

**СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВ  
*PINACEAE* И *CUPRESSACEAE*, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ЦЕНТРАЛЬНОМ  
БОТАНИЧЕСКОМ САДУ НАН БЕЛАРУСИ****А.Г. Шутова, Е.В. Спиридович, И.М. Гаранович, А.С. Неверо\*\*,  
С.В. Ризевский\*, В.П. Курченко\****Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь**\*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь**\*\*Государственный экспертно-криминалистический центр МВД Беларуси  
Минск, Республика Беларусь*

Особый интерес у исследователей, занимающихся изучением летучих соединений растений, вызывают природные терпеноиды хвойных пород деревьев, обладающие высокой реакционной способностью и выраженным многонаправленным действием на организм человека. По количественному содержанию и качественному составу терпеновых соединений хвойные породы деревьев многократно превосходят другие виды лекарственных растений, широко распространенных в растительном мире. Соединения группы терпеноидов, полученные из хвойных пород деревьев, благодаря своим уникальным фармакологическим свойствам находят все более широкое применение при лечении различных патологических состояний, как в качестве основных действующих веществ, так и в виде сопутствующих соединений, усиливающих фармакологическую активность других составляющих. В состав эфирных масел различных видов хвойных растений входят бициклические терпеноиды  $\alpha$ - и  $\beta$ -пинены, которые оказывают антисептическое [2, 3], бактерицидное (в отношении грамположительных микроорганизмов) [2, 3], диуретическое [2, 3], местно-раздражающее [2, 3], отвлекающее (обезболивающее), отхаркивающее [2, 3], протистоцидное [3], слабое фунгицидное [3] действие. Акарицидная активность эфирного масла кипарисовика *Chamaecyparis obtusa* показана по отношению к *Dermatophagoides farinae* и *Dermatophagoides pteronyssinus* [12]. Выявлено аттрактантное и репеллентное воздействие терпеноидов хвойных на некоторых насекомых, в частности, обнаружено, что  $\beta$ -пинен и  $\Delta^3$ -карен оказывают аттрактантное действие, а  $\alpha$ -пинен и лимонен – репеллентное на бабочек-листоверток;  $\alpha$ -пинен и  $\Delta^3$ -карен оказывают аттрактантное действие, а  $\beta$ -пинен и лимонен – репеллентное на соснового клопа [3]. Показано противовоспалительное действие извлечений из лиственницы *Larix decidua* L. [5].

Видовой состав хвойных растений флоры Республики Беларусь беден, хотя леса на 2/3 состоят из хвойных пород [1]. Естественно в Беларуси из растений семейств Pinaceae и Cupressaceae произрастают только сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.), ель обыкновенная (*Picea abies* Karst.), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), пихта белая (*Abies alba* Mill.), причем еловые леса составляют около 9%. В результате многолетней интродукционной работы дендрофлора Республики обогатилась большим количеством хвойных пород, многие из которых получили распространение в озеленительных и лесных посадках [1]. Изучение состава наиболее перспективных представителей родов *Abies* [6], *Pinus* [7], *Juniperus* [9], *Thuja* [8] позволило установить ряд особенностей в накоплении терпеновых соединений у этих таксонов при интродукции в условиях центральной агроклиматической зоны Беларуси. Однако до настоящего времени не выяснен характер распределения летучих веществ у хвойных растений других видов при их выращивании в местных агроклиматических условиях, причем для некоторых видов в литературе состав эфирных масел практически не описан. Поэтому целью данной работы являлось изучение особенностей состава эфирных масел наиболее перспективных для интродукции представителей родов *Picea* (Ель), *Larix* (Лиственница), *Tsuga* (Тсуга) (семейство Pinaceae), *Chamaecyparis* (Кипарисовик) (семейство Cupressaceae).

