

УДК 582.475.7:581.48:547.913(470.13)

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА СЕМЯН ПИХТЫ СИБИРСКОЙ (*ABIES SIBIRICA* LEDEB.) И СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.), ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

© Н.В. Герлинг*, И.В. Груздев, С.И. Тарасов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, ул. Коммунистическая, 28,
Сыктывкар, 167982, Россия, Gerling1@rambler.ru

Эфирные масла хвойных растений – это богатый источник ценных для производства терпенов, а также биологически активных веществ. В настоящее время при изучении эфирных масел хвойных растений основное внимание уделяется качественному и количественному составу эфирного масла, содержащемуся в хвое, как главному источнику сырья для промышленного производства. Данные по эфирным маслам, содержащимся в семенах хвойных растений, по сравнению с хвоей представлены незначительно. Методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) и хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС) исследован качественный и количественный состав эфирных масел семян пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Выход эфирного масла у пихты составил 4.3%, у сосны – 0.06% от абсолютно сухой массы. Доминирующие компоненты эфирного масла семян пихты сибирской: α -пинен (36.7%), борнилацетат (18%), β -пинен (11.1%) и камфен (10.9%). Доля сесквитерпеноидов составляла 3.2%, дитерпеноидов – 2.4% от цельного масла. В эфирном масле семян сосны обыкновенной мажорные компоненты: 2-пентилфуран (21.6%), 3-карен (12.5%) и α -пинен (11.2%). Сесквитерпеноиды и дитерпеноиды в составе эфирного масла занимают 5 и 30.1% от цельного масла соответственно. В отличие от состава эфирных масел хвои изученных пород в составе эфирных масел семян присутствует группа дитерпенов.

Ключевые слова: *Abies sibirica* Ledeb., *Pinus sylvestris* L., семена, эфирное масло, газожидкостная хроматография, хромато-масс-спектрометрия.

Для цитирования: Герлинг Н.В., Груздев И.В., Тарасов С.И. Качественный и количественный состав эфирного масла семян пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающих на территории Республики Коми // Химия растительного сырья. 2024. №4. С. 297–304. DOI: 10.14258/jcprm.20240414809.

Введение

Эфирные масла растений обладают уникальными свойствами, благодаря которым они широко используются в пищевой и ликеро-водочной промышленности, в производстве парфюмерно-косметической продукции, в медицине, производстве лакокрасочной продукции [1–5]. Потребности разных производств в эфирном масле стимулируют исследователей к изучению качественного и количественного состава эфирных масел растений, а также свойств их компонентов [6–9].

Наибольший интерес для промышленного получения эфирного масла представляют такие хвойные породы как сосна, ель и пихта, занимающие на Северо-Западе европейской части России лидирующее положение по площади распространения среди всех древесных растений [10]. Основным сырьем для получения эфирного масла является хвоя этих пород. Содержание эфирного масла в хвое в настоящее время наиболее полно изучено для пихты сибирской [11–14]. Количественный и качественный состав эфирного масла, содержащегося в других структурных частях пихты сибирской, в отечественной литературе освещен слабо: научные исследования по содержанию эфирного масла и его составу в шишках пихты сибирской единичны

* Автор, с которым следует вести переписку.

[15], а по содержанию эфирного масла в семенах – и вовсе отсутствуют. В зарубежных публикациях приведены данные по содержанию эфирного масла в шишках и семенах европейских представителей р. *Abies* таких как: *Abies alba* [16], *Abies marocana* [17], *Abies nordmanniana* [18]. Такая же картина характерна и для сосны обыкновенной: исследован количественный и качественный состав эфирного масла, содержащегося в хвое и шишках этого вида [19–23], по содержанию эфирных масел в семенах сосны обыкновенной данные отсутствуют.

Следует отметить, что выгонка эфирного масла из целых шишек не дает представления о его распределении в структурных элементах репродуктивного органа растения.

Основными причинами слабой изученности состава эфирного масла, содержащегося в семенах хвойных растений, по нашему мнению, являются сложности в получении семян, связанные с ограниченной доступностью шишек и нерегулярностью плодоношения, а также отсутствие заинтересованности со стороны промышленных потребителей эфирных масел. У пихты сибирской имеется, кроме того, еще и специфика плодоношения, затрудняющая сбор семян. После созревания семян чешуйки шишки полностью разлетаются, что является биологической особенностью генеративной сферы всех представителей р. *Abies*. Зрелые шишки пихты сибирской начинают рассыпаться в октябре, и семена опадают вместе с семенными чешуйками [10].

