

УДК 582.477: 547.913-145

## КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА И УЛЬТРАСТРУКТУРА СЕКРЕТОРНЫХ КЛЕТОК СМОЛЯНОГО КАНАЛА ХВОИ *Juniperus communis* (Cupressaceae)

© 2015 г. Н. В. Герлинг, В. В. Пунегов, И. В. Груздев

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН

167982, Республика Коми, Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, 28

E-mail: Gerling1@rambler.ru, punegov@ib.komisc.ru, gruzdev@ib.komisc.ru

Поступила в редакцию 10.07.2015 г.

Приведены результаты определения качественного и количественного состава эфирного масла можжевельника обыкновенного, произрастающего под пологом ельника чернично-сфагнового в подзоне средней тайги. Доля эфирного масла в охвоенном побеге 0.46 %. Идентифицировано 37 компонентов веществ. Массовая доля компонентов в составе эфирного масла можжевельника обыкновенного достигала 89 %, причем наибольшая их часть – это фракция монотерпенов (82.3 %), на долю сесквитерпенов пришлось менее 0.5 % от общего состава эфирного масла, спиртов – 3.5, а эфиров – 0.7 %. Во фракции монотерпенов преобладали  $\alpha$ -пинен (24.5–32.6 %),  $\beta$ -пинен (15–20.3 %) и  $\alpha$ -фелландрен (6.4–8.8 %). Эфирное масло можжевельника обыкновенного в отличие от масел других хвойных растений таежной зоны характеризуется высоким содержанием монотерпеноидов. На поперечных срезах хвои клетки эпителия смоляного канала можжевельника обыкновенного имели овальную форму, в центре которого располагалась вакуоль. В гиалоплазме исследованных клеток отмечено до 40 шт. липидных глобул. Лейкопласты на поперечных срезах клеток эпителия смоляного канала окружены мембранами гладкого эндоплазматического ретикулума. Эндоплазматический ретикулум в эпителиальных клетках развит слабо, что соответствует низкому содержанию сесквитерпенов в хвое в период проведения исследования. Преобладание синтеза монотерпеноидов обусловлено развитием крупных лейкопластов и большого числа митохондрий в терпеноидогенных клетках эпителия смоляного канала.

**Ключевые слова:** *Juniperus communis*, эфирное масло, ультраструктура, секреторные клетки.

DOI: 10.15372/SJFS20150606

### ВВЕДЕНИЕ

Можжевельник обыкновенный является циркумбореальным видом, который встречается в составе подлеска практически всех типов леса в условиях средней тайги (Леса Республики Коми, 1999). По обилию выделяемых в воздух бактерицидных эфирных веществ можжевельник стоит на первом месте среди других древесных видов растений (Лесная энциклопедия, 1986). Его эфирные масла проявляют антифунгальную активность (Cavaleiro et al., 2006), используются в фармакологии (Алешина, Величко, 2004).

Качественный и количественный состав эфирного масла изучен у можжевельника обыкновенного, произрастающего в Северной

Греции (Chatzopoulou, Katsiotis, 1993), Италии (Caramiello et al., 1995), Литве (Butkiene et al., 2006), Швеции (Adams, 2010), Эстонии (Orav et al., 2010). Содержание эфирного масла *Juniperus communis* ssp. *nana* в хвое, шишкочьягодах и древесине составляло 0.78, 0.70 и 0.12 % соответственно (Marongiu et al., 2006). Данных о составе эфирного масла охвоенных побегов можжевельника обыкновенного, произрастающего в таежной зоне, нами не обнаружено. Сведений об ультраструктуре эпителиальных клеток смоляных каналов хвои у можжевельника обыкновенного в литературе нет. Ультраструктура эпителиальных клеток смоляных каналов у сосны обыкновенной, кедра сибирского и ели обыкновенной описана в работах А. Е. Васильева (1970, 1977).

