

УДК 547.913:543.544.45

СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ПОЛЫНЕЙ РОДА *ARTEMISIA* СЕКЦИИ *ARTEMISIA* (СЕМЕЙСТВО *ASTERACEAE*), ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ

© С.В. Жигжитжапова^{1*}, Б.Б. Намзалов², Е.П. Дыленова^{1,2}, Л.Д. Раднаева^{1,2}

¹Байкальский институт природопользования СО РАН, ул. Сахьяновой, 6, Улан-Удэ, 670047 (Россия), e-mail: Zhig2@yandex.ru

²Бурятский государственный университет, ул. Смолина, 24а, Улан-Удэ, 670000 (Россия), e-mail: namzalov@rambler.ru

В настоящей работе приводятся данные по компонентному составу эфирных масел представителей рода *Artemisia* секции *Artemisia* (семейства *Asteraceae*). Нами исследованы эфирные масла полыни обыкновенной (*Artemisia vulgaris* L.) и полыни селенгинской (*Artemisia selengensis* Turcz.). Эфирное масло получали методом гидродистилляции из высушенной надземной части растений. Сырье для получения эфирного масла собрали в ходе экспедиционных работ в 2016 г. Компонентный состав масла определяли методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Agilent Packard HP 6890 N с квадрупольным масс-спектрометром (HP MSD 5973) в качестве детектора и капиллярной колонке HP-5 MSD с внутренним диаметром 0.25 мм. Полынь обыкновенная – многолетнее травянистое растение. В эфирном масле полыни обыкновенной, произрастающей на территории Бурятии, доминирующими соединениями являются камфен, неоинтермедииол и спатуленол. Полынь селенгинская – травянистое многолетнее растение, в нижней части побеги одревесняющиеся, широко применяется в традиционной китайской медицине, обладает антиканцерогенным, противовоспалительным действиями, а также перспективно в борьбе с ожирением. Химический состав *Artemisia selengensis*, произрастающей на территории Бурятии, ранее не изучался. Доминирующими компонентами эфирного масла являются монотерпеноиды – 1,8-цинеол, линалоол, борнеол, α -терпинеол, терпинеол-4, транс-сабиненгидрат и сесквитерпеноиды – кариофиллен оксид, копаборнеол. Сравнение собственных данных с литературными по составу эфирных масел растений секции *Artemisia* методом главных компонент показал, что состав эфирного масла может служить для диагностики полыней только в комплексе с другими особенностями вида – морфологическим, экологическими.

Ключевые слова: полыни, секция *Artemisia*, *Artemisia vulgaris* L., *Artemisia selengensis* Turcz., полынь селенгинская, эфирное масло, газо-хромато-масс-спектрометрия, Республика Бурятия.

Работа выполнена в рамках государственного задания БИП СО РАН (проект № 0339-2016-0003), а также при частичной финансовой поддержке РФФИ и правительства Республики Бурятия (в рамках научных проектов №15-44-04233, №15-44-04112).

Введение

На территории Республики Бурятия произрастает 46 видов полыни. Наиболее широко представлен подвид *Artemisia* (31 вид), который представлен 3 секциями: *Artemisia* (6 видов), *Abrotanum* (13 видов), *Ab-sinthium* (12 видов) [1].

Жигжитжапова Светлана Васильевна – старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: Zhig2@yandex.ru

Намзалов Бимба-Цырен Батомункуевич – профессор кафедры ботаники, доктор биологических наук, e-mail: namzalov@rambler.ru

Дыленова Елена Петровна – аспирант, ассистент, e-mail: edylenova@mail.ru

Раднаева Лариса Доржиевна – заведующая лабораторией, заведующая кафедрой фармации, доктор химических наук, профессор, e-mail: radld@mail.ru

В настоящей работе приводятся данные по компонентному составу эфирных масел представителей секции *Artemisia*. Нами исследованы эфирные масла полыни обыкновенной (*Artemisia vulgaris* L.) и полыни селенгинской (*Artemisia selengensis* Turcz.). П. обыкновенная – многолетний травянистый вид, имеющий европейско-североазиатский ареал, интродуцирован в Северную Америку [2]. Биологическая активность экс-

* Автор, с которым следует вести переписку.

трактов п. обыкновенной, применение в народной и традиционной медицинах описано в книге [3]. Эфирное масло п. обыкновенной наиболее изучено. В литературе имеются сведения о составе эфирных масел растений Ирана [4], Индии [5], Китая [6], Монголии [7], Литвы [8], Непала [9], Сербии [10], Сирии [11], Турции [12], Франции, Хорватии [13], России, в том числе Республики Бурятия [7], Красноярского края [14], Башкортостана [15], Южной Сибири [3].

Полынь селенгинская – многолетнее растение с деревянистым корневищем, обычно произрастает по речным долинам – луга, заросли кустарников, песчаные и галечниковые отмели. Помимо России (Республика Бурятия, Забайкальский край) данный вид распространен в Монголии, Китае [16] и Корее [17]. Ареал *A. selengensis* – восточно-азиатский, преимущественно дауро-маньчжурский. По экологии – ксеромезофит горно-долинный лесостепной, зарослево-кустарниковый. В условиях Забайкалья вид находится на западной границе ареала и является гемизндемиком во флоре Бурятии. Корейские ученые в экспериментах *in vitro* показали, что экстракты полыней, в том числе полыни селенгинской, обладают антиканцерогенным, противовоспалительным действиями. Они также перспективны в борьбе с ожирением [18]. В традиционной китайской медицине полынь селенгинская очень популярна и применяется для остановки кровотечения, уменьшения воспаления, снятия кашля и повышения аппетита.

В литературе имеются сведения о составе эфирного масла полыни селенгинской. Впервые содержание в составе масла 4% туйона показано Горяевым [19]. О составе эфирного масла полыни селенгинской флоры Монголии имеется единственное сообщение от 1985 года – 1,8-цинеол, артемиазиакетон, линалоол, сесквитерпеновый спирт [20]. Сведения о составе эфирных масел полыни селенгинской, полученные современными методами, приведены в статье [21] для растений флоры Китая и в работе [22] для растений, произрастающих на Дальнем Востоке. Химический состав растений вида *A. selengensis*, произрастающей на территории Бурятии, не изучен.