В фокусе настоящего исследования выявление качественных различий состава эфирного масла семян от эфирного масла других структурных частей растения в пределах одного вида, а также сравнение количественного и качественного состава эфирного масла разных видов, а именно: пихты и сосны.

Экспериментальная часть

Сбор сырья для исследования проводили в феврале 2023 г. в хвойно-лиственном насаждении, расположенном в подзоне средней тайги Республики Коми (62°09'08" с. ш., 50°24'17" в. д.). Навеска семян пихты сибирской при проведении анализа составила 15±0.5 г. Навеска семян сосны обыкновенной – 46.4±0.5 г. Взвешивание производили на весах «ВЛ-120» (Россия, «Госметр»). Эфирное масло из семян выделяли методом гидродистилляции, согласно [24]. Гидродистилляцию проводили в течение 4 часов, согласно [25]. В работе [26] установлено на примере семян *Abies alba*, что по окончании 4 часов гидродистилляции выход эфирного масла был пренебрежимо мал. Таким образом, данный временной интервал (4 ч) был признан оптимальным для выделения эфирного масла из семян.

Идентификацию компонентов эфирного масла семян проводили на хромато-масс-спектрометре TRACE DSQ (Thermo, США) в режиме электронной ионизации (энергия электронов 70 эВ, сканирование масс в интервале 50–650 а.е.м.). Для интерпретации масс-спектров использовали программное обеспечение Xcalibur Data System 1.4 и библиотеку масс-спектров NIST05 MS Library (210044 соединения).

Линейные индексы хроматографического удерживания компонентов (ИУ) рассчитывали при помощи программного обеспечения AMDIS 2.71, придерживаясь при хроматографическом разделении рекомендаций, данных в монографии [8]. Рассчитанные значения ИУ идентифицированных соединений сравнивали с ИУ компонентов эфирных масел, приводимыми в известных монографиях [8, 27, 28], а также в NIST05 MS Library для аналогичных условий хроматографического разделения. Для большинства идентифицированных компонентов расхождение рассчитанных значений ИУ с литературными данными составляет 2–5 ед. индекса.

Определение количественного содержания компонентов эфирного масла проводили на газовом хроматографе TRACE 1310 (Thermo, США) с пламенно-ионизационным детектором, совмещенным с системой сбора и обработки хроматографической информации Chromeleon 7.2. Условия хромато-масс-спектрометрического и газохроматографического определения компонентов эфирных масел были одинаковы: программирование температуры термостата колонок 35 °С – 5 °С/мин – 310 °С; кварцевая капиллярная колонка ZB-5 (Phenomenex): 30 м × 0.25 мм, толщина пленки 0.25 мкм (полидиметилсилоксан, 5% фенильных групп); газ-носитель – гелий (99.99 %), скорость потока через колонку – 0.5 см³/мин, деление потока – 1 : 50; температура испарителя 280 °С; интерфейса – 250 °С; детектора – 250 °С. Количественное содержание компонентов эфирного масла определяли методом внутренней нормализации, измерения проводили в четырехкратной повторности.

Обсуждение результатов

Эфирное масло как семян пихты сибирской, так и сосны обыкновенной представляет собой бесцветную маслянистую жидкость с характерным запахом. В ходе исследования у пихты идентифицировано 49

компонентов, составляющих 98.5% массы эфирного масла. У сосны обыкновенной компонентов было выделено в два раза меньше – 23, они составили 91% массы эфирного масла. Выход эфирного масла из семян пихты сибирской составил $4.3 \pm 0.05\%$, из семян сосны обыкновенной – $0.06 \pm 0.05\%$ в пересчете на абсолютно сухую массу (а.с.м.) сырья. Для сравнения: в хвое второго года пихты сибирской, произрастающей на Северо-Востоке европейской части России, выход эфирного масла составляет 5.2% а.с.м. [13]. У хвои сосны обыкновенной из Сербии выход эфирного масла – 0.45% [21].