Род *Picea* содержит 45 видов, которые произрастают в северных частях Европы, Азии и Америки. В лесоразведении и озеленении в умеренных широтах ель занимает важное место среди других хвойных пород, поскольку большинство представителей рода отличается высокой зимостойкостью. Из 13 видов, интродуцированных в Беларуси [1], значительное распространение получили ели колючая (*Picea pungens* Engelm.), канадская (*Picea canadensis* Britt.) и Энгельмана (*Picea engelmannii* Engelm.). Они лучше других адаптировались в местных условиях, успешно растут и плодоносят [1]. Род *Chamaecyparis* объединяет 6 видов, произрастающих в Северной Америке, Японии и на Тайване. В Беларуси интродуцированы кипарисовик горохоплодный (*Chamaecyparis pisifera* Sieb. Et Zucc.), кипарисовик Лавсона (*Chamaecyparis lawsoniana* (Andr.) Parl.) и некоторые другие виды [1]. Род *Larix* объединяет около 20 видов, в Беларуси адаптацию прошли 13 видов лиственниц, часть из них получила распространение в озеленительных и лесных посадках (лиственницы европейская (*Larix deciduas* Mill.), сибирская (*Larix sibirica* Ldb.), Сукачева (*Larix sukaczewii* Djil.), японская (*Larix leptolepis* Gord.), другие лишь изредка встречаются в озеленении (польская (*Larix Polonica* Racib.), американская (*Larix americana* Michx.), даурская (*Larix dahurica* Turcz.) и ширококочешуйчатая (*Larix eurolepis* Henry) или только в дендрариях научных учреждений [1]. Из 10 видов рода *Tsuga*, произрастающих в Восточной Азии, Гималаях и Северной Америке, в Беларуси интродуцирован только один – тсуга канадская (*Tsuga canadensis* Carr.) [1].

#### Методы исследования

Объектами исследования являлись эфирные масла, выделенные из ветвей длиной 20–30 см следующих видов: ель сербская (*Picea omorica* (Pancic) Purkyne), ель колючая (*P. pungens* Engelm.), ель красная (*P. rubens* Sarg.), ель аянская (*Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch x Carr., ель Глена (*Picea glehnii* (F.Schmidt) Mast.), ель шероховатая (*Picea asperata* Masters), ель Шренка (*Picea schrenkiana* Fisch. & C.A. Mey.), лиственница американская (*Larix laricina* (Du Roi) Koch), лиственница японская (*Larix leptolepis* (Siebold et Zucc.) Gord., лиственница даурская (*Larix dahurica* Turcz.), тсуга канадская (*Tsuga canadensis* Carr.), кипарисовик Лавсона (*Chamaecyparis lawsoniana* (A.Murr.) Parl), кипарисовик горохоплодный (*Chamaecyparis pisitara* Siebold et Zucc).

Образцы были собраны в апреле 2009 г. на территории питомника ЦБС НАН Беларуси.

Эфирные масла получали методом перегонки с водяным паром [11].

Исследования проводились с использованием хромато-масс-спектрометрической системы Agilent Technologies (газовый хроматограф GC 6850 с масс-селективным детектором MSD 5975B). Анализ проводили на колонке газохроматографической – J&W 122-5562 DB-5ms (сополимер 5%-дифенил-95%-диметилсилоксана) длиной 60 м с внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной пленки неподвижной фазы 0,25 мкм. Газ-носитель – гелий. Скорость газа-носителя – 1 мл/мин (25 см/с). Пробоподготовка – приготовление 1%-ого раствора эфирного масла в гексане. Объем пробы – 2 мкл. Режим ввода пробы – со сбросом 160:1. Применялось программирование температуры термостата: начальная температура термостата колонок – 35°C; подъем температуры со скоростью 5°C/мин до 170°C; изотермический режим в течение 7 минут; подъем температуры со скоростью 7°C/мин до 300°C; изотермический режим в течение 15 минут. Качественный анализ основывался на сравнении масс-спектров компонентов эфирного масла с соответствующими данными библиотеки масс-спектров NIST0.5a. Процентный состав эфирных масел вычислялся по площадям пиков без использования поправочных коэффициентов.

Все измерения проводились в четырехкратной повторности.

#### Результаты и обсуждение

Среди изученных представителей сем. Pinaceae и Cupressaceae наибольший выход эфирного масла наблюдался для тсуги канадской и составлял 0,36 мл/100 г. Ель аянская и ель Глена отличались наибольшим накоплением эфирного масла (0,31 мл/100 г) среди изученных растений рода *Picea* (таблица 1).

