

УДК 547.913:582.477

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО (*JUNIPERUS COMMUNIS* L.) ПОД ПОЛОГОМ ЕЛОВОГО ДРЕВОСТОЯ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

© Н.В. Герлинг*, В.В. Пунегов, И.В. Груздев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, ул. Коммунистическая, 28, ГСП-2, Сыктывкар, Республика Коми, 167982 (Россия), e-mail: Gerling1@rambler.ru

Эфирное масло можжевельника обыкновенного, произрастающего под пологом ельника чернично-сфагнового, представляет собой жидкость светло-желтого цвета. Содержание эфирного масла в охвоенном побеге можжевельника обыкновенного составило 0,81%. В эфирном масле идентифицировано 39 компонентов веществ, их массовая доля составляла 86% полного состава эфирного масла. Из идентифицированных компонентов монотерпены занимали в эфирном масле 90,5%, сесквитерпены – 0,4%, спирты – 7,5% и эфиры – 1,6%. В составе эфирного масла можжевельника обыкновенного 96 веществ имели концентрацию менее 1%, 10 веществ – от 1–5%, четыре вещества – свыше 5%. Более высокая концентрация отмечена для таких компонентов, как α -пинен – 27,2%, β -пинен – 22,4%, 3-карен – 7% и β -фелландрен – 5,7%. Компонентный состав эфирного масла можжевельника обыкновенного характеризуется географической изменчивостью. Выход эфирного масла из охвоенных побегов можжевельника имеет близкие значения с выходом эфирного масла сосны (*Pinus rumila* (Pall.) Regel.) в Хабаровском крае, однако по содержанию фракции монотерпеноидов превосходит сосну, а по фракции сесквитерпеноидов – уступает.

Ключевые слова: *Juniperus communis*, побег, эфирное масло.

Введение

Род *Juniperus* (Cupressaceae) включает 68 видов и 36 разновидностей вечнозеленых древесных растений [1]. Можжевельник обыкновенный – единственный вид рода *Juniperus*, распространенный в Северном и Южном полушариях Земли [1]. По обилию выделяемых бактерицидных эфирных веществ он превосходит все хвойные растения таежной зоны [2]. Основными органами можжевельника, содержащими эфирные масла, являются хвоя, шишкоягоды и древесина [3]. Содержание эфирного масла *J. communis* ssp. *nana* в хвое, шишкоягодах и древесине составляло 0,78; 0,70 и 0,12% соответственно [4]. Качественный и количественный составы эфирного масла изучены у можжевельника обыкновенного, произрастающего в Северной Греции [5], Италии [6], Литве [7], Швеции [8], Китае [9], Польше [10], Канада [11], Хорватия [12].

Цель настоящей работы заключалась в выявлении качественного и количественного составов эфирного масла, выделяемого из охвоенных побегов можжевельника обыкновенного, произрастающего в подзоне средней тайги.

Экспериментальная часть

Герлинг Наталья Владимировна – кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: Gerling1@rambler.ru

Пунегов Василий Витальевич – кандидат химических наук, старший научный сотрудник, e-mail: punegov@ib.komisc.ru

Груздев Иван Владимирович – кандидат химических наук, доцент, e-mail: gruzdev@ib.komisc.ru

Сбор образцов охвоенных побегов можжевельника обыкновенного проводили в мае 2012 г. в ельнике чернично-сфагновом (62°16'03'' с.ш. 50°41'07'' в.д.), расположенном в подзоне средней тайги. Эфирное масло выделяли методом гидродистилляции по способу П ГФ СССР (11-е изд.) [13]. Навеску образцов побегов с хвоей в 20 г помещали

* Автор, с которым следует вести переписку.

в круглодонную колбу объемом 1 л, снабженную насадкой Клевенджера, и проводили гидродистилляцию в течение 3,5 ч. Эфирное масло экстрагировали из конденсата пентаном (3 мл). Полученный раствор обезвоживали, помещая на 12 ч в морозильную камеру. Пентан отделяли от эфирного масла термостатированием колбы при +50 °С на водяной бане. Выход эфирного масла определяли хроматографически. С эфирным маслом в пентане проводили газохроматографический (ГХ) и хромато-масс-спектрометрический (ГХ/МС) анализы. Компонентный состав эфирного масла можжевельника обыкновенного определяли методами ГХ с пламенно-ионизационным детектором (ПИД) и ГХ/МС.