В эфирном масле семян пихты доля монотерпенов с их кислородсодержащими производными составляет 92.9%, сесквитерпеноидов – 3.1%, дитерпеноидов – в количестве 2.4% от цельного масла (табл. 1). В эфирном масле семян сосны обыкновенной также доминируют монотерпеноиды – 55%, доля дитерпеноидов составляет 30.1% от цельного масла, доля сесквитерпеноидов – 5%.

Наибольшая доля в составе эфирного масла семян пихты сибирской приходится на следующие компоненты: α -пинен (36.7%), борнилацетат (18%), β -пинен (11.1%) и камфен (10.9%), которые относятся к группе монотерпенов (табл. 2). Согласно ранее полученным данным [13], в хвое пихты сибирской наибольшая доля эфирного масла представлена группой монотерпенов. Мажорные компоненты в составе эфирного масла хвои пихты сибирской – α -пинен (10.8%), борнилацетат (28.2%) и камфен (27.2%). По данным Д.К. Гуляева с соавторами [15], в эфирном масле шишек пихты сибирской доминирует группа монотерпенов и их кислородсодержащих производных. Основным компонентом эфирного масла шишек – борнилацетат (28.7%). Содержание эфирного масла в шишках пихты сибирской составляет 1.16% [15]. Таким образом, эфирное масло семян пихты сибирской отличается от эфирного масла ее шишек и хвои большей долей α -пинена и меньшим содержанием камфена и борнилацетата. В компонентном составе семян пихты сибирской, в отличие от хвои, содержатся вещества, входящие в группу дитерпенов, такие как абиетал (1.08%) и абиета-7,13-диен (0.28%).

В составе эфирного масла семян сосны обыкновенной доминирующими компонентами являются 2-пентилфуран (21.6%), 3-карен (12.5%) и α -пинен (11.2%), относящиеся к группе монотерпенов. В хвое этого вида, произрастающего в Литве, доминирующими компонентами эфирного масла являются β -пинен (18.5–33.0%) и δ -3-карен (9.1–24.6%) [19], в других условиях произрастания (Сербия) в хвое сосны преобладают: α -пинен (44.6%), лимонен (14.6%), мирцен (14.0%), β -пинен (13.1%) [21]. В шишках сосны обыкновенной, произрастающей в Словении, мажорными компонентами являются: α -пинен (28%), β -пинен (13%), мирцен (20%), Δ -3-карен (35%), лимонен (2%) [20]. В полученном нами эфирном масле семян сосны обыкновенной в отличие от эфирного масла хвои и шишек из западной Европы отсутствует мирцен. По данным Choi [28], в Южной Корее в шишках с семенами *P. koraiensis* было идентифицировано 23 компонента, мажорными компонентами являлись: α -пинен (29.87%), D-лимонен (19.26%), β -пинен (11.19%), β -мирцен (3.84%).

Для некоторых представителей р. *Abies* был также оценен выход эфирного масла из семян: *Abies alba* на Юге Польши – 7.4%, в центральной части Польши – 14.3% [16], *Abies marocana* – 5.3% [17], *Abies nordmanniana* 6.0% [18]. Отличие почти в 2 раза выхода эфирного масла семян *A. alba* по сравнению с другими изученными видами авторы связывают со способом отбора проб. В Центральной Польше отбор осуществлялся с земли вручную, сразу после падения семян. На Юге Польши семена были собраны непосредственно перед распадом шишки с деревьев [16]. При сравнении компонентного состава эфирного масла семян пихты сибирской с эфирными маслами семян других видов рода пихт (*A. alba*, *A. marocana* и *A. nordmanniana*) можно отметить, что для всех видов в составе эфирного масла характерно доминирование группы монотерпенов. Содержание сесквитерпенов в составе эфирных масел семян *A. alba*, *A. marocana* и *A. nordmanniana* минимально, а дитерпены присутствуют в следовых количествах [16–18]. Из группы монотерпенов у всех рассмотренных видов (*A. marocana*, *A. nordmanniana*, *A. alba*) доминировал лимонен (70%). По нашим данным, в семенах пихты сибирской содержание лимонена намного меньше и составляет 3.99% от общего выхода эфирного масла (табл. 2). Доля компонентов группы дитерпенов в составе эфирного масла пихты сибирской, наоборот, больше по сравнению с семенами других представителей рода пихт.