Также нами предпринята попытка на основе анализа собственных и литературных данных выявить взаимосвязь между составом эфирного масла и видовой принадлежностью полыней подрода *Artemisia*.

Экспериментальная часть

Сырье для получения эфирного масла собрали в ходе экспедиционных работ в 2016 году в Джидинском, Иволгинском и Хоринском районах Республики Бурятия (табл. 1). Гербарные образцы хранятся в гербарии Бурятского государственного университета UUDE (Улан-Удэ) и в лаборатории химии природных систем на базе Байкальского института природопользования СО РАН и Бурятского государственного университета.

Эфирное масло получали методом гидродистилляции из воздушно-сухого сырья в год сбора (масса сырья – 30 г, продолжительность перегонки – 3 ч с момента закипания). Анализ масла проводили методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Agilent Packard HP 6890 N с квадрупольным масс-спектрометром (HP MSD 5973) в качестве детектора и газовом хроматографе Agilent 7890B с масс-спектрометром типа тройной квадруполь 7000С. Использовалась 30-метровая кварцевая колонка HP-5 MSD с внутренним диаметром 0.25 мм. Процентный состав эфирного масла вычисляли по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ основан на сравнении времен и индексов удерживания, а также полных масс-спектров, библиотеки хромато-масс-спектрометрических данных летучих веществ растительного происхождения [23], а также электронной библиотеки NIST14. Соединение считали достоверно идентифицированным при совпадении его масс-спектра с библиотечным масс-спектром на 95 и выше процентов.

Данные по компонентному составу эфирного масла с целью визуализации были обработаны методом главных компонент (МГК-анализ, программный пакет Sirius version 6.0, Pattern Recognition Systems, a/s, Норвегия).

Таблица 1. География, экология, дата сбора и выход масла из надземной части *A. vulgaris*, *A. selengensis*, произрастающих на территории Бурятии

| География, экология, дата сбора | Выход масла (% от в.-с. с.) | Цвет масла |
|---|-----------------------------|------------|
| <i>Artemisia vulgaris</i> . Бурятия, Иволгинский район, окр. с. Сотниково, местность Каменный карьер, залежь. 12.08.2016 г. | 0.30 | бирюзовый |
| <i>Artemisia vulgaris</i> . Бурятия, Хоринский район, степной участок на опушке леса. 25.08.2016 г. | 0.50 | бесцветное |
| <i>Artemisia selengensis</i> . Бурятия, Джидинский район, подгорный шлейфы хр. Сэльгэр, терраса долины р. Джиды, ильмовник мареново-таранушковый. 28.07.2016 г. | 0.65 | зеленое |

Обсуждение результатов

Эфирные масла представляют собой жидкости различных цветов, выход составляет 0.30–0.65% в пересчете на воздушно-сухое сырье (табл. 1). Большая часть идентифицированных компонентов относится к моно- и сесквитерпеноидам. Семнадцать соединений (*n*-цимол, 1,8-цинеол, γ -терпинен, α -пинен, камфен, сабинен, β -пинен, камфора, борнеол, борнилацетат, β -элемен, гермакрен D, кариофиллен, β -селинен, неоинтермедиол, α -копаен и спатуленол) обнаружены во всех образцах. Среди них в заметном количестве в эфирных маслах п. обыкновенной накапливаются только камфен (3.75–5.25%), неоинтермедиол (3.79–5.55%) и спатуленол (6.82–10.70%). Состав остальных доминирующих компонентов различен. Так, в эфирном масле п. обыкновенной из Иволгинского района, кроме указанных компонентов, как доминирующие отмечены *цис*-даванон (14.69%), гермакрен D (6.23%), (*Z,E*)- α -фарнезен (4.21%), борнеол (3.81%), камфен (3.75%), β -элемен (3.49%), камфора (3.31%), неролидол (3.18%); из Хоринского района – *n*-цимол (8.95%), 1,8-цинеол (8.54%), камфора (6.75%), кариофиллен оксид (4.00%). Доминирующими компонентами эфирного масла п. селенгинской являются кариофиллен оксид (9.18%), 1,8-цинеол (9.09%), линалоол (8.90%), борнеол (7.10%), α -терпинеол (6.78%), копаборнеол (6.42%), терпинеол-4 (5.75%), *транс*-сабиненгидрат (4.84%) (табл. 2).

Анализ литературных данных показал, что изучено эфирное масло двух видов полыней рода *Vulgaris* Rydb: п. обыкновенной и п. монгольской (*A. mongolica* (Besser) Fisch. ex Nakai). Накоплен обширный материал о составе эфирных масел п. обыкновенной флоры разных стран. Ранее нами было выделено три хемотипа эфирных масел п. обыкновенной и показано, что групповой состав эфирных масел п. обыкновенной зависит от типа климата в местах их произрастания [6]. Поэтому для выявления взаимосвязи между составом эфирного масла и видовой принадлежностью полыней подрода *Artemisia* нами было проанализировано содержание индивидуальных соединений в эфирном масле. В большинстве образцов эфирного масла п. обыкновенной из разных стран идентифицированы *n*-цимол, 1,8-цинеол, камфен, камфора, борнеол, борнилацетат, пинены, гермакрен D, (*E*)- β -фарнезен, β -элемен, бициклогермакрен, β -селинен, кариофиллен, кариофиллена оксид, спатуленол, α -копаен. Эфирное масло п. монгольской изучено в меньшей степени, компонентный состав описан для растений, произрастающих в пустыне Гоби [24], в Китае (провинция Ляонин [25], Внутренней Монголии [26]). Общими для них являются следующие терпеноиды: *транс*- β -оцимен, 1,8-цинеол, γ -терпинен, терпинеол-4, α -терпинеол, камфен, камфора, борнеол, α -пинен, α -туйон, зингиберен, гермакрен D.