Газохроматографический анализ выполняли на хроматографе «Кристалл 2000М» (Хроматэк, Россия) с пламенно-ионизационным детектором, совмещенным с системой сбора и обработки хроматографической информации «Хроматэк Аналитик 2.5». Идентификацию веществ проводили на хромато-масс-спектрометре TRACE DSQ фирмы Thermo (газовый хроматограф TRACE GC Ultra и масс-спектрометр DSQ) в режиме полного ионного тока (энергия электронов 70 эВ). Условия определения компонентов эфирных масел в обоих методах были одинаковы: программирование температуры термостата колонок 40 °С (4 мин) – 4 °С/мин – 300 °С (10 мин); кварцевая капиллярная колонка TR-5MS (Thermo) 30 м × 0,25 мм, толщина пленки (полифенилметилсиликон, 5% фенильных групп) – 0,25 мкм; газ-носитель – гелий (99,99 %), скорость потока через колонку – 0,6 см³/мин, деление потока – 1 : 50; температура испарителя – 280 °С, интерфейса масс-спектрометра – 250 °С, источника ионов – 200 °С, пламенно-ионизационного детектора – 265 °С. Интерпретацию масс-спектров проводили с использованием программного обеспечения Xcalibur Data System (ver. 1.4 SR1) и библиотеки масс-спектров NIST 05 (ver. 2.0, 220 тыс. соединений). Количественное содержание компонентов эфирного масла оценивали методом внутренней нормализации, измерения проводили в трехкратной повторности.

Обсуждение результатов

Эфирное масло можжевельника обыкновенного представляет собой жидкость светло-желтого цвета. Содержание эфирного масла в охвоенном побеге составило $0,81 \pm 0,04\%$. В эфирном масле можжевельника обыкновенного идентифицировано 39 компонентов из 110 обнаруженных. Массовая доля идентифицированных компонентов эфирного масла составила 86% (табл. 1). Из идентифицированных компонентов монотерпены занимали 90,5%, сесквитерпены – 0,4%, спирты – 7,5% и эфиры – 1,6%.

В составе эфирного масла можжевельника обыкновенного 96 веществ имели концентрацию менее 1%, 10 веществ – от 1–5%, четыре вещества – свыше 5%. Более высокая концентрация отмечена для таких компонентов, как α -пинен – 27,2%, β -пинен – 22,4%, 3-карен – 7% и β -фелландрен – 5,7%. У *J. communis*, произрастающего в Швеции, в эфирном масле наибольший процент занимали α -пинен (56,8%), β -пинен (8,9%), лимонен (5,1%), δ -3-карен (4,7%) [8], в Северной Греции – α -пинен (41,3%), сабинен (17,4%) [5] (табл. 2). По данным Ф. Шамира [14], у можжевельника обыкновенного в Северном Иране в эфирном масле хвой больше всего содержались следующие компоненты: сабинен (40,7%), α -пинен (12,5%) и 4-терпинен (12,3%). С этими результатами согласуются данные Angioni В.А. и соавт. [6], которые определили, что в эфирном масле хвой можжевельника из Италии наибольшее содержание также сабинена (61,1%) и α -пинена (6,4%). На основании состава эфирного масла можжевельника обыкновенного можно выделить хемотипы исследованных популяций: с доминированием в составе эфирного масла α -пинена [5, 8–12] и сабинена [6, 7]. Таким образом, качественный и количественный составы эфирного масла можжевельника характеризуются географической вариабельностью и могут быть использованы для хемосистематики.

Можжевельник обыкновенный по своей экотопической принадлежности относится к свите сосны, которая образует светлохвойные леса [15–17], однако выход и состав эфирного масла имеют свои особенности у каждого вида. У сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) в Красноярском крае (заповедник «Столбы») выход эфирного масла из хвой составлял 1,06% от а.с.м. [18], доля α -пинена в нем – 31%, 3-карена – 8,4%. В целом выход суммы монотерпеноидов эфирного масла сосны обыкновенной составил 52,5%, суммы сесквитерпеноидов – 45,5%, суммы кислородсодержащих соединений – 2% [18]. Выход эфирного масла из свежесобранного сырья древесной зелени *Pinus pumila* (Pall.) Regel. в Хабаровском крае составлял 0,54%. Среди идентифицированных компонентов наиболее высокая доля принадлежала α -пинену (26,9%), 3-карену (12,8%) и β -фелландрену (10,4%) [19]. Выход эфирного масла из охвоенных побегов можжевельника имеет близкие значения с выходом эфирного масла сосны, однако по содержанию фракции монотерпеноидов превосходит сосну, а по фракции сесквитерпеноидов – уступает.