В целом в эфирном масле пихты сибирской и сосны обыкновенной, содержащемся в семенах, шишках и хвое, доминирует группа монотерпенов и их кислородсодержащих производных. Наибольший выход эфирного масла дает хвоя пихты, затем семена и шишки пихты сибирской. У сосны обыкновенной наибольший выход эфирного масла соответствует хвое.

Таблица 1. Содержание групп компонентов эфирного масла семян пихты и сосны

Класс соединений	<i>A. sibirica</i>	<i>P. sylvestris</i>
Монотерпеновые углеводороды	70.69	53.82
Кислородосодержащие монотерпеноиды	22.19	1.25
Сесквитерпеновые углеводороды	2.02	3.38
Кислородосодержащие сесквитерпеноиды	1.14	1.69
Дитерпеновые углеводороды	0.74	12.22
Кислородосодержащие дитерпеноиды	1.63	17.90
Всего	98.5	90.9

Таблица 2. Компонентный состав эфирного масла семян

ИУ	Название соединения	Содержание, % от цельного масла	
		<i>A. sibirica</i>	<i>P. sylvestris</i>
1	2	3	4
923	Трициклен (Tricyclene)	0.81	–
935	α -пинен (α -Pinene)	36.67	11.6
949	Камфен (Camphene)	10.91	0.55
977	β -пинен (β -Pinene)	11.15	3.8
991	β -мирцен (β -Myrcene)	0.63	–
993	2-пентилфуран (2-pentylfuran)	–	21.59
1011	3-карен (3-Carene)	4.04	12.53
1030	Лимонен (Limonene)	3.99	2.2
1057	γ -терпинен (γ -Terpinene)	0.09	–
1090	α -терпинолен (α -Terpinolene)	0.55	–
1117	Фенхол (Fenchol)	0.05	–
1130	α -камфоленал (α -Campholenal)	0.08	–
1143	Пинокарвеол (Pinocarveol)	0.25	1.07
1149	<i>Транс</i> -Вербенол (trans-Verbenol)	0.24	–
1153	Камфен-гидрат (Camphene hydrate)	1.27	–
1156	Камфора (Camphor)	–	0.48
1166	Пинокамфон (Pinocamphone)	0.03	–
1168	Пинокарвон (Pinocarvone)	0.02	–
1170	Борнеол (Borneol)	3.46	–
1182	Терпинен-4-ол (Terpinen-4-ol)	0.18	–
1195	α -терпинеол (α -Terpineol)	0.24	–
1202	Миртенол (Myrtenol)	0.19	–
1216	Вербенон (Verbenone)	0.10	–
1238	Метилловый эфир тимола (Thymol methyl ether)	0.06	–
1291	Борнилацетат (Bornyl acetate)	17.96	1.25
1344	γ -элемен (γ -Elemene)	0.06	–
1360	α -лонгипинен (α -Longipinene)	0.07	1.24
1380	α -иланген (α -Ylangene)	0.15	–
1385	Геранил ацетат (Geranyl acetate)	0.10	–
1418	Лонгифолен (Longifolene)	0.25	0.62
1430	Кариофиллен (Caryophyllene)	0.26	1.52
1452	Гуая-6,9-диен (Guaia-6,9-diene)	0.40	–
1462	α -химахален (α -Himachalene)	0.35	–
1466	Хумулен (Humulene)	0.21	–
1515	β -бизаболен (β -Bisabolene)	0.05	–
1539	<i>Транс</i> - γ -бизаболен (trans- γ -Bisabolene)	0.12	–
1613	Лонгиборнеол (Longiborneol)	0.16	–
1633	Селин-6-ен-4-ол (Selin-6-en-4-ol)	0.14	–
1663	Химахалол (Himachalol)	0.15	1.69
1695	Бизаболол (Bisabolol)	0.69	–
1983	13-Изопимарадиен (13-Isopimaradiene)	0.13	0.51
2012	Маноил оксид (Manoyl oxide)	0.04	–
2033	13-абиеадиен (13-Abietadiene)	0.05	–
2046	8,13-Abietadiene	–	5.28
2075	Дегидроабиеган (Dehydroabietane)	0.02	3.09
2103	Абиета-7,13-диен (Abieta-7,13-diene)	0.28	0.84
2171	Неоабиеадиен (Neoabietadiene)	0.10	1.72