Цель данной работы – выявление качественного и количественного состава эфирного масла охвоенных побегов, а также ультраструктуры секреторных клеток смоляного канала хвой можжевельника обыкновенного, произрастающего под пологом ельника чернично-сфагнового в подзоне средней тайги.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в марте 2012 г. в ельнике чернично-сфагновом (62°16'03'' с. ш., 50°41'07'' в. д.) на территории Ляльского лесозоологического стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН, расположенного в подзоне средней тайги (Коренные еловые леса..., 2006). В данном фитоценозе древесный ярус образован *Picea obovata* Ledeb., *Betula pubescens* Ehrh., *Pinus sylvestris* L. и *Abies sibirica* Ledeb. Древостой имеет состав 9Е1Б+С, ед. Пх, разновозрастный и разновысотный. Почва в ельнике чернично-сфагновом торфянисто-подзолисто-глееватая суглинистая, подстилаемая тяжелым суглинком (Коренные еловые леса..., 2006).

Можжевельник обыкновенный под пологом ельника чернично-сфагнового произрастает в форме куста высотой 2–2.4 м. Число особей можжевельника 214 шт. · га<sup>-1</sup>. Сбор образцов проводили в течение всего вегетационного сезона 2012 г., но в данной статье приводятся результаты исследований, полученные в марте. Побеги 1–4-го года жизни отбирали из средней части кроны с пяти кустов в полуденные часы. В день сбора образцов 12 марта была ясная погода. Интенсивность фотосинтетической активной радиации (ФАР) достигала 157 мкмоль · м<sup>-2</sup> · с<sup>-1</sup>. Температура воздуха на высоте 1 м составляла –7 °С. В этот период кусты можжевельника еще оставались под снежным покровом.

Для электронно-микроскопических исследований однолетнюю хвою можжевельника обыкновенного фиксировали в первую половину дня. Вначале фиксацию проводили в 2.5%-м растворе глутарового альдегида в течение 4.5 ч, а в последующем – в 1%-м растворе осмиевой кислоты. После дегидратации в серии растворов этилового спирта и ацетона объекты заливали в смолу Эпон. Продольные срезы хвой готовили на ультрамикротоме «Tesla BS 490 А» (Tesla, Чехословакия) и про-

сматривали с помощью электронного микроскопа «Tesla BS 500» (Tesla, Чехословакия). Морфометрию срезов проводили по методике В. Б. Скупченко (1990).

Эфирное масло *J. communis* выделяли методом гидродистилляции по способу II ГФ СССР (11-е издание) (Государственная фармакопея..., 1987). Навеску образцов побегов с хвоей в 20 г помещали 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. Половину объема обезвоженного эфирного масла переносили в заранее взвешенную колбу. Пентан отделяли от эфирного масла термостатированием колбы при +50 °С на водяной бане. Практический выход эфирного масла определяли гравиметрически. Вторую часть объема эфирного масла в пентане подвергали газохроматографическому (ГХ) и хромато-масс-спектрометрическому (ГХ/МС) анализу. 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 30 м × 0.25 мм (Thermo), толщина пленки (полифенилметилсиликон, 5% фенильных групп) 0.25 мкм; газ-носитель гелий (99.99 %), скорость потока через колонку 0.6 см<sup>3</sup>/мин, деление потока 1:50; температура испарителя 280 °С, масс-спектрометра – 250 °С, пламенно-ионизационного детектора – 265 °С. Интерпретацию масс-спектров проводили с ис-

пользованием 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.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эфирное масло можжевельника обыкновенного представляет собой жидкость светло-желтого цвета. Содержание эфирного масла в хвое по данным гравиметрического анализа составило  $(0.455 \pm 0.005)$  %, по данным хроматографического анализа –  $(0.559 \pm 0.1)$  %. Завышенные результаты, полученные при хроматографическом анализе, возможно, связаны с неточностями в калибровочных коэффициентах разных органических веществ, входящих в состав эфирного масла, так как для всех веществ использовали тридекан в качестве внутреннего стандарта. Гравиметрический метод может занижать результаты в связи с потерей легкокипящих фракций в процессе проведения анализа. В эфирном масле можжевельника обыкновенного, произрастающего под пологом ельника чернично-сфагнового, нами идентифицировано 37 компонентов веществ. Массовая доля этих компонентов в составе эфирного масла составила 89 % (табл. 1). Наибольшая их часть – это фракция низкокипящих терпеновых углеводородов – монотерпенов (82.3 %), к ним относятся  $\alpha$ -пинен (24.5–32.6 %),  $\beta$ -пинен (15.0–20.3 %),  $\alpha$ -фелландрен (6.4–8.8 %). Сесквитерпенов в эфирном масле было менее 0.5 % от общего состава (табл. 2). Среди группы терпеноидов наибольшая доля принадлежала спиртам – 3.5 %. Из всего состава эфирного масла 9 компонентов имели концентрацию более 1 %.

