	1198	0.63
γ -Терпинеол	1199	0.36
Кумаран	1201	0.36
Вербенон	1210	0.50
4-Метоксибензальдегид	1235	0.28
Гераниол	1255	0.50
Нонановая кислота	1277	1.03
Тимол	1290	4.20
Карвакрол	1297	0.92
4-Метоксиацетофенон	1302	4.90
4-Винилгваякол	1313	1.65
Декановая кислота	1351	1.95
β -Элимен	1387	0.27
Кумарин	1392	10.27
Метил циннамат	1394	0.75
β -Кариофиллен	1420	2.87
Ундекановая кислота	1449	3.61
α -Селинен	1472	1.20
Гермакрен D	1477	1.00
β -Ионон	1485	3.36
Додекановая кислота	1547	3.66
(E)-Неролидол	1560	0.92
Мегастигматриенон	1577	1.23
Кариофиллен оксид	1585	1.84
Бензофенон	1590	4.02
τ -Кадинол	1633	0.20
Бензилбензоат	1762	0.49
Тетрадекановая кислота	1769	3.47

Окончание таблицы 2

1	2	3
6,10,14-Триметил-2-пентадеканон	1829	2.75
Гексагидрофарнезил ацетон	1845	7.50
1-Нонадецен	1890	0.50
(Z)-Фитол	1949	6.78
Гексадекановая кислота	1952	14.87
(Z,Z)-9,12-Октадекадиеновая кислота	2122	4.00
Всего идентифицировано соединений		47
Монотерпеновые углеводороды		0.62
Оксигенированные монотерпены		6.04
Дитерпеноиды		6.78
Сесквитерпеновые углеводороды		5.07
Оксигенированные сесквитерпены		12.90
Кумаран и кумарин		10.63
Карбонильные соединения		14.25
Жирные кислоты и сложные эфиры		36.23
Фенолы		5.85
Другие соединения		1.63
Всего		100

Как следует из приведенных данных, химический состав эфирного масла чистеца болотного, произрастающего в Астраханской области, весьма специфичен. В масле *Stachys palustris* L. идентифицировано 47 соединений (100%). Основными компонентами эфирного масла являются жирные кислоты и сложные эфиры кислот (36.23%), карбонильные соединения (14.25%), оксигенированные сесквитерпены (12.90%), фенолы (5.85%), а также кумарин и кумаран (10.63%).

Мажорными компонентами эфирного масла *Stachys palustris* L., полученного в фазе цветения, являются гексадекановая кислота (14.87%), кумарин (10.27%), гексагидрофарнезил ацетон (7.50%), (Z)-фитол (6.78%), 4-метоксиацетофенон (4.90%) и тимол (4.20%).

Заключение

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить качественный и количественный химический состав эфирного масла *Stachys palustris* L., дикорастущего в Астраханской области. Специфический состав эфирного масла данного растения, вероятно, связан как с его видовой принадлежностью таксона (гексагидрофарнезилацетон, фитол, гексадекановая кислота, тимол, 4-метоксиацетофенон), так и особенностями почвенно-климатических условий произрастания и аллелопатическим влиянием биоценозов (кумарин, кумаран).