Окончание таблицы 2

1	2	3	4
2259	Палюстрал (Palustral)	0.21	4.21
2291	Дегидроабиегал (Dehydroabietal)	0.03	8.37
2335	Абиегал (Abietal)	1.08	3.03
2401	Неоабиегал (Neoabietal)	0.27	2.29
2426	Абиетинол (Abietinol)	0.16	0.78

Выводы

Таким образом, выход эфирного масла из семян пихты сибирской составил 4.3%, что меньше по сравнению с другими представителями р. *Abies* (*A. alba* и *A. marocana*, *A. nordmanniana*). Выход эфирного масла из семян сосны обыкновенной значительно ниже, чем у пихты, и составляет 0.06%. Подавляющее большинство идентифицированных компонентов эфирного масла семян пихты сибирской относятся к группе монотерпенов. У сосны обыкновенной доля монотерпеноидов составила 55%. Доминирующими компонентами эфирного масла сосны обыкновенной являются 2-пентилфуран, 3-карен и α -пинен. Состав эфирного масла семян пихты сибирской отличается по мажорным компонентам от эфирных масел семян других видов общего рода. Доминирующие компоненты в эфирном масле семян *A. sibirica* – α -пинен и борнилацетат. Наибольший выход эфирного масла дает хвоя пихты, затем семена и шишки. В случае сосны обыкновенной наибольший выход эфирного масла также дает хвоя. В отличие от эфирного масла хвои масло семян пихты и сосны содержит вещества группы дитерпенов. Суммарное содержание компонентов группы дитерпеноидов в составе эфирного масла семян пихты сибирской – 2.4%, сосны обыкновенной – 30.1%.

Благодарности

Авторы выражают глубокую благодарность старшему научному сотруднику кандидату биологических наук В.В. Пунегову за помощь в выделении эфирных масел и Н.В. Коннину за помощь при сборе образцов.

Финансирование

Исследование выполнено на оборудовании ЦКП «Хроматография» Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН в рамках темы НИР «Зональные закономерности динамики структуры и продуктивности первичных и антропогенно измененных фитоценозов лесных и болотных экосистем европейского Северо-Востока России» (122040100031-8).

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Рождественский Д.А. Клиническая фармакология лекарственных средств на основе эфирных масел // Медицинские новости. 2015. №10. С. 16–18.
2. Ramsey J., Shropshire B., Nagy T., Chambers K., Li Y., Korach K. Essential Oils and Health // Yale J. Biol. Med. 2020. Vol. 29, no. 93(2). Pp. 291–305.
3. Sharma M., Grewal K., Jandrotia R., Batish D., Singh H., Kohli R. Essential oils as anticancer agents: Potential role in malignancies, drug delivery mechanisms, and immune system enhancement // Biomed. Pharmacother. 2022. Vol. 146. 112514. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112514>.
4. Beeby E., Magalhães M., Poças J., Collins T., Lemos M.F.L., Barros L., Ferreira I.C.F.R., Cabral C., Pires I.M. Secondary metabolites (essential oils) from sand-dune plants induce cytotoxic effects in cancer cells // J. Ethnopharmacol. 2020. Vol. 258. 112803. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112803>.
5. Suceveanu M., Alexa I., Patriciu O., Grosu L., Finaru A. Physicochemical characterization and acceptability of some artisanal mint liqueurs // Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry. 2018. Vol. 19 (2). Pp. 203–210.
6. Bufler U., Seufert G., Jüttner F. Monoterpene patterns of different tissues and plant parts of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) // Environmental Pollution. 1990. Vol. 68(3-4). Pp. 367–375. [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(90\)90038-e](https://doi.org/10.1016/0269-7491(90)90038-e).