Качественный и количественный состав эфирного масла одного и того же вида может меняться в зависимости от географического положения растения. Так, по данным Ф. Шамира (Shahmir et al., 2003), в Северном Иране у можжевельника обыкновенного в хвое доминировали сабинен (40.7 %),  $\alpha$ -пинен (12.5 %) и терпинен-4-ол (12.3 %). В Северной Греции в эфирном масле этого же вида доминировали  $\alpha$ -пинен (41.3 %) и сабинен (17.4 %) (Chatzopoulou, Katsiotis, 1993). В хвое

можжевельника из Италии, по данным Р. Карамелло (Caramiello et al., 1995), наибольшее содержание приходилось на сабинен (41.4 %) и  $\alpha$ -пинен (13.4 %). Можжевельник обыкновенный по сравнению с другими видами сем. Cupressaceae по содержанию эфирных масел уступает *Juniperus sabina* L. (2.5–4.8 %), *J. pseudosabina* Fischer et Meyer (4.5 %) и *J. sibirica* Burgsd. (1.31–1.35 %), произрастающим в Восточном Казахстане (Мырзагалиева, Медеубаева, 2014).

По содержанию эфирного масла можжевельник обыкновенный в ряду хвойных растений таежной зоны занимает среднее положение. Выход эфирного масла у хвои *Larix sibirica* L. в Сибири незначительно отличается от можжевельника обыкновенного и составляет 0.41 %, у *Pinus sylvestris* L. – 1.77 % (Чекушкина и др., 2007). Основную долю в эфирном масле лиственницы составляют монотерпеноиды (59 %), основными компонентами являются  $\alpha$ -пинен и  $\beta$ -пинен, сесквитерпеноиды представлены кариофилленом,  $\gamma$ -кадином и  $\beta$ -кадином. У сосны обыкновенной в условиях Сибири содержание монотерпенов в эфирном масле составляет менее половины (49.4 %), основными их компонентами являются  $\alpha$ -пинен, камфен, 3-карен, лимонен, среди сесквитерпенов – кариофиллен, селинен, муролен, кадинен (Чекушкина и др., 2008). У *Picea obovata* Ledeb. в условиях г. Красноярска выход эфирного масла из хвои составляет 0.9 %, доля монотерпеноидов в эфирном масле 58.5 % с доминированием  $\beta$ -фелландрена, камфена и 3-карена. Доля сесквитерпеноидов 3.7 % (Есякова, Степень, 2007). По количественному выходу эфирного масла перечисленные виды растений можно расположить в следующем порядке: сосна обыкновенная > ель сибирская > можжевельник обыкновенный > лиственница сибирская. По содержанию фракции монотерпенов можжевельник обыкновенный превосходит остальные виды.

Эфирные масла содержатся в таких органах куста можжевельника, как хвоя, шишкоягоды и древесина (Berta, 1993; Stanić et al., 1998). В хвое и древесине синтез терпеноидов эфирных масел происходит в клетках эпителия смоляных каналов (терпеноидогенных клетках) (Васильев, 1977). У хвойных растений синтез монотерпеноидов осуществляется в пластидах, сесквитерпеноидов – в эндоплаз-

**Таблица 1.** Относительное содержание идентифицированных компонентов эфирного масла можжевельника обыкновенного от их суммы, %