Таблица 1. Идентифицированные компоненты эфирного масла охвоенных побегов можжевельника обыкновенного

№	J	Компонент	Содержание от цельного масла, %
1	932	β -туйен (β -Thujene)	2,37–2,43
2	946	α -пинен (α -Pinene)	26,94–27,52
3	957	Камфен (Camphene)	0,22–0,23
4	972	2,6-диметил-1,3,5,7-октатетраен (2,6-dimethyl-1,3,5,7-octatetraene)	0,25–0,26
5	985	β -пинен (β -Pinene)	22,14–22,56
6	1001	β -мирцен (β -Myrcene)	4,29–4,38
7	1020	3-карен (3-Carene)	6,92–7,01
8	1029	α -терпинен (α -Terpinene)	1,52–1,55
9	1043	D-сильвестрен (D-Sylvestrene)	2,16–2,20
10	1045	β -фелландрен (β -Phellandrene)	5,69–5,75
11	1072	γ -терпинен (γ -Terpinene)	1,16–2,80
12	1088	<i>цис</i> - β -терпинеол (cis- β -Terpineol)	0,27–0,31
13	1099	Терпинолен (Terpinolen)	2,96–3,00
14	1120	Изовалериановая кислота (Isovaleric acid, iso pentyester)	0,42–0,47
15	1126	Масляная кислота (Butyric acid)	0,03–0,04
16	1130	α -туйон (α -Thujone)	0,19
17	1138	<i>транс</i> -изолимоненол (trans-Isolimonenol)	0,16
18	1144	Валерат изо-пентенилового спирта (Valeric acid 3-methylbut-2-enil ester)	0,25–0,30
19	1163	<i>цис</i> -изолимоненол (cis-Isolimonenol)	0,37–0,40
20	1203	4-Терпинеол (4-Terpineol)	4,71–4,74
21	1218	α -Терпинеол (α -terpinenol)	0,34–0,35
22	1247	Вербенил ацетат (Verbenyl acetate)	0,23
23	1272	Метилцитронеллат (Methylcitronelat)	0,16–0,17
24	1303	Борнил ацетат (Bornyl acetate)	0,17–0,18
25	1343	Миртенил ацетат (Myrtenyl acetate)	0,61–0,66
26	1365	α -терпинеол ацетат (α -Terpinenol acetate)	0,62–0,66
27	1406	1 Винил, 2 изопропенил-мент-8-ен (Cyclohexan, 2,4-disopropenyl-1-methyl-1-vinyl)	0,08–0,09
28	1438	γ -элемен (γ -Elemene)	0,03
29	1502	Гермакрен В (Germacrene B)	0,10–0,12
30	1528	4,9-кадинадиен (4,9-Cadinadiene)	0,07–0,08
31	1537	Кадина-1(10),4-диен (Cadina-1(10),4-dien)	0,13–0,14
32	1584	α -элебол (α -Elemol)	0,11–0,14
33	1606	Z-неролидол (Z-Nerolidol)	0,07–0,08
34	1609	Спатуленол (Spathulenol)	0,03–0,04
35	1672	n-цетан (n-Cetane)	0,05–0,06
36	1675	τ -мууролол (τ -Muurolol)	0,09–0,1
37	1687	τ -кадинол (τ -Cadinol)	0,23–0,28
38	1731	α -бизаболол (α -Bisabolol)	0,04–0,07
39	1746	Фарнезол (Farnesol)	0,02

Таблица 2. Качественный и количественный составы эфирного масла хвои *Juniperus communis*, по данным литературных источников

Компонент	[7]	[11]	[12]	[10]	[9]	[6]	[5]	[8]
	Литва	Канада	Хорватия	Польша	Китай	Италия	Греция	Швеция
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
α -туйен (α -Thujene)	0,1	–	–	0,7	0,2	2,3	1,7	0,1
β -туйен (β -Thujene)	–	–	3,6	–	–	–	–	–
α -пинен (α -Pinene)	27,8	81	16,9	70,9	27	6,4	41,3	56,8
α -фенхен (α -Fenchene)	–	–	–	–	–	–	0,1	0,3
Камфен (Camphene)	0,2	0,6	–	0,5	1,2	0,04	0,3	0,6
Сабинен (Sabinene)	38,7	0,3	12,1	7,6	1,2	61,1	17,4	0,7
β -пинен (β -Pinene)	0,5	5,2	–	2,2	5,2	0,6	2,1	4,4
Мирцен (Myrcene)	2,9	3,4	–	2,5	2,5	2,6	2,7	5,2
δ -2-карен (δ -2-Carene)	–	–	–	–	–	–	0,7	0,2
α -фелландрен (α -Phellandrene)	tr.	tr.	–	1,2	–	0,1	0,2	2,1
δ -3-карен (δ -3-Carene)	0,2	1,4	–	0,4	–	–	0,7	4,7
α -терпинен (α -Terpinene)	1,2	–	3,8	–	–	1,8	1,2	tr.