Таблица 2. Компонентный состав эфирных масел *A. vulgaris*, *A. selengensis*, произрастающих на территории Бурятии

| Компонент | R ₁ * | Содержание компонентов, % от цельного масла | | |
|---|------------------|---|--------------------|-----------------------|
| | | <i>A. vulgaris</i> | <i>A. vulgaris</i> | <i>A. selengensis</i> |
| | | Иволгинский район | Хоринский район | Джидинский район |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <i>Монотерпеноиды</i> | | | | |
| Ациклические монотерпеноиды | | | | |
| Мирцен | 991 | 0.63 | | |
| <i>транс</i> - β -оцимен | 1048 | 0.23 | | |
| Линалоол | 1100 | 0.94 | | 8.90 |
| Лавандулолацетат | 1292 | | | 0.24 |
| Моноциклические монотерпеноиды | | | | |
| 2,3-дегидро-1,8-цинеол | 991 | | | 0.18 |
| α -фелландрен | 1005 | | | 0.01 |
| α -терпинен | 1017 | | 1.47 | 0.70 |
| <i>n</i> -цимол | 1025 | 0.6 | 8.95 | 0.43 |
| Лимонен | 1030 | 0.12 | | |
| 1,8-цинеол | 1032 | 1.76 | 8.54 | 9.09 |
| γ -терпинен | 1060 | 0.40 | 2.99 | 1.36 |
| Терпинолен | 1088 | | 0.65 | 0.43 |
| <i>цис</i> - <i>n</i> -мент-2-ен-1-ол | 1121 | | | 0.85 |
| <i>транс</i> - <i>n</i> -мент-2-ен-1-ол | 1141 | | | 0.65 |
| Терпинеол-4 | 1177 | 0.34 | | 5.75 |
| α -терпинеол | 1191 | 0.68 | | 6.78 |
| <i>цис</i> -пиперитол | 1195 | | | 0.33 |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|------|-------|------|------|
| <i>транс</i> -пиперитол | 1207 | | | 0.62 |
| Тимол | 1292 | 0.43 | 0.14 | |
| <i>цис</i> -карвеол | 1233 | | | 0.14 |
| Бициклические монотерпеноиды | | | | |
| α -пинен | 932 | 1.64 | 1.59 | 0.07 |
| Камфен | 947 | 3.75 | 5.25 | 0.05 |
| Сабинен | 973 | 0.16 | 2.70 | 0.05 |
| β -пинен | 975 | 0.53 | 1.35 | 0.06 |
| <i>транс</i> -сабиненгидрат | 1066 | | | 4.84 |
| Камфора | 1144 | 3.31 | 6.75 | 1.06 |
| Борнеол | 1166 | 3.81 | 0.33 | 7.10 |
| Миртенол | 1213 | 0.09 | | |
| Борнилацетат | 1287 | 1.14 | 0.27 | 0.82 |
| Борнил-2-метилбутаноат | 1510 | 1.08 | | |
| Трициклические монотерпеноиды | | | | |
| Трициклен | 921 | 0.11 | | |
| Сесквитерпеноиды | | | | |
| Алициклические сесквитерпеноиды | | | | |
| (<i>E</i>)- β -Фарнезен | 1458 | 1.28 | | |
| (<i>Z,E</i>)- α -Фарнезен | 1496 | 4.21 | | |
| Давана эфир (изомер 2) | 1534 | 0.41 | | |
| Неролидол | 1565 | 3.18 | | 0.44 |
| <i>цис</i> -Даванон | 1590 | 14.69 | | |
| Моноциклические сесквитерпеноиды | | | | |
| δ -Элемен | 1331 | | | |
| β -Элемен | 1391 | 3.49 | 0.65 | 0.34 |
| Гумулен | 1456 | | | 1.50 |
| Дегидросесквицинеол | 1473 | | 0.95 | |
| Гермакрен Д | 1484 | 6.23 | 2.54 | 3.98 |
| Гумулен-6,7-эпоксид | 1612 | | | 0.91 |
| α -Бисаболол | 1686 | 1.77 | 2.45 | |
| Бициклические сесквитерпеноиды | | | | |
| Кариофиллен | 1422 | 1.16 | 0.61 | 3.52 |
| β -селинен | 1488 | 2.39 | 1.94 | 1.58 |
| Бициклогермакрен | 1500 | 2.80 | | 0.85 |
| α -муролен | 1502 | | | 0.22 |
| δ -кадинен | 1527 | 1.00 | | 0.36 |
| Изокариофиллен эпоксид А | 1556 | | | 0.38 |
| 6,10-эпокси-7(14)-изодаукан | 1573 | 0.49 | | |
| Кариофилладиен-4(12),8(13)-он-5 | 1576 | | | 1.34 |
| Кариофиллен оксид | 1586 | | 4.00 | 9.18 |
| Салвиал-4(14)-ен-1-он | 1595 | | 0.78 | |
| (<i>3Z</i>)-кариофилла-3,8(13)-диен-5-он | 1601 | | | 0.38 |
| (+)- β -химахален оксид | 1615 | | 1.18 | |
| γ -эвдесмол | 1633 | | 1.00 | |
| 10,10-диметил-2,6-диметилен-бицикло [7.2.0]ундекан-5 β -ол | 1641 | | | 1.95 |
| Кариофилла-4(12),8(13)-диен-5 α -ол | 1643 | | 2.38 | 1.31 |
| T-муролол | 1644 | | | 0.41 |
| Алисмол | 1645 | 1.53 | | |
| β -эвдесмол | 1651 | | 1.56 | |
| Неоинтермедиол | 1660 | 3.79 | 5.55 | 2.17 |
| Интермедиол | 1667 | 1.50 | | |
| (<i>3Z</i>)-кариофилла-3,8(13диен-)-5 β -ол | 1676 | | | 1.07 |
| Гермакра-4(15),5,10(14)-триен-1-ол | 1688 | 2.87 | | 0.29 |
| (1R,7S,E)-7-изопропил-4,10-диметиленциклодек-5-енол | 1695 | | 2.20 | |
| Хамазулен | 1730 | | | 0.35 |
| γ -костол | 1748 | | | 0.59 |
| β -костол | 1778 | | | 0.63 |