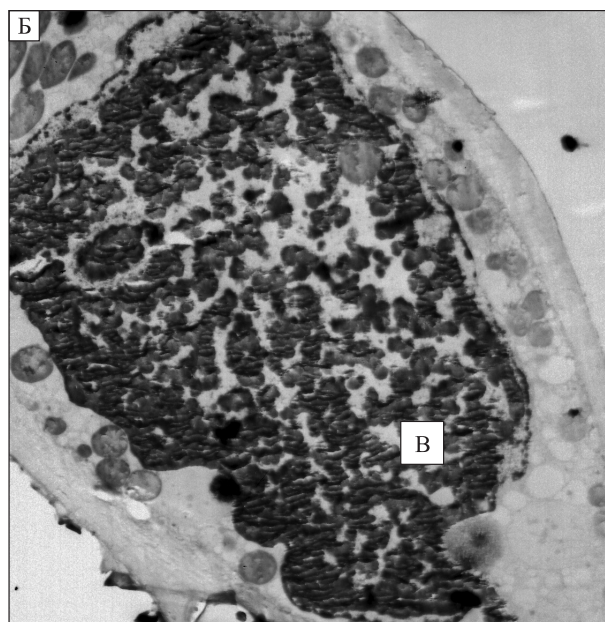
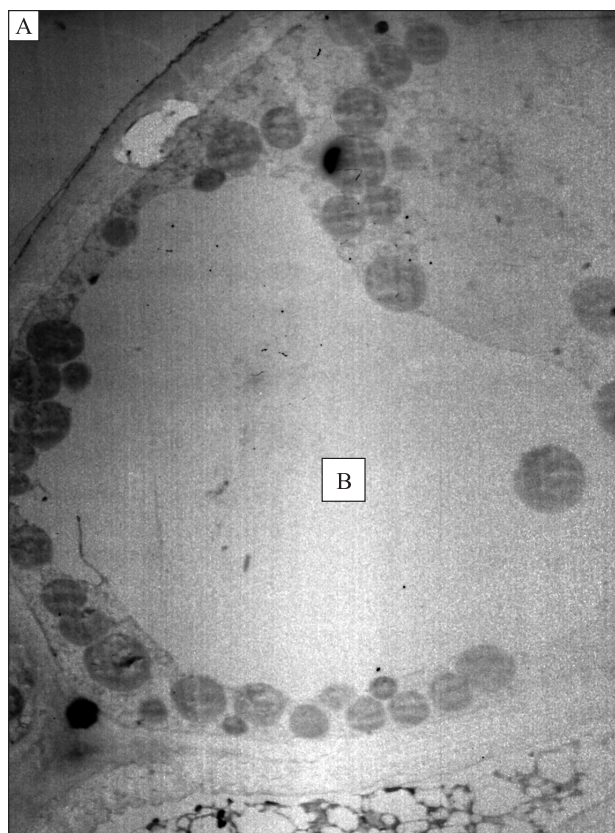
Компонент	Время ГХ удерживания, мин:с	Доля
$\alpha$ -Pinene	12:42	24.5–32.6*
Camphene	13:14	0.24–0.33
2.6-Dimethyl-1.3.5.7-octatetraene	13:19	0.15–0.20
$\beta$ -Pinene	14:22	15.0–20.3
$\beta$ -Myrcene	14:58	3.1–4.3
$\alpha$ -Phellandrene	15:47	6.4–8.8
3-Carene	16:07	0.9–1.2
$\beta$ -Phellandrene	16:46	4.9–6.7
Terpinolene	17:49	0.2–2.2
3-Thujonone	18:07	0.03–1.70
Isolimonenol-trans	18:27	0.03–0.20
Valeric acid 3-methylbut-2-enil ester	18:41	0.04–0.20
4-Terpineol	18:53	0.04–2.80
$\alpha$ -Terpineol	19:14	0.02–2.00
Piperitol-trans	19:23	0.01–0.02
Methyl thymol	19:31	0.01–0.03
2-iso-propenil-5-metil-anizol	19:39	0.02–0.20
1.6-Dihydro carveol	19:55	0.02–0.20
Metilcitronelat	20:03	0.02–0.20
Bornyl acetate	20:21	0.1–0.2
Cyclohexane 24-diisopropenyl-1-methyl-1-vinyl	25:12	0.01–0.30
$\alpha$ -Terpinenol acetate	26:39	0.01–0.10
$\gamma$ -Elemene	32:53	0.02–0.10
$\alpha$ -Caryophyllene	33:28	0.01–0.10
Bornyl butyrate	33:41	0.02–0.10
Germacren D	33:53	0.01–0.10
4.9-Cadinadiene	34:49	0.01–0.03
Cadina-1(10).4-diene	35:08	0.004–0.100
$\alpha$ -Elemol	35:26	0.004–0.010
Z-Nerolidol	35:46	0.05–0.10
Spathulenol	35:50	0.01–0.02
Hexodecan	37:40	0.05–0.06
$\tau$ -Muurolol	38:00	0.10–0.15
$\tau$ -Cadinol	38:11	0.02–0.20
$\alpha$ -Bisabolol	39:17	0.004–0.050
E.E-Farnesol	39:31	0.01–0.04
Palmitic acid	52:54	0.01–0.03

\* Минимальные и максимальные значения.