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
β-терпинен (β-Terpinene)	–	–	4,3	–	–	–	–	–
p-цимен (p-Cymene)	0,1	tr.	2,5	0,5	0,8	1,2	0,9	0,3
Лимонен (Limonene)	2,1	1	0,2	–	6,2	2,5	4,2	5,1
1,8-цинеол (1,8-Cineole)	–	–	–	–	–	–	1,2	–
Борнилен (Bornylene)	–	–	1,7	–	–	–	–	–
β-фелландрен (β-Phellandrene)	0,9	0,7	7,3	3,4	–	–	0,4	8,9
(E)-β-оцимен ((E)-β-Ocimene)	0,1	–	–	–	–	–	0,2	0,1
Амелизобутират (Amyl Isobutyrate)	–	–	–	–	–	–	–	0,2
γ-терпинен (γ-Terpinene)	2,2	tr.	5,9	0,1	–	3,3	2,1	tr.
цис-сабинен гидрат (cis-Sabinene hydrate)	0,4	–	–	0,1	–	–	0,1	tr.
Октен-3-ол (Octen-3-ol)	–	–	–	–	–	–	0,1	–
Терпинолен (Terpinolene)	1,5	–	2,9	0,5	–	1,3	1,2	1,1
p-цименен (p-Cymenene)	–	–	–	0,1	–	–	–	–
Цембрен (Cembrene)	–	–	0,7	–	–	–	–	–
транс-сабинен гидрат (trans-Sabinene hydrate)	0,3	–	–	0,1	–	–	0,2	–
Фенхон (Fenchone)	–	tr.	–	–	0,1	–	0,03	–
α-туйон (α-Thujone)	0,4	tr.	0,1	–	–	–	–	–
β-туйон (β-Thujone)	0,2	–	–	–	–	0,3	0,1	–
цис-p-мента-2-ен-1-ол (cis-p-Mentha-2-en-1-ol)	0,3	–	–	–	–	–	0,2	tr.
транс-p-мента-2-ен-1-ол (trans-p-Mentha-2-en-1-ol)	–	–	–	–	–	–	0,3	–
транс-вербенол (trans-Verbenol)	tr.	–	–	–	–	–	–	–
Камфора (Camphor)	0,1	–	0,1	–	2,2	–	0,3	–
Цитронеллал (Citronellal)	–	–	–	–	–	–	0,3	–
Пинокарвон (Pinocarvone)	–	–	–	–	–	–	0,1	–
Камфен гидрат (Camphene hydrate)	tr.	–	–	–	–	–	–	–
Борнеол (Borneol)	0,1	–	0,3	–	0,6	–	0,1	0,2
Терпинен-1-ол (Terpinen-1-ol)	–	–	–	–	0,5	–	–	–
Терпинен-4-ол (Terpinen-4-ol)	6,9	0,1	7,7	0,2	1,6	10,7	2,8	0,2
Юнипенен (Junipene)	–	–	–	–	2,5	–	–	–
p-цимен-8-ол (p-Cymen-8-ol)	0,1	–	0,2	–	0,4	–	–	tr.
β-ионон (β-Ionone)	–	–	0,1	–	–	–	–	–
α-терпинеол (α-Terpineol)	0,6	0,3	1,1	–	14	0,5	0,5	0,2
δ-терпинеол (δ-Terpineol)	–	–	–	–	0,5	–	–	–
цис-β-терпинеол (cis-β-Terpineol)	–	–	–	–	1,9	–	–	–
транс-β-терпинеол (trans-β-Terpineol)	–	–	–	–	0,9	0,7	–	–
γ-терпинеол (γ-Terpineol)	–	–	–	–	1,4	–	–	–
1-p-ментен-8-ил-ацетат (1-p-menthen-8-yl-acetate)	–	–	0,9	–	–	–	–	–
Фелландрал (Phellandral)	–	–	0,1	–	–	–	–	–
2,4-декадиеналь (2,4-Decadienal)	–	–	0,1	–	–	–	–	–
p-мента-2,5-диен-7-ол (p-menta-2,5-dien-7-ol)	–	–	0,3	–	–	–	–	–
транс-карвеол (trans-Carveol)	–	–	0,2	–	0,2	–	0,03	–
транс-пинокарвеол (trans-Pinocarveol)	–	–	–	–	0,6	–	–	–
цис-пиперитол (cis-Piperitol)	0,1	–	0,3	–	–	–	–	–
Додекан (Dodecane)	tr.	–	–	–	–	–	–	–
β-цитронеллол (β-Citronellol)	–	–	0,1	–	–	–	0,2	–
1,8-цинеол (1,8-Cineole)	–	–	–	–	0,7	–	–	–