7. Legault J., Dahl W., Debiton E., Pichette A., Madelmont J. Antitumor activity of balsam fir oil: production of reactive oxygen species induced by alpha-humulene as possible mechanism of action // *Planta Medica*. 2003. Vol. 69(5). Pp. 402–409. <https://doi.org/10.1055/s-2003-39695>.
8. Ткачѳв А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск, 2008. 969 с.
9. Ефремов Е.А., Ефремов А.А. Компонентный состав и физико-химические характеристики эфирного масла весенней лапки пихты сибирской // *Химия растительного сырья*. 2013. №4. С. 71–75. <https://doi.org/10.14258/jcprm.1304071>.
10. Леса Республики Коми / под ред. Г.М. Козубова, А.И. Таскаева. М., 1999. 331 с.
11. Шутова А.Г., Спиридович Е.В., Гаранович И.М., Сенькевич Г.Г., Курченко В.П. Состав эфирных масел представителей рода *Abies* HILL., интродуцированных в центральном ботаническом саду НАН Беларуси // *Труды БГУ*. 2008. Т. 3. С. 1–16.
12. Ефремов А.А., Струкова Е.Г., Нарчуганов А.Н. Компонентный состав эфирного масла лапки хвойных Сибирского региона по данным хромато-масс-спектрометрии // *Журнал Сибирского федерального университета. Сер. Химия*. 2009. №4. С. 335–350.
13. Герлинг Н.В., Пунегов В.В., Груздев И.В., Тарасов С.И. Оценка годовой динамики выхода эфирного масла хвои *Abies sibirica* в среднетаежной подзоне Республики Коми 2019 // *Растительные ресурсы*. 2019. Т. 55, №2. С. 268–278.
14. Гуляев Д.К., Яковлева Е.И., Машенко П.С., Солодников С.Ю., Белоногова В.Д. Антигипоксическая активность фракций эфирного масла пихты сибирской // *Химия растительного сырья*. 2020. №4. С. 273–280. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020047321>.
15. Гуляев Д.К., Машенко П.С., Бояршинов В.Д., Белоногова В.Д., Петров Р.С. Исследование состава эфирного масла пихты сибирской шишек, острой токсичности и антирадикальной активности их водного извлечения // *Медицина*. 2023. Т. 11(3). С. 54–65.
16. Wajs A., Urbańska J., Zaleskiewicz E., Bonikowski R. Composition of Essential Oil from Seeds and Cones of *Abies alba* // *Natural Product Communications*. 2010. Vol. 5 (8). Pp. 1291–1294.
17. Bazdi B., Oller Lopez J.L., Cuvera J.M., Olta J.E. Composition of the essential oil from the seeds of *Abies marocana* // *Journal of Essential Oil Research*. 2006. Vol. 18. Pp. 160–161.
18. Sagareishvili T.G. Composition of the essential oil of *Abies nordmanniana* // *Chemistry of Natural Compounds*. 1999. Vol. 35. P. 586.
19. Venskutonis P.R., Vyskupaityte K., Plausinaitis R. Composition of essential oils of *Pinus sylvestris* L. from different locations of Lithuania // *Essent. Oill*. 2000. Vol. 12. Pp. 559–565.
20. Zule J., Tišler V., Žurej A., Torelli N. Isolation and characterization of essential oils from the cones of norway spruce (*Picea abies* KARST.), european larch (*Larix decidua* MILL.) and scots pine (*Pinus sylvestris* L.) // *Zbornik gozdarstva in lesarstva*. 2003. Vol. 71. Pp. 159–172.
21. Marjanović-Balaban Ž., Cvjetković V.G., Kapović-Solomun M., Stanojević L., Stanojević J., Kalaba V. Quality testing of industrially produced essential oil of white pine (*Pinus sylvestris* L.) from the Republic of Srpska // *J. Eng. Process. Manag.* 2020. Vol. 12 (2). Pp. 36–43.
22. Чекушкина Н.В., Невзорова Т.В., Ефремов А.А. Фракционный состав эфирного масла сосны обыкновенной // *Химия растительного сырья*. 2008. №2. С. 87–90.
23. Суменкова А.М., Гуляев Д.К., Белоногова В.Д., Машенко П.С. Исследование состава эфирного масла древесной зелени сосны обыкновенной // *Фармация*. 2021. Т. 70(3). С. 31–35.
24. Государственная фармакопея СССР. XI изд. М., 1987. Т. 1. 335 с.
25. Wajs-Bonikowska A., Sienkiewicz M., Stobiecka A., Maciag A., Szoka Ł., Karnac E. Chemical composition and biological activity of *Abies alba* and *A. koreana* seed and cone essential oils and characterization of their seed hydrolates // *Chemistry & biodiversity*. 2015. Vol. 12. Pp. 407–418.
26. Choi J.-W., Kim R. Antimicrobial activity of essential oil of *Pinus koraiensis* seed against pathogens related to acne // *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*. 2014. Vol. 29(3). Pp. 179–182.
27. Adams R. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Quadrupole Mass Spectroscopy. Carol Stream: Allured Publishing, 2007. 804 p.
28. Ефремов А.А., Зыкова И.Д. Компонентный состав эфирных масел хвойных растений Сибири. Красноярск, 2013. 132 с.