Окончание таблицы 2

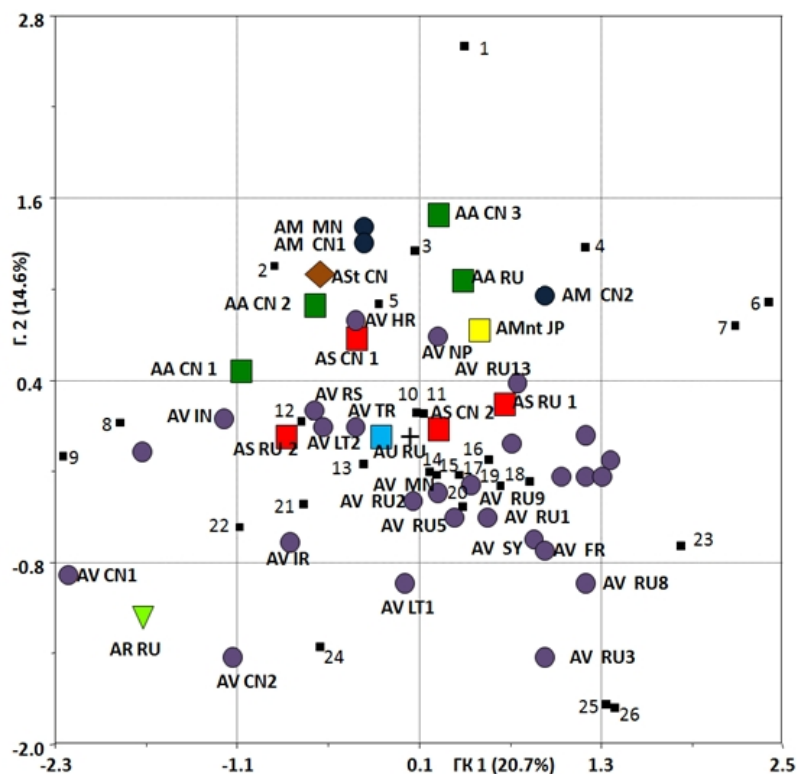
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------|------|-------|------|------|
| Трициклические сесквитерпеноиды | | | | |
| Силфиперфола-4,7(14)-диен | 1362 | | 0.81 | |
| Циклосативен | 1368 | | | 0.66 |
| α -копаен | 1378 | 0.65 | 0.71 | 0.73 |
| β -бурбунен | 1384 | | 0.68 | |
| Аллоаромадендрен | 1464 | | | 0.30 |
| Спатуленол | 1580 | 10.70 | 6.82 | 1.93 |
| Глобулол | 1587 | | | 1.20 |
| Изоаромадендрен эпоксид | 1589 | | | 0.36 |
| Копаборнеол | 1605 | | | 6.42 |
| Ациклические соединения | | | | |
| Октенол-3 | 979 | | | 0.38 |
| Октанол-3 | 994 | | | 0.09 |
| Нонаналь | 1104 | | 1.47 | |
| Пентадеканаль | 1715 | 1.66 | 2.27 | |
| Ароматические соединения | | | | |
| 2-пентилфуран | 992 | | 1.79 | |
| Метилхавикол | 1199 | | 1.86 | |
| Эвгенол | 1359 | 0.16 | | 0.46 |
| Дитерпеноиды | | | | |
| Пергидрофарнезиллацетон | 1844 | | 1.51 | |

Примечание: * R_1 – линейный индекс удерживания, определенный нами экспериментально.

Состав эфирных масел полыней ряда *Angustilobae* Poljak. исследован еще в меньшей степени. Как указывалось ранее, состав полыни селенгинской методом хромато-масс-спектрометрии исследован для растений, произрастающих в Китае [21] и в России (Дальний Восток) [22]. Общими соединениями для эфирного масла п. селенгинской являются линалоол, α -фелландрен, 1,8-цинеол, терпинолен, терпинеол-4, α -терпинеол, камфен, камфора, борнилацетат, борнеол, α -пинен, β -пинен, гермакрен D, кариофиллен вне зависимости от региона произрастания и способа выделения масла. В литературе также имеются данные о компонентном составе эфирных масел из других видов полыней данного ряда: листьев п. Арги (из *A. argyi* Lev. et Van.) из разных провинций Китая [27, 28], из надземной части п. Арги Китая [29], России (Дальнего Востока) [30], надземной части п. горной (*A. montana* Rampr.) из Японии [31] и п. тенистой (*A. umbrosa* Turcz. ex DC) из России (Дальний Восток) [32]. Для эфирного масла из листьев п. Арги из разных районов Китая характерно присутствие α -фелландрена, 1,8-цинеола, γ -терпинена, терпинеола-4, α -терпинеола, камфена, камфоры, борнилацетата, борнеола, α -пинена, β -пинена, α -туйона, кариофиллена.

Данные об эфирном масле п. красноногой (*A. rubripes* Nakai, ряд *Binnalobae* Poljak), собранной на Дальнем Востоке, приведены в работе [33], п. побегоносной (*A. stolonifera* (Maxim.) Kom., ряд *Simplicifoliae* Poljak) из Китая – в [34].

В составе эфирных масел всех полыней секции *Artemisia* идентифицированы 1,8-цинеол, камфора, борнеол и кариофиллен, в некоторых образцах они находятся в числе доминирующих компонентов. Казалось бы, что по присутствию/отсутствию и по содержанию названных выше соединений можно дифференцировать один вид полыни от другого, но их содержание в масле варьирует от следовых до значительных количеств, в некоторых образцах указанные терпеноиды и вовсе отсутствуют. Полученный нами биplot (ГК1-ГК2), построенный на данных по содержанию в эфирном масле характерных терпеноидов для каждого вида секции *Artemisia*, подчеркивает сложность диагностики видовой принадлежности полыней (рис.). Хотя символы, соответствующие отдельным видам полыней, образуют единый массив, в котором нет четких различий между видами, по составу терпеновых соединений можно выделить некоторые особенности для каждого вида. Для двух видов ряда *Vulgaris*: п. обыкновенной и п. монгольской можно выделить отдельные локусы. Проекция данных по п. обыкновенной занимает нижнюю часть биplotа и для них характерно присутствие в большинстве образцов эфирного масла β -пинена, α -пинена, *n*-цимола, *транс*- β -оцимена, гермакрена D, кариофиллена, кариофиллена оксида и спатуленола. Эти же соединения приведены в хроматографических профилях п. обыкновенной Южной Сибири [3]. В то время как проекция данных по характерным соединениям эфирного масла п. монгольской находится в верхней части биplotа и в образцах происходит накопление α -туйона, α -терпинеола и терпинеола-4.