транс-пиперитол (trans-Piperitol)	tr.	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Метил тимол (Methyl thymol)	0,2	–	–	–	–	–	–	–
Карвакрол, метиловый эфир (Carvacrol, methyl ether)	0,1	–	0,1	–	–	–	–	–
Линалоол (Linalool)	–	0,3	tr.	–	10,9	–	0,1	0,1
Метил цитронеллат (Methyl citronellate)	tr.	0,5	–	–	–	–	–	–
Линолил ацетат (Linalyl acetate)	–	–	–	–	–	–	0,1	–
Борнил ацетат (Bornyl acetate)	0,5	0,6	0,7	0,3	2,1	0,1	0,4	0,9
<i>транс</i> -сабинил ацетат (<i>trans</i> -Sabinyl acetate)	0,1	–	–	–	–	–	–	–
2-ундеканон (2-Undecanone)	0,1	–	–	–	–	–	–	–
Туйанол ацетат (Thujanol acetate)	0,1	–	–	–	–	–	–	–
Терпинен-4-ол ацетат (Terpinen-4-ol acetate)	0,4	–	–	–	–	–	–	–
δ-элемен (δ-Elemene)	0,4	–	–	–	–	–	–	–
α-терпинил ацетат (α-Terpinyl acetate)	0,1	–	–	–	–	0,4	–	–
Миртенал (Mурtenal)	–	0,3	–	–	0,5	–	–	–
Цитронеллил ацетат (Citronellyl acetate)	0,1	0,2	0,1	–	–	–	0,5	tr.
<i>цис</i> -пинокарвил ацетат (<i>cis</i> -Pinocarvyl acetate)	–	–	–	0,2	–	–	–	–
Миртенил ацетат (Mурtenyl acetate)	–	1,2	0,2	–	–	0,04	–	tr.
α-копаен (α-Copaene)	tr.	–	–	–	–	–	0,3	–
Геранил ацетат (Geranyl acetate)	tr.	–	–	–	–	–	–	–
α-пинен оксид α-pinene oxide	–	–	–	–	0,8	–	–	–
<i>транс</i> -миртанол ацетат (<i>trans</i> - Mурtanol acetate)	0,5	–	–	0,1	–	–	–	–
β-элемен (β-Elemene)	0,4	–	–	0,8	–	–	0,1	0,2
β-кариофиллен (β-Caryophyllene)	0,2	–	0,3	–	0,1	–	1,7	0,7
Виддрен (Widdrene)	–	–	6,4	–	–	–	–	–
β-гурьюнен (β-Gurjunene)	tr.	–	–	–	–	–	–	–
Периллен (Perillen)	–	–	–	–	0,3	–	–	–
γ-элемен (γ-Elemene)	0,1	–	0,7	2,1	–	–	–	–
<i>транс</i> -линалоол оксид (<i>trans</i> -Linalool oxide)	–	–	–	–	0,3	–	–	–
<i>цис</i> -линалоол оксид (<i>cis</i> -Linalool oxide)	–	–	–	–	0,4	–	–	–
α-гумулен (α-Humulene)	0,3	–	0,3	1,3	0,6	0,1	1,6	0,5
(<i>E</i>)-β-фарнезен ((<i>E</i>)-β-Farnesene)	tr.	–	–	–	–	–	–	–
α-муролен (α-Murolene)	–	–	–	–	0,4	0,1	0,2	0,2
γ-муролен (γ-Murolene)	0,1	–	–	0,1	0,3	–	0,3	tr.
Гермакрен Д (Germacrene D)	0,5	–	–	2,2	–	0,8	1,8	0,7
β-селинен (β-Selinene)	tr.	–	0,2	0,1	–	–	–	–
α-копаен (α-Copaene)	–	–	–	–	0,4	–	–	–
Бициклогермакрен (Bicyclogermacrene)	–	–	–	0,4	–	–	–	–
Карвон (Carvone)	–	–	–	–	0,2	–	–	–
β-кубебен (β-Cubebene)	–	–	0,7	–	–	–	0,03	–
Аристолен (Aristolene)	–	–	0,5	–	–	–	–	–
β-химахален (β-Himachalene)	–	–	0,5	–	–	–	–	–
<i>эпи</i> -кубебол (<i>epi</i> -Cubebol)	0,2	–	–	–	–	–	–	tr.
Гермакрен А (Germacrene A)	–	–	–	–	–	–	–	0,1
γ-кадинен (γ-Cadinene)	0,1	–	–	0,1	0,3	–	0,7	0,2