Поступила в редакцию 16 февраля 2024 г.

После переработки 2 июля 2024 г.

Принята к публикации 5 сентября 2024 г.

Gerling N.V.*, Gruzdev I.V., Tarasov S.I. QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL OF SEEDS *ABIES SIBIRICA* LEDEB. AND *PINUS SYLVESTRIS* L. IN THE KOMI REPUBLIC

Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Kommunisticheskaya st., 28, Syktyvkar, 167982, Russia, GerlingI@rambler.ru

Essential oils of coniferous plants are a rich source of terpenes valuable for production, as well as biologically active substances. Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.) is the most studied species in terms of essential oil composition of coniferous plants growing in the European part of Russia, but there are no publications on the composition of essential oils of seeds. The qualitative and quantitative composition of Siberian fir seed essential oils was investigated by gas-liquid chromatography (GLC) and chromatography-mass spectrometry (GC/MS). The yield of essential oil was 4.3% of absolute dry weight. A total of 49 components were identified, the proportion of which is 98.5% of the essential oil mass. Monoterpenes and their oxygen-containing derivatives constitute the largest share of the oil. The dominant components are α -pinene (36.7%), bornyl acetate (18%), β -pinene (11.1%) and camphene (10.9%). The proportion of sesquiterpenes was 3.2% and diterpenes 2.4% of the whole oil. Of the sesquiterpenoids, bisabolol dominated (0.69%), and of the diterpenoids, abietal (1.1%). In contrast to Siberian fir needles, a group of diterpenes is present in the composition of essential oils of seeds.

Keywords: *Abies sibirica* Ledeb., seeds, essential oil, gas-liquid chromatography, chromato-mass spectrometry.

For citing: Gerling N.V., Gruzdev I.V., Tarasov S.I. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2024, no. 4, pp. 297–304. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20240414809.