Метод главных компонент. Биplot (ГК1-ГК2) данных по содержанию общих соединений для полыней секции *Artemisia*. На рисунке обозначены: кругами – полыни ряда *Vulgaris* Rydb., эфирное масло которых выделено из растений *Artemisia vulgaris* L. флоры Ирана (AV IR) [4], Индии (AV IN) [5], Китая (AV CN1 и AV CN2) [6], Монголии (AV MN) [7], Литвы (AV LT1 и AV LT2) [8], Непала (AV NP) [9], Сербии (AV RS) [10], Сирии (AV SY) [11], Турции (AV TR) [12], Франции (AV FR), Хорватии (AV HR) [13], России, в том числе AV RU1 – Республики Бурятия, Иволгинский район (табл. 2), AV RU2 – Республики Бурятия, Хоринский район (табл. 2), AV RU3 – AV RU12 – различных районов Республики Бурятия [6], AV RU13 – Красноярского края [14], AV RU14 – Башкортостана [15]; из растений *A. mongolica* (Besser) Fisch. ex Nakai флоры Монголии (AM MN) [24], Китая (AM CN1 [25] и AM CN2 [26]); квадратами – полыни ряда *Angustilobae* Poljak., эфирное масло которых выделено из растений *A. selengensis* Turcz. флоры Китая (AS CN1 и AS CN2) [21], России, в том числе AS RU1 – Республики Бурятия (табл. 2), AS RU2 – Дальнего Востока [22]; из растений *A. argyi* Lev. et Van. флоры Китая (AA CN1 [27], AA CN2 [29], AA CN3 [28]), России (Дальнего Востока) AA RU [30]), из растений *A. montana* Rampr. флоры Японии (AMnt JP) [31], из растений *A. umbrosa* Turcz. ex DC флоры России (Дальнего Востока) (AU RU) [32]; треугольником – полынь *A. rubripes* Nakai ряда *Binnalobae* Poljak, эфирное масло которой выделено из растений флоры России (Дальнего Востока) (AR RU) [33]; ромбом – полынь *A. stolonifera* (Maxim.) Kom. ряда *Simplicifoliae* Poljak, эфирное масло которой выделено из растений флоры из Китая (ASt CN)[34].

Цифрами обозначены следующие терпены: 1 – 1,8-цинеол, 2 – α -туйон, 3 – α -терпинеол, 4 – терпинеол-4, 5 – γ -терпинен, 6 – камфора, 7 – борнеол, 8 – β -пинен, 9 – α -пинен, 10 – камфен, 11 – зингибирен, 12 – α -фелландрен, 13 – терпинолен, 14 – бициклогермакрен, 15 – линалоол, 16 – борнилацетат, 17 – β -элемен, 18 – β -селинен, 19 – α -копаен, 20 – (*E*)- β -фарнезен, 21 – *n*-цимол, 22 – *транс*- β -оцимен, 23 – гермакрен D, 24 – кариофиллен, 25 – кариофиллен оксид, 26 – патуленол

Для растений ряда *Angustilobae* выделить отдельные области для каждого вида сложнее, следует отметить, что полыни ряда *Angustilobae* занимают верхнюю часть биplotа и в большинстве образцов содержат в заметных количествах 1,8-цинеол, α -туйон, камфору и борнеол. В эфирном масле п. селенгинской, п. горной, п. тенистой гораздо меньше содержание камфена и α -фелландрена, чем в п. Арги.

П. побегоностная (ряд *Simplicifoliae*) по составу эфирного масла близка к п. Арги, а п. красноногая (ряд *Binnalobae*) к п. обыкновенной.

Таким образом, состав эфирного масла полыней секции *Artemisia* может служить для диагностики полыней только в комплексе с другими особенностями вида (анатомическими, кариологическими, эколого-биологическими).

Выводы

Таким образом, методом хромато-масс-спектрометрии изучен состав эфирных масел п. обыкновенной и впервые п. селенгинской, произрастающей на территории Бурятии.

Доминирующими компонентами эфирного масла полыни селенгинской из Бурятии являются монотерпеноиды – 1,8-цинеол, линалоол, борнеол, α -терпинеол, терпинеол-4, *транс*-сабиненгидрат и сескви-терпеноиды – кариофиллен оксид, копаборнеол.

Состав эфирного масла может служить для определения видовой принадлежности полыней секции *Artemisia* в совокупности морфологическими, экологическими и физиологическими критериями.