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
δ-кадинен (δ-Cadinene)	0,7	0,5	1,4	0,2	–	–	0,9	0,5
ε-кадинен (ε-Cadinene)	–	0,3	–	–	–	–	–	–
α-кадинен (α-Cadinene)	–	–	–	–	–	–	0,1	tr.
Геранил ацетат (Geranyl acetate)	–	tr.	–	–	–	–	–	–
Цитронеллил ацетат (Citronellyl butyrate)	0,2	–	–	–	–	–	–	–
Миртенол (Myrtenol)	0,1	0,2	0,2	–	0,4	–	–	–
цис-Сесквисабинен гидрат (cis-Sesquisabinene hydrate)	0,1	–	1,1	–	–	–	–	–
транс-сабинен гидрат (trans-sabinene hydrate)	–	–	0,6	–	–	–	–	–
Элемол (Elemol)	0,4	tr.	0,1	–	–	–	–	tr.
Капнеллан-8-он (Capnellane-8-on)	–	–	0,2	–	–	–	–	–
α-цедрол (α-Cedrol)	–	–	0,3	–	–	–	–	–
Гермакрен В (Germacrene B)	0,4	–	–	–	–	–	–	0,3
ГермакренД-4-ол (Germacrene D-4-ol)	0,2	–	–	0,2	–	–	–	0,8
Спатуленол (Spathulenol)	0,6	–	0,4	0,1	–	–	–	tr.
Кариофиллен оксид (Caryophyllene oxide)	tr.	–	–	–	–	0,1	–	tr.
Этил додеканот (Ethyl dodecanoate)	0,1	–	–	–	–	–	–	–
1-эпи-кубенол (1-epi-Cubenol)	0,4	–	–	–	–	–	–	tr.
эпи-α-кадинол (epi-α-Cadinol)	0,4	–	–	–	0,1	–	–	tr.
эпи-α-муролол (epi-α-Muurolol)	0,5	–	–	–	–	–	–	0,4
α-муролол (α-Muurolol)	0,4	–	–	–	–	–	–	tr.
Т-муролол (Т-Muurolol)	–	–	0,3	–	–	–	–	–
α-кадинол (α-Cadinol)	1,1	–	–	–	–	–	0,7	0,5
Т-кадинол (Т-Cadinol)	–	–	0,3	–	–	–	0,8	–
Шиобунол (Shyobunol)	–	–	–	–	–	–	–	0,7
Фарнезол (Farnesol)	–	0,1	–	–	–	–	–	–
(E)-неролидол ((E)-Nerolidol)	–	–	–	–	–	–	1	–
14-гидрокси-9-эпи-β-кариофиллен (14-hydroxy-9-epi-β-Caryophyllene)	0,2	–	–	–	–	–	–	–
Эудесм-7(11)-ен-4-ол (Eudesm-7(11)-en-4-ol)	0,1	–	–	–	–	–	–	–
(Z)-3-гексенил нонаноат ((Z)-3-Hexenyl nonanoate)	–	–	–	–	0,5	–	–	–
Изокариофиллен оксид (Isocaryophyllene oxide)	–	–	–	–	0,8	–	–	–
Гумулен оксид (Humulene oxide)	–	–	–	–	–	–	0,7	–
Кариофиллен оксид (Caryophyllene oxide)	–	–	–	–	2,6	–	0,8	–
Total	98,5	98,2	90,6	99,7	95,5	97,7	96	98,6