Таблица 1 – Выход эфирного масла из охвоенных ветвей растений сем. Pinaceae и Cupressaceae

Наименование растения	Латинское наименование таксона	Выход эфирного масла, мл/100 г
Семейство Pinaceae		
Ель сербская	<i>Picea omorica</i> (Pancic) Purkyně	0,06
Ель колючая	<i>Picea pungens</i> Engelm.	0,03
Ель красная	<i>Picea rubens</i> Sarg.	0,08
Ель аянская	<i>Picea ajanensis</i> (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr.	0,31
Ель Глена	<i>Picea glehnii</i> (F.Schmidt) Mast.)	0,31
Ель шероховатая	<i>Picea asperata</i> Masters	0,05
Ель Шренка	<i>Picea schrenkiana</i> Fisch. & C.A. Mey	0,09
Лиственница американская	<i>Larix laricina</i> (Du Roi)K.Koch	0,12
Лиственница японская	<i>Larix leptolepis</i> (Siebold et Zucc.) Gord.	0,07
Лиственница даурская	<i>Larix dahurica</i> Turcz.	0,03
Тсуга канадская	<i>Tsuga Canadensis</i> Carr.	0,36
Семейство Cupressaceae		
Кипарисовик Лавсона	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A.Murr.)Parl.	0,12
Кипарисовик горохоплодный	<i>Chamaecyparis pisitara</i> Siebold et Zucc	0,08

Количество идентифицированных в аналитически значимых количествах соединений в исследованных видах колебалось от 17 до 32 (таблица 2).

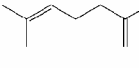
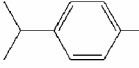
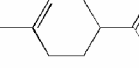
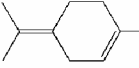
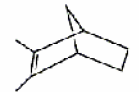
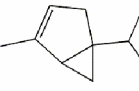
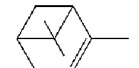
Во всех проанализированных образцах эфирного масла было обнаружено присутствие  $\beta$ -мирцена. Наибольшее количество этого ациклического монотерпена зафиксировано в эфирных маслах ели Шренка (7,38%) и кипарисовика горохоплодного (5,05%).

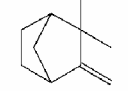
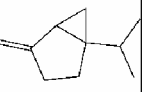
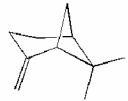
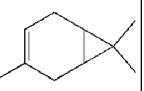
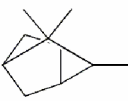
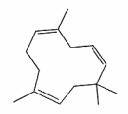
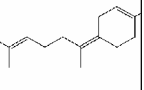
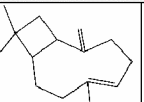
Состав карбоциклических монотерпенов был более разнообразным, всего идентифицировано 11 представителей этих групп терпеновых соединений. Высокое содержание лимонена (около 40%) установлено в эфирном масле кипарисовика Лавсона, что значительно выделяло его на фоне других изученных видов по накоплению моноциклических монотерпенов. В группе бициклических монотерпенов следует отметить повышенный биосинтез  $\alpha$ -пинена у кипарисовика горохоплодного, всех изученных видов лиственниц, ели Глена. В эфирных маслах вышеперечисленных таксонов накопление этого монотерпена превышало 10% от количества идентифицированных компонентов. Также в значительном количестве показано накопление  $\delta$ -3-карена в эфирных маслах ели Шренка и кипарисовика горохоплодного, причем в последнем содержание этого соединения превышало 20%. Как результат, эфирные масла, выделенные из двух видов рода *Chamaecyparis*, отличались наибольшим содержанием монотерпенов среди всех изученных в данной работе видов.

Состав сесквитерпенов не отличался разнообразием, установлено наличие аналитически значимых количеств 8 соединений этой группы, общее количество которых не превышало 3% для эфирных масел всех объектов исследования. При этом не установлено присутствия значимых количеств сесквитерпенов у кипарисовика горохоплодного, а у елей аянской, красной, сербской, кипарисовика Лавсона, лиственницы даурской и тсуги канадской не

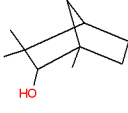
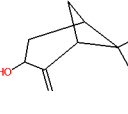
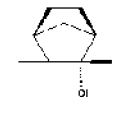
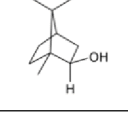
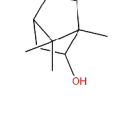
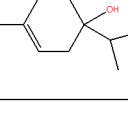
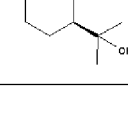

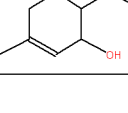
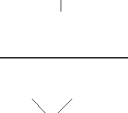

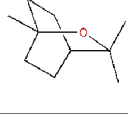
наблюдалось наличия трициклических сесквитерпенов в составе эфирных масел, выделенных из охвоенных веток.