Список литературы

1. Аненхонов О.А., Пыхалова Т.Д., Осипов К.И., Сэкулич И.Р., Бадмаева Н.К., Намзалов Б.Б., Кривококов Л.В., Мункуева М.С., Суткин А.В., Тубшинова Д.Б., Тубанова Д.Я. Определитель растений Бурятии. Улан-Удэ, 2001. С. 531–540.
2. Коробков А.А., Галанин А.В., Беликович А.В. Флора Даурии. Том VI (Asteraceae). Находка, 2015. С. 46.
3. Ткачев А.В., Прокушева Д.Л., Домрачев Д.В. Дикорастущие эфирномасличные растения Южной Сибири. Новосибирск, 2017. 575 с.
4. Alizadeh M., Aghaei M., Saadatian M., Sharifian I. Chemical composition of essential oil of *Artemisia vulgaris* from West Azerbaijan, Iran // Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry. 2012. Vol. 11, N5. Pp. 493–496.
5. Misra L.N., Singh S.P. α -Thujone, the major component of the essential oil from *Artemisia vulgaris* growing wild in Nilgiri hills // J. Nat. Prod. 1986. N49. Pp. 941.
6. Zhigzhitzhapova S.V., Radnaeva L.D., Gao Q., Chen S., Zhang F. Chemical composition of volatile organic compounds of *Artemisia vulgaris* L. (Asteraceae) from the Qinghai–Tibet Plateau // Industrial Crops and Products. 2016. N83. Pp. 462–469. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.12.083
7. Шатар С., Бодоев Н.В., Жигжитжапова С.В., Алтанцэцэг Ш., Намзалов Б.Б. Эфирноносные растения бассейна реки Селенга. Улан-Удэ, 2006. 134 с.
8. Judzentiene A., Buzelyte J. Chemical composition of essential oils of *Artemisia vulgaris* L. (mugwort) from North Lithuania // Chemija. 2006. Vol. 17. N1. Pp. 12–15.
9. Pandey B.P., Thapa R., Upreti A. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of essential oil and methanol extract of *Artemisia vulgaris* and *Gaultheria fragrantissima* collected from Nepal // Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 2017. Vol. 10, N10. Pp. 952–959. DOI: 10.1016/j.apjtm.2017.09.005
10. Blagojevic P., Radulovic N., Palic R., Stojanovic G. Chemical Composition of the Essential Oils of Serbian Wild-Growing *Artemisia absinthium* and *Artemisia vulgaris* // J. Agric. Food Chem. 2006. N54. Pp. 4780–4789.
11. Sadaka M.W.M., Moustapha Ch., Hasen T. Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia vulgaris* L. from Syria // J. Damascus Univ. Basic Sci. 2011. Vol. 28, №1. Pp. 283–292.
12. Erel S.B., Reznicek G., Senol S.G., Karabay N.U., Konyalioplu S., Zeybek A.U. Antimicrobial and antioxidant properties of *Artemisia* L. species from western Anatolia // Turk J. Biol. 2012. N36. Pp. 75–84.
13. Jerkovic I., Mastelic J., Milos M., Jutcau F., Masotti V., Viano J. Chemical variability of *Artemisia vulgaris* L. essential oils originated from the Mediterranean area of France and Croatia // Flavour Fragr. J. 2003. N18. Pp. 436–440.
14. Алякин А.А., Ефремов А.А., Ангаскиева А.С., Гребенникова В.В. Химический состав эфирных масел *Artemisia absinthium* L. и *Artemisia vulgaris* L., произрастающих на территории Красноярского края // Химия растительного сырья. 2011. №3. С. 123–127.
15. Khalilov L.M., Paramonov E.A., Khalilova A.Z., Odinokov V.N., Muldashev A.A., Baltaev U.A., Dzehemilev U.M. Identification and biological activity of volatile organic compounds emitted by plants and insects. IV. Composition of vapor isolated from certain species of *Artemisia* plants // J. Nat. Prod. 2001. N37. Pp. 339–342.
16. Флора Сибири. Т. 13: *Asteraceae* (*Compositae*). Новосибирск, 1997. С. 90–142.
17. Lin Y.R., Shi Z., Humphries C.J., Gilbert M.G. *Anthemideae* // Flora of China: Volume 20–21 (Asteraceae). Beijing; St. Louis, 2011. Pp. 653–773.
18. Choi E., Park H., Lee J., Kim G. Anticancer, antiobesity, and anti-inflammatory activity of *Artemisia* species in vitro // Journal of Traditional Chinese Medicine. 2013. Vol. 33, N1. Pp. 92–97. DOI: 10.1016/S0254-6272(13)60107-7.
19. Горяев М.И., Базалицкая В.С., Поляков П.П. Химический состав полыней. Алма-Ата, 1962. 153 с.
20. Дикорастущие полезные растения флоры Монгольской народной республики. Л., 1985. 236 с.

21. Chunhui Deng Ch., Xu X., Yao N., Li N., Zhang X. Rapid determination of essential oil compounds in *Artemisia selengensis* Turcz by gas chromatography-mass spectrometry with microwave distillation and simultaneous solid-phase microextraction // *Analytica Chimica Acta*. 2006. Vol. 556, N2. Pp. 289–294. DOI: 10.1016/j.aca.2005.09.038
22. Понаморенко Л.П., Чингизова Е.А., Дудкин Р.В., Горовой П.Г. Компонентный состав и противомикробное действие эфирных масел дальневосточных видов рода *Artemisia* (*Asteraceae*) // *Растительные ресурсы*. 2014. Т. 50, №1. С. 145–152.
23. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск, 2008. 969 с.
24. Shatar S., Altantsetseg Sh., Darijimaа Sh. Chemothypical character of the eleven *Artemisia* species from Gobi Desert-Mongolia // *Journal of essential oil bearing plants*. 2006. Vol. 9, N1. Pp. 22–27.
25. You Ch., Guo Sh., Zhang W., Yang K., Geng Zh., Du Sh., Wang Ch., Deng Zh. Identification of Repellent and Insecticidal Constituents from *Artemisia mongolica* Essential Oil against *Lasioderma serricornе* // Hindawi Publishing Corporation. *Journal of Chemistry*. 2015. ID 549057. DOI: 10.1155/2015/549057
26. Liu Zh. L., Chu Sh. Sh., Liu Q. R. Chemical Composition and Insecticidal Activity against *Sitophilus zeamais* of the Essential Oils of *Artemisia capillaries* and *Artemisia mongolica* // *Molecules*. 2010, N15. Pp. 2600–2608. DOI: 10.3390/molecules15042600
27. Jiang Z., Tan J., Tan J., Li R. Chemical Components and Molecular Microcapsules of Folium *Artemisia argyi* Essential Oil with Cyclodextrin Derivatives // *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2016. Vol. 19, N5. Pp. 1155–1169. DOI: 10.1080/0972060X.2016.1185973
28. Chen L., Zhang H., Chao J., Liu J. Essential oil of *Artemisia argyi* suppresses inflammatory responses by inhibiting JAK/STATs activation // *Journal of Ethnopharmacology*. 2017. N204. Pp. 107–117. DOI: 10.1016/j.jep.2017.04.017
29. Zhang W., You Ch., Yang K., Chen R., Wang Y., Wu Y., Geng Zh., Chen H., Jiang H., Su Y., Lei N., Ma P., Du Sh., Deng Zh. Bioactivity of Essential Oil of *Artemisia argyi* Levl. et Van. and Its Main Compounds Against *Lasioderma serricornе* // *Journal of Oleo Science*. 2014. Vol. 63, N8. Pp. 829–837. DOI: 10.5650/jos.ess14057
30. Ozek G., Suleimen Y., Tabanca N., Doudkin R., Gorovoy P.G., Goger F., Wedge D.E., Ali A., Khan I. A., Bas-er K.H.C. Chemical Diversity and Biological Activity of the Volatiles of Five *Artemisia* Species from Far East Russia // *Rec. Nat. Prod*. 2014. Vol. 8, N3. Pp. 242–261.
31. Kunihiro K., Myoda T., Tajima N., Gotoh K., Kaneshima T., Someya T., Toeda K., Fujimori T., Nishizawa M. Volatile Components of the Essential Oil of *Artemisia montana* and Their Sedative Effects // *Journal of Oleo Science*. 2017. Vol. 66, N8. Pp. 843–849. DOI: 10.5650/jos.ess16006
32. Suleimen E.M., Dudkin R.V., Gorovoi P.G., Wang M., Khan I., Ross S.A. Composition and bioactivity OF *Artemisia umbrosa* essential oil // *Chemistry of Natural Compounds*. 2014. Vol. 50, N3. Pp. 545–546.
33. Khanina M.A., Serykh E.A., Berezovskaya T.P., Khan V.A. Essential oil of *Artemisia rubripes* // *Chemistry of Natural Compounds*. 1991. Vol. 27, N6. Pp. 759–760. DOI: 10.1007/BF00629951
34. Zhang W., Yang K., You Ch, Wang Y., Wang Ch., Wu Y., Geng Zh., Su Y., Du Sh., Deng Zh. Bioactivity of Essential Oil from *Artemisia stolonifera* (Maxim.) Komar and Its Main Compounds against two stored-product insects // *Journal of Oleo Science*. 2015. Vol. 64, N3. Pp. 229–307. DOI: 10.5650/jos.ess14187