матическом ретикулуме (Martin et al., 2002). В митохондриях происходит окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты, в результате чего образуется активированный ацетат – ацетилкофермент А, который и является субстратом для синтеза терпенов (Wiessner, 1975). Ацетилкофермент А через ряд промежуточных реакций превращается в мевалоновую кислоту, которая образует фосфорилированные промежуточные соединения: сначала изопентенилпирофосфат и его изомер

**Таблица 2.** Относительное содержание фракций идентифицированных компонентов эфирного масла можжевельника обыкновенного от их суммы, %

Фракция	Доля
Терпены:	
монотерпены	82.31
сесквитерпены	0.36
Терпеноиды:	
спирты	3.45
эфир	0.69
Жирные кислоты	0.02



Фрагмент клеток эпителия обкладки смоляного канала однолетней хвой можжевельника обыкновенного в марте. А – вакуоль без танина, Б – вакуоль с танином. В – вакуоль. Ув.×1000.

диметилаллилпирофосфат, а затем геранил- или нерилпирофосфат, его изомер. Последние два вещества являются предшественниками всех монотерпеноидов, а изопентенилпирофосфат – всех терпеноидов вообще (Васильев, 1977). Накопление синтезированных веществ происходит в межмембранном пространстве оболочек пластид (Васильев, 1977). Место накопления терпеноидов в неплазматической фазе клетки обусловлено защитой клеточных структур от токсического действия этих секретов.

Структурная организация эпителиальных клеток смоляных каналов в хвое можжевельника обыкновенного определяет фракционное содержание компонентов эфирного масла. Согласно нашим исследованиям, терпеноидогенные клетки на поперечном срезе имеют овальную форму, в них находится центральная вакуоль, заполненная танином или без него (см. рисунок).

Клетки эпителия смоляного канала хвой можжевельника имеют многочисленные митохондрии диаметром 0.7 мкм, отмечены до 40 шт. липидных глобул и крупные лейкопласты – диаметром до 2.7 мкм. Развитие этих клеточных структур обеспечивает активный

синтез монотерпенов. У *Mentha spicata*, к примеру, размер лейкопластов в секреторных клетках пельтатных железок составляет 0.5 мкм, а диаметр митохондрии может достигать 1.9 мкм (Turner, Croteau, 2004). Эндоплазматический ретикулум в эпителиальных клетках можжевельника обыкновенного развит слабо, что соответствует низкому содержанию сесквитерпенов в хвое в период проведения исследования. У сосны обыкновенной весной основной объем эпителиальных клеток также заполнен вакуолями и крупными липидными включениями. Клетки эпителия сосны отличались уменьшением ретикулярных футляров лейкопластов, сокращением числа темных глобул в межмембранном пространстве оргanelл, полной или частичной везикуляцией агранулярного эндоплазматического ретикулума (Васильев, 1977).

Большое количество митохондрий в секреторных клетках определяет синтез вторичных метаболитов, так как поставляет субстрат (ацетилкофермент А). Синтез большого количества монотерпенов, в отличие от сесквитерпенов, является следствием наличия в секреторных клетках крупных лейкопластов. Это согласуется с данными Чениклет с