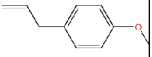
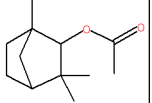
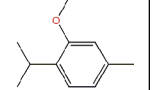
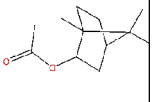
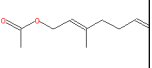
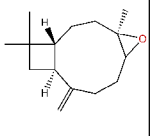
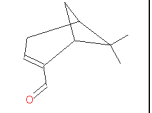
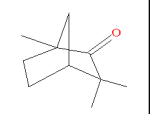
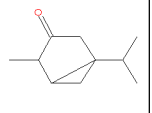
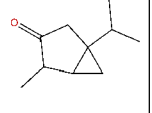
Таблица 2 – Состав эфирных масел некоторых представителей сем. Pinaceae и Cupressaceae из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси

№ п/п	Индекс Ковача (DB-5ms)	Наименование компонента	Структурная формула	Количественное содержание (% отн.) идентифицированных компонентов эфирных масел:													
				<i>Picea abietensis</i>	<i>Picea glauca</i>	<i>Picea glehnii</i>	<i>Picea rubens</i>	<i>Picea omorika</i>	<i>Picea asperata</i>	<i>Picea schrenkiana</i>	<i>Chamaecyparis pisifera</i>	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	<i>Larix laricina</i>	<i>Larix leptolepis</i>	<i>Larix dahurica</i>	<i>Tsuga canadensis</i>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
<b>ТЕРПЕНЫ</b>																	
<b>МОНОТЕРПЕНЫ</b>																	
<b>Ациклические монотерпены</b>																	
1	994	<b>β-Мирцен</b> 7-Methyl-3-methylene-1,6-octadiene Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> CAS#: 123-35-3 MW: 136.23		0,58	0,1 2	0,48	0,1 2	0,2 9	0,4 3	7,38	5,05	1,25	0,74	0,07	0,97	0,03	
<b>Всего ациклических монотерпенов:</b>				0,58	0,1 2	0,48	0,1 2	0,2 9	0,4 3	7,38	5,05	1,25	0,74	0,07	0,97	0,03	
<b>Карбоциклические монотерпены</b>																	
<b>Моноциклические монотерпены</b>																	
2	1027	<b>п-Цимен</b> 1-Methyl-4-(1-methylethyl)-benzene Formula: C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> CAS#: 99-87-6 MW: 134.22		0,44	0,3 6	0,24	0,5 2	0,8 9	1,1 4	0,86	0,58	0,81	1,18	0,56	0,00	0,23	
3	1032	<b>Лимонен</b> 1-Methyl-4-(1-methylethenyl)-cyclohexene Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> CAS#: 138-86-3 MW: 136.24		2,50	3,5 9	6,11	3,3 2	7,3 6	11, 76	3,63	5,72	39,7 0	3,11	0,55	0,59	7,86	
4	1090	<b>α-Терпинолен</b> 1-Methyl-4-(1-methylethylidene)-cyclohexene Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> CAS#: 586-62-9 MW: 136.23				0,03				0,67	0,32	0,20				0,29	
<b>Всего моноциклических монотерпенов:</b>				2,94	3,9 5	6,38	3,8 4	8,2 5	12, 90	5,16	6,62	40,7 1	4,29	1,11	0,59	8,38	
<b>Бициклические монотерпены</b>																	
5	886	<b>Сантен</b> Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 2,3-dimethyl- Formula: C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> CAS#: 529-16-8 MW: 122.11		1,17	0,1 9	0,05	0,7 1	0,3 6	0,2 5	0,11							
6	934	<b>α-Туйен</b> 5-Isopropyl-2-methylbicyclo[3.1.0]hex-2-ene Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> CAS#: 2867-05-2 MW: 136.23		0,01					0,1 0	0,09	0,13						
7	941	<b>α-Пинен</b> 2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> CAS#: 80-56-8		8,73	3,4 6	15,2 8	3,5 8	4,2 7	17, 29	4,52	36,9 5	9,20	14,5 3	10,0 9	11,47	7,31	