Список литературы

1. Duru M.E., Cakir A., Harmandar M., Izumi S., Hirata T. The volatile constituents of *Stachys athorecalyx* C. Kotch. from Turkey // Flavour Fragr. J. 1999. Vol. 14. Pp. 12–14.
2. Senatore F., Formisano C., Rigano D., Piozzi F., Rosselli S. Chemical Composition of the Essential Oil from Aerial Parts of *Stachys palustris* L. (Lamiaceae) Growing Wild in Southern Italy // Croat. Chem. Acta. 2007. Vol. 80. N1. Pp. 135–139.
3. Jerkovic I., Gugic M., Males Z., Pilepic K.H. Chemical composition of the essential oil from *Stachys serotina* // Chem. Nat. Comp. 2012. Vol. 48. N3. Pp. 508–509. DOI: 10.1007/s10600-012-0292-3.
4. Jahantab E., Morshedl M.R., Maggi F. Essential oil variability in *Stachys pilifera* Benth. populations: a narrow endemic species of Iran // Nat. Prod. Res. 2019. Pp. 1–5. DOI: 10.1080/14786419.2019.1682580.
5. Ramak P., Talei G.R. Chemical composition, cytotoxic effect and antimicrobial activity of *Stachys koelzii* Rech.f. essential oil against periodontal pathogen *Prevotella intermedia* // Microbial Pathogenesis. 2018. Vol. 124. Pp. 272–278. DOI: 10.1016/j.micpath.2018.08.010
6. Dowlatabadi R., Mirza M. Chemical composition of the essential oils of *Stachys atherocalyx* and *S. sylvatica* from Iran // Chem. Nat. Comp. 2009. Vol. 45. N5. Pp. 742–744.
7. Renda G., Bektaş N.Y., Korkmaz B., Çelik G., Sevgi S., Yaylı N. Volatile Constituents of Three *Stachys* L. Species from Turkey // Marmara Pharm. J. 2017. Vol. 21. N2. Pp. 278–285. DOI: 10.12991/marupj.300353.
8. Grujic-Jovanovic S., Skaltsa H.D., Marin P., Sokovic M. Composition and antibacterial activity of the essential oil of six *Stachys* species from Serbia // Flavour Fragr. J. 2004. Vol. 19. Pp. 139–144. DOI: 10.1002/ffj.1275.

9. Vundac V.B., Pfeifhofer H.W., Brantner A.H., Males Z., Plazibat M. Essential oils of seven *Stachys* taxa from Croatia // *Biochem. Syst. Ecol.* 2006. Vol. 34. Pp. 875–881. DOI: 10.1016/j.bse.2006.04.010.
10. Conforti F., Menichini F., Formisano C., Rigano D., Senatore F., Arnold N.A., Piozzi F. Comparative chemical composition, free radical-scavenging and cytotoxic properties of essential oils of six *Stachys* species from different regions of the Mediterranean Area // *Food Chem.* 2009. Vol. 116. Pp. 898–905. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.03.044.
11. Venditti A., Frezza C., Bianco A., Serafini M., Cianfaglione K., Nagy D.U., Iannarelli R., Caprioli G., Maggi F. Polar Constituents, Essential Oil and Antioxidant Activity of Marsh Woundwort (*Stachys palustris* L.) // *Chem. Biodiversity.* 2017. Vol. 14. Article e1600401. DOI: 10.1002/cbdv.201600401.
12. Звездина Е.В., Дайронас Ж.В., Бочкарева И.И., Зилфикаров И.Н., Бабаева Е.Ю., Ферубко Е.В., Гусейнова З.А., Серебряная Ф.К., Каибова С.Р., Ибрагимов Т.А. Представители семейства *Lamiaceae* Lindl. Как источники лекарственного сырья для получения нейротропных средств (обзор) // *Фармация и фармакология.* 2020. Т. 8. №1. С. 4–28. DOI: 10.19163/2307-9266-2020-8-1-4-28.
13. Hartwell J.L. *Plants Used Against Cancer. A Survey.* Quarterman Publications Inc., Massachusetts, 1982. Pp. 274–278.
14. Lewis W.H., Elvin-Lewis M.P.F. *Medical Botany: Plants Affecting Man's Health.* Wiley, New York, 1977. Pp. 389–390.
15. Duke A.J. *Handbook of Medicinal Herbs.* CRC Press, Boca Raton, FL, 1986. 457 p.
16. Тамкович Т.В. Фармакогностическое изучение чистеца крупноцветкового: дисс. ... канд. фарм. наук. Пятигорск, 2008. 167 с.
17. Правила сбора и сушки лекарственных растений. М., 1985. 321 с.
18. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск, 2008. 969 с.
19. Великородов А.В., Ковалев В.Б., Тырков А.Г., Дегтярев О.В. Изучение химического состава и противогрибковой активности эфирного масла *Lophanthus Anisatum* Benth // *Химия растительного сырья.* 2010. №2. С. 143–146.
20. Великородов А.В., Пилипенко В.Н., Пилипенко Т.А., Тырков А.Г. Изучение химического состава эфирного масла *Tamarix Ramosissima* // *Химия растительного сырья.* 2017. №4. С. 117–120. DOI: 10.14258/jcrpm.2017042041.