References

1. Rozhdestvenskiy D.A. *Meditinskiye novosti*, 2015, no. 10, pp. 16–18. (in Russ.).
2. Ramsey J., Shropshire B., Nagy T., Chambers K., Li Y., Korach K. *Yale J. Biol. Med.*, 2020, vol. 29, no. 93(2), pp. 291–305.
3. Sharma M., Grewal K., Jandrotia R., Batish D., Singh H., Kohli R. *Biomed. Pharmacother.*, 2022, vol. 146, 112514. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112514>.
4. Beeby E., Magalhães M., Poças J., Collins T., Lemos M.F.L., Barros L., Ferreira I.C.F.R., Cabral C., Pires I.M. *J. Ethnopharmacol.*, 2020, vol. 258, 112803. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112803>.
5. Suceveanu M., Alexa I., Patriciu O., Grosu L., Finaru A. *Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 2018, vol. 19 (2), pp. 203–210.
6. Bufler U., Seufert G., Jüttner F. *Environmental Pollution*, 1990, vol. 68(3-4), pp. 367–375. [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(90\)90038-e](https://doi.org/10.1016/0269-7491(90)90038-e).
7. Legault J., Dahl W., Debiton E., Pichette A., Madelmont J. *Planta Medica*, 2003, vol. 69(5), pp. 402–409. <https://doi.org/10.1055/s-2003-39695>.
8. Tkachov A.V. *Issledovaniye letuchikh veshchestv rasteniy*. [Study of plant volatile substances]. Novosibirsk, 2008, 969 p. (in Russ.).
9. Yefremov Ye.A., Yefremov A.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2013, no. 4, pp. 71–75. <https://doi.org/10.14258/jcprm.1304071>. (in Russ.).
10. *Lesa Respubliki Komi* [Forests of the Komi Republic], ed. G.M. Kozubov, A.I. Taskayev. Moscow, 1999, 331 p. (in Russ.).
11. Shutova A.G., Spiridovich Ye.V., Garanovich I.M., Sen'kevich G.G., Kurchenko V.P. *Trudy BGU*, 2008, vol. 3, pp. 1–16. (in Russ.).
12. Yefremov A.A., Strukova Ye.G., Narchuganov A.N. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Ser. Khimiya*, 2009, no. 4, pp. 335–350. (in Russ.).
13. Gerling N.V., Punegov V.V., Gruzdev I.V., Tarasov S.I. *Rastitel'nyye resursy*, 2019, vol. 55, no. 2, pp. 268–278. (in Russ.).
14. Gulyayev D.K., Yakovleva Ye.I., Mashchenko P.S., Solodnikov S.Yu., Belonogova V.D. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 4, pp. 273–280. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020047321>. (in Russ.).
15. Gulyayev D.K., Mashchenko P.S., Boyarshinov V.D., Belonogova V.D., Petrov R.S. *Meditsina*, 2023, vol. 11(3), pp. 54–65. (in Russ.).
16. Wajs A., Urbańska J., Zaleskiewicz E., Bonikowski R. *Natural Product Communications*, 2010, vol. 5 (8), pp. 1291–1294.
17. Bazdi B., Oller Lopez J.L., Cuvera J.M., Olta J.E. *Journal of Essential Oil Research*, 2006, vol. 18, pp. 160–161.
18. Sagareishvili T.G. *Chemistry of Natural Compounds*, 1999, vol. 35, p. 586.
19. Venskutonis P.R., Vyskupaityte K., Plausinaitis R. *Essent. Oill.*, 2000, vol. 12, pp. 559–565.
20. Zule J., Tišler V., Žurej A., Torelli N. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 2003, vol. 71, pp. 159–172.
21. Marjanović-Balaban Ž., Cvjetković V.G., Kapović-Solomun M., Stanojević L., Stanojević J., Kalaba V. *J. Eng. Process. Manag.*, 2020, vol. 12 (2), pp. 36–43.
22. Chekushkina N.V., Nevzorova T.V., Yefremov A.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2008, no. 2, pp. 87–90. (in Russ.).
23. Sumenkova A.M., Gulyayev D.K., Belonogova V.D., Mashchenko P.S. *Farmatsiya*, 2021, vol. 70(3), pp. 31–35. (in Russ.).

* Corresponding author.

24. *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. XI izd.* [State Pharmacopoeia of the USSR. XI ed.]. Moscow, 1987, vol. 1, 335 p. (in Russ.).
25. Wajs-Bonikowska A., Sienkiewicz M., Stobiecka A., Maciag A., Szoka Ł., Karnac E. *Chemistry & biodiversity*, 2015, vol. 12, pp. 407–418.
26. Choi J.-W., Kim R. *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*, 2014, vol. 29(3), pp. 179–182.
27. Adams R. *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Quadrupole Mass Spectroscopy*. Carol Stream: Allured Publishing, 2007, 804 p.
28. Efremov A.A., Zyкова I.D. *Komponentnyy sostav efirnykh masel khvoynykh rasteniy Sibiri*. [Component composition of essential oils of coniferous plants of Siberia]. Krasnoyarsk, 2013, 132 p. (in Russ.).

Received February 16, 2024

Revised July 2, 2024

Accepted September 5, 2024

Сведения об авторах

Герлинг Наталья Владимировна – кандидат биологических наук, научный сотрудник, Gerling1@rambler.ru

Груздев Иван Владимирович – доктор химических наук, доцент, gruzdev@ib.komisc.ru

Тарасов Сергей Иванович – кандидат биологических наук, научный сотрудник, tarasov@rambler.ru

Information about authors

Gerling Natalia Vladimirovna – candidate of biological sciences, research fellow, Gerling1@rambler.ru

Gruzdev Ivan Vladimirovich – doctor of chemical sciences, associate professor, gruzdev@ib.komisc.ru

Tarasov Sergey Ivanovich – candidate of biological sciences, research fellow, tarasov@rambler.ru