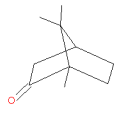
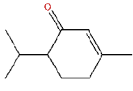
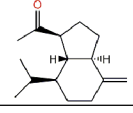
8	955	MW:136.23 <b>Каффен</b> 2,2-Dimethyl-3-methylenebicyclo[2.2.1]heptane Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> CAS#: 79-92-5 MW: 136.23		8,00	3,4 5	8,92	6,8 1	8,1 0	6,5 8	4,42	2,17	0,56	2,99	2,08	3,30	6,29
9	979	<b>Сабинен</b> 1-Isopropyl-4-methylenebicyclo[3.1.0]hexane Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> CAS#: 3387-41-5 MW: 136.23		0,36	0,2 0	0,12	0,0 3	0,0 4	0,7 6	1,83	0,39	0,50	0,33	0,30	0,32	0,18
10	980	<b>β-Пинен</b> 6,6-Dimethyl-2-methylenebicyclo[3.1.1]heptane Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> CAS#: 127-91-3 MW: 136.24		2,55	2,4 5	2,33	0,7 7	1,3 1	6,3 2	1,80	0,88	0,67	7,86	4,09	3,44	0,80
11	1010	<b>δ-3-Карен</b> 3,7,7-Trimethylbicyclo[4.1.0]hept-3-ene Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> CAS#: 13466-78-9 MW: 136.23		1,02	0,4 2	0,93	0,5 2	0,2 0	1,9 5	11,1 2	20,5 2	4,66	3,18	5,65	0,73	1,47
<b>Всего бициклических монотерпенов:</b>				21,84	10, 17	27,6 3	12, 42	14, 28	33, 25	23,8 9	61,0 4	15,5 9	28,8 9	22,2 1	19,26	16,05
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Трициклические монотерпены</b>																
12	926	<b>Трициклен</b> 1,7,7-Trimethyltricyclo[2.2.1.0(2.6)]heptane Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> CAS#: 508-32-7 MW: 136.23		0,46	0,1 5	0,54	0,3 6	0,4 9	0,3 7	0,18	0,71	0,13				1,44
<b>Всего трициклических монотерпенов:</b>				0,46	0,1 5	0,54	0,3 6	0,4 9	0,3 7	0,18	0,71	0,13				1,44
<b>Всего карбоциклических монотерпенов:</b>				25,24	14, 27	34,5 5	16, 62	23, 02	46, 52	29,2 3	68,3 7	56,4 3	33,1 8	23,3 2	19,85	25,87
<b>Всего МОНОТЕРПЕНОВ:</b>				25,82	14, 39	35,0 3	16, 74	23, 31	46, 95	36,6 1	73,4 2	57,6 8	33,9 2	23,3 9	20,82	25,90
<b>СЕСКВИТЕРПЕНЫ</b>																
<b>Карбоциклические сесквитерпены</b>																
<b>Моноциклические сесквитерпены</b>																
13	1465	<b>α-Карнофиллен (α-Гумулен)</b> (E,E,E)-2,6,6,9-Tetramethyl-1,4,8-cycloundecatriene Formula: C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> CAS#: 6753-98-6 MW: 204.35		1,59	0,1 7	0,15	0,0 8		0,5 4	0,09				0,34		0,43
14	1552	<b>α-Бизаболен</b> 4-[(1Z)-1,5-Dimethyl-1,4-hexadienyl]-1-methyl-1-cyclohexene Formula: C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> CAS#: 25532-79-0 MW: 204.35								0,18						
<b>Всего моноциклических сесквитерпенов:</b>				1,59	0,1 7	0,15	0,0 8		0,5 4	0,27				0,34		0,43
<b>Бициклические сесквитерпены</b>																
15	1431	<b>β-Карнофиллен</b> 1R-(1R*,4E,9S*)-4,11,11-Trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-4-ene		0,76	0,1 3	0,13	0,0 7		0,5 0	0,08		0,04	0,08	0,47		0,33