Поступила в редакцию 13 сентября 2022 г.

После переработки 2 ноября 2022 г.

Принята к публикации 2 ноября 2022 г.

Для цитирования: Великородов А.В., Лактионов А.П., Носачев С.Б., Морозова Л.В., Носачева Т.А. Изучение химического состава эфирного масла *Stachys palustris* L., произрастающего в Астраханской области // *Химия растительного сырья.* 2023. №1. С. 173–179. DOI: 10.14258/jcrpm.20230111875.

*Velikorodov A.V.**, *Laktionov A.P.*, *Nosachev S.B.*, *Morozova L.V.*, *Nosacheva T.A.* STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF *STACHYS PALUSTRIS* L. ESSENTIAL OIL PRODUCING IN THE ASTRAKHAN REGION

*Astrakhan State University name of V.N. Tatishcheva, pl. Shaumyana, 1, Astrakhan, 414000 (Russia),
e-mail: avelikorodov@mail.ru*

Samples of essential oil from the ground part of *Stachys palustris* L., which grows wild in the Astrakhan region, were obtained by hydrodistillation, and the dependence of its yield on the growing season of the plant was studied. The duration of the hydrodistillation process was set experimentally to study the dynamics of changes in the results of essential oil over time. The yield of essential oil is observed in % when converted to the weight of absolutely dry raw materials. The highest yield of essential oil was obtained from plants in the flowering phase (0.19–0.20%). Quantitative analysis of the main components of *Stachys palustris* L. essential oil was carried out by GC-MS method. The quantitative content of essential oil components was calculated from the areas of gas chromatographic peaks without using correction factors. It was found that the composition of the essential oil of *Stachys palustris* L. was very specific. 47 compounds belonging to various classes have been identified. It has been established that the composition of the essential oil of the *Stachys palustris* L. is very specific. 47 compounds corresponding to the class were identified. Compound classes include fatty acids and acid esters (36.23%), carbonyl compounds (14.25%) and oxygenated basic sesquiterpenes (12.90%), phenols (5.85%). Among the sesquiterpenoids, the predominant component of the essential oil is hexahydrofarnesylacetone (7.5%). The oil also contains (Z)-phytol (6.78%), thymol (4.2%), β -ionone (3.36%) and β -caryophyllene (2.87%). Nonspecific components of the essential oil of the taxon *Stachys palustris* growing in the Astrakhan region are coumarin (10.27%) and coumaran (0.36%).

Keywords: *Stachys palustris* L., hydrodistillation, essential oil, coumarin, β -ionone, (Z)-phytol, β -caryophyllene, caryophyllene oxide, carbonyl compounds, fatty acids and acid esters.

* Corresponding author.