Поступило в редакцию 18 декабря 2017 г.

Для цитирования: Жигжитжапова С.В., Намзалов Б.Б., Дыленова Е.П., Раднаева Л.Д. Состав эфирных масел полыней рода *Artemisia* секции *Artemisia* (семейство *Asteraceae*), произрастающих в Республике Бурятия // *Химия растительного сырья*. 2018. №2. С. 45–54. DOI: 10.14258/jcprm.2018023536

Zhigzhitzhapova S.V.^{1*}, Namzalov B.B.², Dylenova E.P.^{1,2}, Radnaeva L.D.^{1,2} THE COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS OF *ARTEMISIA* GENUS AND *ARTEMISIA* SECTION PLANTS GROWING WITHIN THE REPUBLIC OF BURYATIA

¹Baikal Institute of Nature Management Siberian Branch of RAS, Sakhyanovoy Str., 8, Ulan-Ude, 670047 (Russia), e-mail: Zhig2@yandex.ru

²Buryat State University, Smolina Str., 24a, Ulan-Ude 670000 (Russia)

The composition of essential oils of *Artemisia*'s section representatives was presented in this paper. Essential oils of *Artemisia vulgaris* L. and *Artemisia selengensis* Turcz. were investigated. They were obtained by hydrodistillation method from the dried aerial parts of plants. Raw materials were collected during field works in 2016. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analyses was conducted to determine the composition of essential oil. Gas chromatography (GC) analyses was performed on an Agilent Technologies 6890 gas chromatograph equipped with quadrupole mass selective detector HP 5973 (MS) and an HP-5MS capillary column (30 m × 0.25 mm × 0.2 μm). *Artemisia vulgaris* L. is a perennial herbaceous plant. Camphene, neointermediol and spathulenol were the dominant components of the essential oil of *Artemisia vulgaris* growing within the Republic of Buryatia. *Artemisia selengensis* is a perennial plant which has a lignified heel of the bine. It is widely used in a traditional Chinese medicine, it has anticancer, antiobesity, and anti-inflammatory activities. The chemical composition of *Artemisia selengensis* species plants, growing within the territory of Buryatia, has not been studied yet. The dominant components of essential oil were monoterpenoids – 1,8-cineole, linalool, borneol, α-terpineol, terpineol-4, trans-sabinenhydrate, and sesquiterpenoids – caryophyllene oxide, copaborneol. The comparison of the composition of obtained essential oils with literature data using Principle component analysis showed that the composition of essential oils is meant to be a diagnostic indicator of *Artemisia* species plants only in a combination with other features of the species – morphologic and ecological.

Keywords: *Artemisia* species, *Artemisia* section, *Artemisia vulgaris* L., *Artemisia selengensis* Turcz., essential oil, gas chromatography-mass spectrometry, Republic of Buryatia