соавторами (Cheniclet, Carde, 1985), которые изучали содержание эфирных масел у 45 видов высших растений. Авторы установили тесную связь между количеством и размерами лейкопластов секреторных клеток и содержанием монотерпенов в составе эфирного масла, тем самым доказав участие лейкопластов в биосинтезе монотерпенов. Увеличение числа митохондрий в секретирующих терпеноиды клетках в отличие от смежных отмечал и А. Е. Васильев (1977). Лейкопласты на поперечных срезах клеток эпителия смоляного канала хвой можжевельника обыкновенного окружены мембранами гладкого эндоплазматического ретикулума. У хвойных растений эндоплазматический ретикулум эпителиальных клеток смоляных каналов связан с лейкопластами и образует вокруг пластиды футляр (Васильев, 1970).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований можжевельника обыкновенного, произрастающего под пологом ельника чернично-сфагнового, выявлено, что в марте содержание эфирных масел достигает 0.45–0.56 %. По качественному и количественному составу эфирного масла можжевельник обыкновенный отличается от других пород таежной зоны повышенным содержанием монотерпенов. По количественному выходу эфирного масла из сырья можжевельник обыкновенный ближе к лиственнице. Преобладание синтеза монотерпенов обусловлено развитием крупных лейкопластов и большого числа митохондрий в эпителиальных клетках обкладки смоляного канала хвой.

Данные, представленные в статье, являются первыми результатами работы по этой теме. В дальнейшем мы планируем определить качественный и количественный состав эфирных масел побегов, хвой, шишкоягод, а также ультраструктурные особенности терпеноидогенных клеток побегов и хвой.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алешина Е. Н., Величко Н. А. Исследование особенностей химического состава эфирных масел двух видов рода *Juniperus* // Химия раст. сырья. 2004. № 4. С. 35–37.
- Васильев А. Е. О локализации синтеза терпеноидов в растительной клетке (данные электронной микроскопии) // Раст. рес. 1970. Вып. 5. № 1. С. 29–44.
- Васильев А. Е. Функциональная морфология секреторных клеток растений. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1977. 208 с.
- Государственная фармакопея СССР. XI изд. Вып. 1. М., 1987.
- Есякова О. А., Степень Р. А. Влияние антропогенного загрязнения среды на содержание и состав эфирного масла хвой ели // Хвойные бореальной зоны. 2007. № 1. С. 122–127.
- Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции / Отв. ред. К. С. Бобкова, Э. П. Галенко. СПб.: Наука, 2006. 337 с.
- Леса Республики Коми / Под ред.: Г. М. Козубова и А. И. Таскаева. М.: Дизайн. Информация. Картография, 1999. 332 с.
- Лесная энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1986. Т. 2. 631 с.
- Мырзагалиева А. Б., Медеубаева Б. З. К изучению эфирномасличности представителей семейства Cupressaceae Bartl. флоры Восточного Казахстана // Фундамент. исслед. 2014. № 5. С. 1021–1024.
- Скупченко В. Б. Морфометрия на экране электронного микроскопа // Ботан. журн. 1990. Т. 75. № 10. С. 1463–1467.
- Чекушкина Н. В., Невзорова Т. В., Шаталова Н. В., Ефремов А. А. О составе эфирного масла лиственницы сибирской и сосны обыкновенной Сибирского региона // Матлы Всерос. конф. «Новые достижения в химии и хим. технол. раст. сырья». Кн. 2. Барнаул, 2007. С. 119–124.
- Чекушкина Н. В., Невзорова Т. В., Ефремов А. А. Фракционный состав эфирного масла сосны обыкновенной // Химия раст. сырья. 2008. № 2. С. 87–90.
- Adams R. P. Chemosystematics of juniperus: effects of leaf drying on essential oil composition // Phytologia. 2010. V. 92. N. 2. P. 186–198.
- Berta F. Occurrence and composition of essential oils in species of the genus *Juniperus* // Folia Dendrologica. 1993. V. 20. P. 301–312.
- Butkiene R., Nivinskiene O., Mockute D. Differences in the essential oils of the leaves (needles), unripe and ripe berries of *Juniperus*