Заключение

Таким образом, выход эфирного масла в мае у можжевельника обыкновенного, произрастающего на северо-востоке европейской части России, составил 0,8%. В его составе преобладает фракция монотерпенов. Из данной фракции наибольшее содержание принадлежит α-пинену, β-пинену, 3-карену и β-фелландрену. Эфирное масло можжевельника обыкновенного характеризуется географической изменчивостью.

Список литературы

1. Adams R.P., Pandey R.N. Analysis of *Juniperus communis* and its varieties based on DNA fingerprinting // *Biochem. Syst. Ecol.* 2003. N31. Pp. 1271–1278.
2. Лесная энциклопедия. М., 1986. Т. 2. 631 с.

3. Berta F. Occurrence and composition of essential oils in species of the genus *Juniperus* // *Folia Dendrologica*. 1993. Vol. 20. Pp. 301–312.
4. Marongiu B., Porcedda S., Piras A., Sanna G., Murreddu M., Loddo R. Extraction of *Juniperus communis* L. ssp. *nana* Willd. essential oil by supercritical carbon dioxide // *Flavour and Fragrance Journal*. 2006. Vol. 21. Pp. 148–154.
5. Chatzopoulou P.S., Katsiotis S.T. Study of the essential oil from *Juniperus communis* 'berries' (cones) growing wild in Greece // *Planta Medica*. 1993. Vol. 59. Pp. 554–556.
6. Angioni B.A., Russo M.T., Coroneo V., Dessi S., Cabras P. Chemical composition of the essential oils of *Juniperus* from ripe and unripe berries and leaves and their antimicrobial activity // *Agricultural and Food Chemistry*. 2003. Vol. 51. Pp. 3073–3078.
7. Butkiene, R., Nivinskiene O., Mockute D. Two chemotypes of essential oils produced by the same *Juniperus communis* L. growing wild in Lithuania // *Chemija*. 2009. Vol. 20. N3. Pp. 195–201.
8. Adams R.P., Beauchamp P.S., Dev V., Bathala R.M. The leaf essential oils of *Juniperus communis* L. varieties in North America and the NMR and MS data for Isoabienol // *Journal of Essential Oil Research*. 2010. Vol. 22, N23. Pp. 23–28.
9. Carroll J.F., Tabanca N., Kramer M., Elejalde N.M., Wedge D.E., Bernier U.R., Coy M., Becnel J.J., Demirci B., Husnu Can Baser K., Zhang J., Zhang S. Essential oils of *Cupressus funebris*, *Juniperus communis*, and *J. chinensis* (Cupressaceae) as repellents against ticks (Acari: Ixodidae) and mosquitoes (Diptera: Culicidae) and as toxicants against mosquitoes // *Journal of Vector Ecology*. 2011. Vol. 36, N2. Pp. 258–268.
10. Filipowicz N., Madanecki P., Golebiowski M., Stepnowski P., Ochocka J.R. HS-SPME/GC Analysis reveals the population variability of terpene contents in *Juniperus communis* needles // *Chemistry & Biodiversity*. 2009. Vol. 6. Pp. 2290–2301.
11. Rudloff E. von, Sood V.K. Gas-liquid chromatography of terpenes. Part. XVIII. The volatile oil of the leaves of *Juniperus communis* L. // *Canadian Journal of Chemistry*, 1969. Vol. 47, N11. Pp. 2081–2086.
12. Mastelic J., Milos M., Kustrak D., Radonic A. Essential oil and glycosidically bound volatile compounds from the needles of common juniper (*Juniperus communis* L.) // *Croat Chemical Acta*. 2000. Vol. 73, N2. Pp. 585–593.
13. Государственная фармакопея СССР. XI изд. Вып. 1. М., 1987. 335 с.
14. Shahmir F., Ahmadi L., Mirza M., Korogi S.A. Secretory elements of needles and berries of *Juniperus communis* L. ssp. *communis* and its volatile constituents // *Flavour and Fragrance Journal*. 2003. Vol. 18. Pp. 425–428.
15. Харламова С.В. Внутривидовая изменчивость можжевельника обыкновенного // *Экология и генетика популяций*. Йошкар-Ола, 1998. С. 314–316.
16. Барзуг О.С. Эколого-географическая изменчивость можжевельника обыкновенного : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2007. 18 с.
17. Бекмансуров М.В., Горохова Т.А. О структуре популяций *Juniperus communis* L. в условиях Марийского Заволжья // *Принципы и способы сохранения биоразнообразия : материалы III Всерос. науч. конф.* Йошкар-Ола, 2008. С. 308–309.
18. Сотникова О.В., Степень Р.А. Эфирные масла сосны как индикатор загрязнения среды // *Химия растительного сырья*. 2001. №1. С. 79–84.
19. Стародубов А.В., Домрачев Д.В., Ткачев А.В. Состав эфирного масла кедрового стланика (*Pinus pumila*) из Хабаровского края // *Химия растительного сырья*. 2010. №1. С. 81–86.

Поступило в редакцию 13 января 2016 г.

После переработки 16 марта 2016 г.