References

1. Anenkhonov O.A., Pykhalova T.D., Osipov K.I., Sekulich I.R., Badmaeva N.K., Namzalov B.B., Krivobokov L.V., Munkueva M.S., Sutkin A.V., Tubshinova D.B., Tubanova D.Ia. *Opredelitel' rastenii Buriatii*. [The determinant of plants in Buryatia]. Ulan-Ude, 2001, pp. 531–540. (in Russ.).
2. Korobkov A.A., Galanin A.V., Belikov A.V. *Flora Daurii. Tom VI. (Asteraceae)*. [Flora of Dauria. Volume VI. (Asteraceae)]. Nakhodka, 2015, pp. 46. (in Russ.).
3. Tkachev A.V., Prokusheva D.L., Domrachev D.V. *Dikorastushchie efirnomaslichnye rasteniia Iuzhnoi Sibiri*. [Wild-growing essential oil plants of Southern Siberia]. Novosibirsk, 2017, 575 c. (in Russ.).
4. Alizadeh M., Aghaei M., Saadatian M., Sharifian I. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 2012, vol. 11, no. 5, pp. 493–496.
5. Misra L.N., Singh S.P. *J. Nat. Prod.*, 1986, no. 49, pp. 941.
6. Zhigzhitzhapova S.V., Radnaeva L.D., Gao Q., Chen S., Zhang F. *Industrial Crops and Products*, 2016, no. 83, pp. 462–469. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.12.083
7. Shatar S., Bodoev N.V., Zhigzhitzhapova S.V., Altantsetseg Sh., Namzalov B.B. *Efirnosnye rasteniia basseina reki Selenga*. [Эфирноосные растения бассейна реки Селенга]. Ulan-Ude, 2006, 134 p. (in Russ.).
8. Judzentiene A., Buzelyte J. *Chemija*, 2006, vol. 17, no. 1, pp. 12–15.
9. Pandey B.P., Thapa R., Upreti A. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 2017, vol. 10, no. 10, pp. 952–959. DOI: 10.1016/j.apjtm.2017.09.005
10. Blagojevic P., Radulovic N., Palic R., Stojanovic G. *J. Agric. Food Chem.*, 2006, no. 54, pp. 4780–4789.
11. Sadaka M.W.M., Moustapha Ch., Hasen T. *J. Damascus Univ. Basic Sci.*, 2011, vol. 28, no. 1, pp. 283–292.
12. Erel S.B., Reznicek G., Senol S.G., Karabay N.U., Konyalioplu S., Zeybek A.U. *Turk J. Biol.*, 2012, no. 36, pp. 75–84.
13. Jerkovic I., Mastelic J., Milos M., Jutcau F., Masotti V., Viano J. *Flavour Fragr. J.*, 2003, no. 18, pp. 436–440.
14. Aliakin A.A., Eftremov A.A., Angaskieva A.S., Grebennikova V.V. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2011, no. 3, pp. 123–127.
15. Khalilov L.M., Paramonov E.A., Khalilova A.Z., Odinokov V.N., Muldashev A.A., Baltaev U.A., Dzehemilev U.M. *J. Nat. Prod.*, 2001, no. 37, pp. 339–342.
16. *Flora Sibiri. Tom 13: Asteraceae (Compositae)*. [Flora of Siberia. Vol. 13: Asteraceae (Compositae)]. Novosibirsk, 1997, pp. 90–142. (in Russ.).
17. Lin Y.R., Shi Z., Humphries C.J., Gilbert M.G. *Flora of China: Volume 20–21 (Asteraceae)*, Beijing; St. Louis, 2011, Pp. 653–773.
18. Choi E., Park H., Lee J., Kim G. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2013, vol. 33, no. 1, pp. 92–97. DOI: 10.1016/S0254-6272(13)60107-7.
19. Gorjaev M.I., Bazalitskaia V.S., Poliakov P.P. *Khimicheskii sostav polynei*. [Chemical composition of wormwood]. Alma-Ata, 1962, 153 p. (in Russ.).
20. *Dikorastushchie poleznye rasteniia flory Mongol'skoi narodnoi respublikii*. [Wild-growing useful plants of the flora of the Mongolian People's Republic]. Leningrad, 1985, 236 p. (in Russ.).
21. Chunhui Deng Ch., Xu X., Yao N., Li N., Zhang X. *Analytica Chimica Acta*, 2006, vol. 556, no. 2, pp. 289–294. DOI: 10.1016/j.aca.2005.09.038
22. Ponamorenko L.P., Chingizova E.A., Dudkin R.V., Gorovoi P.G. *Rastitel'nye resursy*, 2014, vol. 50, no. 1, pp. 145–152. (in Russ.).
23. Tkachev A.V. *Issledovanie letuchikh veshchestv rastenii*. [Research of volatile substances of plants]. Novosibirsk, 2008, 969 p. (in Russ.).
24. Shatar S., Altantsetseg Sh., Darijima Sh. *Journal of essential oil bearing plants*, 2006, vol. 9, no. 1, pp. 22–27.

25. You Ch., Guo Sh., Zhang W., Yang K., Geng Zh., Du Sh., Wang Ch., Deng Zh. *Hindawi Publishing Corporation. Journal of Chemistry*, 2015, ID 549057. DOI: 10.1155/2015/549057
26. Liu Zh.L., Chu Sh.Sh., Liu Q.R. *Molecules*, 2010, no. 15, pp. 2600–2608. DOI: 10.3390/molecules15042600
27. Jiang Z., Tan J., Tan J., Li R. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 2016, vol. 19, no. 5, pp. 1155–1169. DOI: 10.1080/0972060X.2016.1185973
28. Chen L., Zhang H., Chao J., Liu J. *Journal of Ethnopharmacology*, 2017, no. 204, pp. 107–117. DOI: 10.1016/j.jep.2017.04.017
29. Zhang W., You Ch., Yang K., Chen R., Wang Y., Wu Y., Geng Zh., Chen H., Jiang H., Su Y., Lei N., Ma P., Du Sh., Deng Zh. *Journal of Oleo Science*, 2014, vol. 63, no. 8, pp. 829–837. DOI: 10.5650/jos.ess14057
30. Ozek G., Suleimen Y., Tabanca N., Doudkin R., Gorovoy P.G., Goger F., Wedge D.E., Ali A., Khan I. A., Basler K.H.C. *Rec. Nat. Prod.*, 2014, vol. 8, no. 3, pp. 242–261.
31. Kunihiro K., Myoda T., Tajima N., Gotoh K., Kaneshima T., Someya T., Toeda K., Fujimori T., Nishizawa M. *Journal of Oleo Science*, 2017, vol. 66, no. 8, pp. 843–849. DOI: 10.5650/jos.ess16006
32. Suleimen E.M., Dudkin R.V., Gorovoi P.G., Wang M., Khan I., Ross S.A. *Chemistry of Natural Compounds*, 2014, vol. 50, no. 3, pp. 545–546
33. Khanina M.A., Serykh E.A., Berezovskaya T.P., Khan V.A. *Chemistry of Natural Compounds*, 1991, vol. 27, no. 6, pp. 759–760. DOI: 10.1007/BF00629951
34. Zhang W., Yang K., You Ch., Wang Y., Wang Ch., Wu Y., Geng Zh., Su Y., Du Sh., Deng Zh. *Journal of Oleo Science*, 2015, vol. 64, no. 3, pp. 229–307. DOI: 10.5650/jos.ess14187

Received December 18, 2017

For citing: Zhigzhitzhapova S.V., Namzalov B.B., Dylenova E.P., Radnaeva L.D. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 2, pp. 45–54. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2018023536