References

1. Duru M.E., Cakir A., Harmandar M., Izumi S., Hirata T. *Flavour Fragr. J.*, 1999, vol. 14, pp. 12–14.
2. Senatore F., Formisano C., Rigano D., Piozzi F., Rosselli S. *Croat. Chem. Acta*, 2007, vol. 80, no. 1, pp. 135–139.
3. Jerkovic I., Gugic M., Males Z., Pilepic K.H. *Chem. Nat. Comp.*, 2012, vol. 48, no. 3, pp. 508–509. DOI: 10.1007/s10600-012-0292-3.
4. Jahantab E., Morshedli M.R., Maggi F. *Nat. Prod. Res.*, 2019, pp. 1–5. DOI: 10.1080/14786419.2019.1682580.
5. Ramak P., Talei G.R. *Microbial Pathogenesis*, 2018, vol. 124, pp. 272–278. DOI: 10.1016/j.micpath.2018.08.010
6. Dowlatabadi R., Mirza M. *Chem. Nat. Comp.*, 2009, vol. 45, no. 5, pp. 742–744.
7. Renda G., Bektaş N.Y., Korkmaz B., Çelik G., Sevgi S., Yaylı N. *Marmara Pharm. J.*, 2017, vol. 21, no. 2, pp. 278–285. DOI: 10.12991/marupj.300353.
8. Grujic-Jovanovic S., Skaltsa H.D., Marin P., Sokovic M. *Flavour Fragr. J.*, 2004, vol. 19, pp. 139–144. DOI: 10.1002/ffj.1275.
9. Vundac V.B., Pfeifhofer H.W., Brantner A.H., Males Z., Plazibat M. *Biochem. Syst. Ecol.*, 2006, vol. 34, pp. 875–881. DOI: 10.1016/j.bse.2006.04.010.
10. Conforti F., Menichini F., Formisano C., Rigano D., Senatore F., Arnold N.A., Piozzi F. *Food Chem.*, 2009, vol. 116, pp. 898–905. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.03.044.
11. Venditti A., Frezza C., Bianco A., Serafini M., Cianfaglione K., Nagy D.U., Iannarelli R., Caprioli G., Maggi F. *Chem. Biodiversity*, 2017, vol. 14, article e1600401. DOI: 10.1002/cbdv.201600401.
12. Zvezdina E.V., Daironas Zh.V., Bochkareva I.I., Zilfikarov I.N., Babaeva E.Yu., Ferubko E.V., Huseynova Z.A., Serebryanaya F.K., Kaibova S. R., Ibragimov T.A. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2020, vol. 8, no. 1, pp. 4–28. DOI: 10.19163/2307-9266-2020-8-1-4-28. (in Russ.).
13. Hartwell J.L. *Plants Used Against Cancer. A Survey*. Quarterman Publications Inc., Massachusetts, 1982, pp. 274–278.
14. Lewis W.H., Elvin-Lewis M.P.F. *Medical Botany: Plants Affecting Man's Health*. Wiley, New York, 1977, pp. 389–390.
15. Duke A.J. *Handbook of Medicinal Herbs*. CRC Press, Boca Raton, FL, 1986, 457 p.
16. Tamkovich T.V. *Farmakognosticheskoye izucheniye chistetsa krupnotsvetkovogo: diss. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic study of large-flowered chistetsa: diss. ... cand. farm. Sciences]. Pyatigorsk, 2008, 167 p. (in Russ.).
17. *Pravila sbora i sushki lekarstvennykh rasteniy*. [Rules for the collection and drying of medicinal plants]. Moscow, 1985, 321 p. (in Russ.).
18. Tkachev A.V. *Issledovaniye letuchikh veshchestv rasteniy*. [Study of plant volatiles]. Novosibirsk, 2008, 969 p. (in Russ.).
19. Velikorodov A.V., Kovalev V.B., Tyrkov A.G., Degtyarev O.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2010, no. 2, pp. 143–146. (in Russ.).
20. Velikorodov A.V., Pilipenko V.N., Pilipenko T.A., Tyrkov A.G. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2017, no. 4, pp. 117–120. DOI: 10.14258/jcprm.2017042041. (in Russ.).

Received September 13, 2022

Revised November 2, 2022

Accepted November 2, 2022

For citing: Velikorodov A.V., Laktionov A.P., Nosachev S.B., Morozova L.V., Nosacheva T.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 1, pp. 173–179. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230111875.