Gerling N.V.*, Punegov V.V., Gruzdev I.V. COMPONENT COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL JUNIPERUS COMMUNIS (*JUNIPERUS COMMUNIS* L.) UNDER THE CANOPY OF SPRUCE FORESTS IN THE EUROPEAN NORTH-EAST RUSSIA

Institute of Biology, Komi Science Centre, ul. Kommunisticheskaja, 28, GSP-2, Syktyvkar, Komi Republic, 167982 (Russia), e-mail: Gerling1@rambler.ru

Essential oil of Juniperus, grown under the canopy of spruce bilberry-sphagnum, is a liquid of light yellow color. The content of essential oil in shoots Juniperus was 0,81%. 39 components were identified in essential oil. Mass fraction of identified components accounted for 86% of total composition essential oil. Monoterpenes in identified components occupy 90,5%, 0,4% sesquiterpenes, alcohols 7,5% and ethers to 1,6%. As part of essential oil of Juniperus communis 96 components have a concentration of less than 1%, 10 components from 1–5%, 4 components – more than 5%. Higher concentrations noted for components such as α -pinene 27,2%, β -pinene 22,4%, 3-carene 7% and β -phellandrene 5,7%. Component composition of essential oil of Juniperus communis is characterized by geographical variability. The yield of essential oil of juniper shoots have similar values with the yield of essential oil of pine (*Pinus pumila* (Rall.) Regel.) in the Khabarovsk region, but the content of fractions monoterpenoids superior pine and faction sesquiterpenoids inferior.

Keywords: *Juniperus communis*, shoot, essential oil.

References

1. Adams R.P., Pandey R.N. *Biochem. Syst. Ecol.* 2003, no. 31, pp. 1271–1278.
2. *Lesnaia entsiklopediia*. [Wood encyclopedia]. Moscow, 1986, vol. 2, 631 p. (in Russ.).
3. Berta F. *Folia Dendrologica*. 1993, vol. 20, pp. 301–312.
4. Marongiu B., Porcedda S., Piras A., Sanna G., Murreddu M., Loddo R. *Flavour and Fragrance Journal*, 2006, vol. 21, pp. 148–154.
5. Chatzopoulou P.S., Katsiotis S.T. *Planta Medica*. 1993, vol. 59, pp. 554–556.
6. Angioni, Barra A., Russo M.T., Coroneo V., Dessi S., Cabras P. *Agricultural and Food Chemistry*, 2003, vol. 51, pp. 3073–3078.
7. Butkiene, R., Nivinskiene O., Mockute D. *Chemija*, 2009, vol. 20, no. 3, pp. 195–201.
8. Adams R.P., Beauchamp P.S., Dev V., Bathala R.M. *Journal of Essential Oil Research*, 2010, vol. 22, no. 23, pp. 23–28.
9. Carroll J.F., Tabanca N., Kramer M., Elejalde N.M., Wedge D.E., Bernier U.R., Coy M., Becnel J.J., Demirci B., Husnu Can Baser K., Zhang J., Zhang S. *Journal of Vector Ecology*, 2011, vol. 36, no. 2, pp. 258–268.
10. Filipowicz N., Madanecki P., Golebiowski M., Stepnowski P., Ochocka J.R. *Chemistry & Biodiversity*, 2009, vol. 6, pp. 2290–2301.
11. von Rudloff E., Sood V.K. *Canadian Journal of Chemistry*, 1969, vol. 47, no. 11, pp. 2081–2086.
12. Mastelic J., Milos M., Kustrak D., Radonic A. *Croat Chemical Acta*. 2000, vol. 73, no. 2, pp. 585–593.
13. *Gosudarstvennaia farmakopeia SSSR*. [State Pharmacopoeia of the USSR], vol. 1. Moscow, 1987, 335 p. (in Russ.).
14. Shahmir F., Ahmadi L., Mirza M., Korori S.A. *Flavour and Fragrance Journal*, 2003, vol. 18, pp. 425–428.
15. Kharlamova S.V. *Ekologiia i genetika populiatsii*. Ioshkar-Ola, 1998, pp. 314–316. (in Russ.).
16. Barzut O.S. *Ekologo-geograficheskaia izmenchivost' mozhzhevel'nika obyknovennogo: Avtoref. diss. kand. biol. nauk*. [Ecological and geographical variability of Juniperus: author. dis. ... cand. biol. sciences]. Arkhangel'sk, 2007, 18 p. (in Russ.).
17. Bekmansurov M.V., Gorokhova T.A. *Printsipy i sposoby sokhraneniia bioraznoobraziia: Materialy III Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii*. [Principles and methods for the conservation of biodiversity: materials III All-Russian scientific conference.]. Ioshkar-Ola, 2008, pp. 308–309. (in Russ.).
18. Sotnikova O.V., Stepen' R.A. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2001, no. 1, pp. 79–84. (in Russ.).
19. Starodubov A.V., Domrachev D.V., Tkachev A.V. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2010, no. 1, pp. 81–86. (in Russ.).

Received January 13, 2016

Revised March 16, 2016

* Corresponding author.