- communis* L. growing wild in Vilnius district (Lithuania) // J. Essent. Oil Res. 2006. V. 18. P. 489–494.
- Caramiello R., Bocco A., Buffa A., Maffei M. Chemotaxonomy of *Juniperus communis*, *J. sibirica* and *J. intermedia* // J. Essent. Oil Res. 1995. V. 7. P. 133–145.
- Cavaleiro C., Pinto E., Gonçalves M. J., Salgueiro L. Antifungal activity of *Juniperus* essential oils against dermatophyte, *Aspergillus* and *Candida* strains // J. Appl. Microbiol. 2006. V. 100. P. 1333–1338.
- Chatzopoulou P. S., Katsiotis S. T. Study of the essential oil from *Juniperus communis* 'berries' (cones) growing wild in Greece // Planta Medica. 1993. V. 59. P. 554–556.
- Cheniclet C., Carde J. P. Presence of leucoplasts in secretory cells and of monoterpenes in the essential oil: a correlative study // Israel J. Bot. 1985. V. 34. P. 219–238.
- 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 J. 2006. V. 21. P. 148–154.
- Martin D., Tholl D., Gershenzon J., Bohlmann J. Methyl jasmonate induces traumatic resin ducts, terpenoid resin biosynthesis, and terpenoid accumulation in developing xylem of norway spruce stems // Plant physiol. 2002. V. 129. P. 1003–1018.
- Orav A., Kailas T., Muurisep M. Chemical investigation of the essential oil from berries and needles of common juniper (*Juniperus communis* L.) growing wild in Estonia // Nat. Prod. Res. 2010. V. 19. P. 1789–1799.
- Shahmir F., Ahmadi L., Mirza M., Korori S. A. Secretory elements of needles and berries of *Juniperus communis* L. ssp. *communis* and its volatile constituents // Flavour and Fragrance J. 2003. V. 18. P. 425–428.
- Stanić G., Samarzija I., Blazevic N. Time-dependent diuretic response in rats treated with juniper berry preparations // Phytotherapy Res. 1998. V. 12. P. 494–497.
- Turner Glenn W., Croteau Rodney. Organization of monoterpene biosynthesis in mentha. Immunocytochemical localizations of geranyl diphosphate synthase, Limonene-6-Hydroxylase, isopiperitenol dehydrogenase, and pulegone reductase // Plant Physiol. 2004. V. 136. P. 4215–4227.
- Wiessner W. Bioenergetik bei Pflanzen. Jena, 1975.

## Component Composition of Essential Oils and Ultrastructure of Secretory Cells of Resin Channel Needles *Juniperus communis* (Cupressaceae)

N. V. Gerling, V. V. Punegov, I. V. Gruzdev

*Institute of Biology, Komi Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Ural Branch  
Kommunisticheskaya str. 28, GSP-2, Syktyvkar, Komi Republic, 167982 Russian Federation*

E-mail: gerling@ib.komisc.ru, punegov@ib.komisc.ru, gruzdev@ib.komisc.ru

The results of determining the qualitative and quantitative composition of essential oil *Juniperus communis*, growing under the canopy of spruce blueberry sphagnum subzone middle taiga. *Juniperus communis* essential oil is liquid light yellow color. The content of essential oil was 0.46 % in shoots with needles. 37 substances of components identified. Mass fraction of components in the essential oil of *Juniperus communis* reached 89 %. The highest percentage of occupied fraction of monoterpenes (82.3 %), the proportion of sesquiterpenes less than 0.5 % of the total composition of essential oils, alcohols 3.5 and 0.7 % esters. In monoterpenes fraction predominant  $\alpha$ -pinene (24.5–32.6 %),  $\beta$ -pinene (15–20.3 %) and  $\alpha$ -phellandrene (6.4–8.8 %). Essential oil of *Juniperus communis* is characterized by high content of monoterpenoids in contrast to other conifers of the taiga zone. All stages of biosynthesis essential oils occur in the epithelial cells of the resin channel (terpenoidogennyh cells). An oval shape have epithelial cells of the resin channel needles in transverse sections the *Juniperus communis*, which is situated vacuole in the center. Large number of lipid globules (up to 40) noted in the hyaloplasm of explored cells. Leucoplasts surrounded by membranes of smooth endoplasmic reticulum in cross sections of epithelial cells in resin channel of juniper. Endoplasmic reticulum is poorly developed in epithelial cells, which corresponds to the low content of sesquiterpenes in the needles during the study period. Development of large leucoplasts and large number of mitochondria associated with predominance of synthesis monoterpenoids the in the epithelium cells resin channel.

**Keywords:** *Juniperus communis*, essential oil, ultrastructure, secretory cells.

**How to cite:** Gerling N. V., Punegov V. V., Gruzdev I. V. Component composition of essential oils and ultrastructure of secretory cells of resin channel needles *Juniperus communis* (Cupressaceae) // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Siberian Journal of Forest Science). 2015. N. 6: 62–69 (in Russian with English abstract).