		Formula: C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> CAS#: 87-44-5 MW: 204.35															
16	1474	<b>эти-Бициклосеквифелландрен</b> 1-Isopropyl-4-methyl-7-methylene-1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydronaphthalene Formula: C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> CAS#: 54324-03-7 MW: 204.19										0,20					
17	1509	<b>α-Муrolен</b> 1,2,4α,5,6,8α-Hexahydro-1-isopropyl-4,7-dimethylnaphthalene Formula: C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> CAS#: 31983-22-9 MW: 204.35		0,30	0,1 1	0,05		0,0 4	0,1 1				0,23	0,68	0,67		
18	1528	<b>δ-Каднинен</b> 1,2,3,5,6,8α-Hexahydro-1-isopropyl-4,7-dimethylnaphthalene Formula: C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> CAS#: 483-76-1 MW: 204.35		0,16	0,0 4	0,30		0,0 8	0,06			0,39		1,27			0,17
<b>Всего бициклических секвитерпенов:</b>				1,22	0,2 9	0,48	0,0 7	0,0 4	0,6 9	0,14		0,63	0,31	2,42	0,67	0,50	
<b>Трициклические секвитерпены</b>																	
19	1368	<b>α-Лонгипинен</b> 2,6,6,9-Tetramethyl-tricyclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-ene Formula: C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> CAS#: 5989-08-2 MW: 204.35			0,0 2				0,0 5				0,38				
20	1417	<b>Юнипен (Лонгифолен)</b> 4,8,8-Trimethyl-9-methylenedecahydro-1,4-methanoazulene Formula: C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> CAS#: 475-20-7 MW: 204.35			0,2 3	0,23			0,6 2	0,04			0,20	0,22			
<b>Всего трициклических секвитерпенов:</b>					0,2 5	0,23			0,6 7	0,04			0,58	0,22			
<b>Всего СЕСКВИТЕРПЕНОВ:</b>				2,81	0,7 1	0,86	0,1 5	0,0 4	1,9 0	0,45		0,63	0,89	2,98	0,67	0,93	
<b>ДИТЕРПЕНЫ</b>																	
21	1930	<b>Римуен</b> Phenanthrene, 7-ethenyl-1,2,3,4,4a,4b,5,6,7,8,8a,9-dodecahydro-1,1,4b,7-tetramethyl-, [4aS-(4α,4β,7α,8α)]- Formula: C <sub>20</sub> H <sub>32</sub> CAS#: 1686-67-5 MW: 272.47							0,0 8			0,31	0,09				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
22	1974	<b>Бнерен</b> 17-Norkaur-15-ene, 13-methyl-, (8β,13β)- Formula: C <sub>20</sub> H <sub>32</sub> CAS#: 3564-54-3 MW: 272.47				0,11		0,3 2				0,45	5,84				0,62
<b>Всего ДИТЕРПЕНОВ:</b>						0,11		0,4 0			0,76	5,93					0,62
<b>Всего ТЕРПЕНОВ:</b>				28,63	15, 10	36,0 0	16, 89	23, 75	48, 85	37,0 6	74,1 8	64,2 4	34,8 1	26,3 7	21,49	27,45	
<b>ТЕРПЕНОИДЫ</b>																	
<b>СПИРТЫ</b>																	

23	1114	<b>Фенхол</b> 2,6-Dimethyl-2,7-octadien-6-ol Formula: C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O CAS#: 1632-73-1 MW: 154.14		0,19	0,07			0,27	0,05									
24	1141	<b>Пинокарвеол</b> Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene- Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O CAS#: 5947-36-4 MW: 152.12										2,29	0,86	0,55				
25	1151	<b>экзо-Метилкамфенилол</b> Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 2,3,3-trimethyl- (stereoisomer) Formula: C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O CAS#: 000-00-0 MW: 154.14		4,06	2,98	0,45	1,08	0,98	1,97	0,35	0,17	0,09	0,09	0,14				0,10
26	1160	<b>Изоборнеол</b> Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, exo- Formula: C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O CAS#: 124-76-5 MW: 154.14		0,36	0,23	0,06	0,15	0,16	0,14	0,05								
27	1169	<b>Борнеол</b> 1,7,7-Trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-ol Formula: C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O CAS#: 507-70-0 MW: 154.14		15,80	7,47	4,14	3,80	4,11	5,60	4,97	0,57	0,03	0,62	1,17	1,68			0,59
28	1180	<b>Терпиннеол-4</b> 1-Isopropyl-4-methyl-3-cyclohexen-1-ol Formula: C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O CAS#: 20126-76-5 MW: 154.14		0,21	0,85	0,51	0,09	0,08	1,23	1,13	0,16	3,13	0,87	2,36	1,06			0,94
29	1192	<b>α-Терпиннеол</b> 3-Cyclohexene-1-methanol, α,α,4-trimethyl- Formula: C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O CAS#: 98-55-5 MW: 154.14		0,39	1,58	0,36	0,16	0,14	1,23	0,52	0,06	0,19	0,93	0,68	0,00			0,47
30	1197	<b>Миртенол</b> Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-methanol, 6,6-dimethyl-, (1R)- Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O CAS#: 19894-97-4 MW: 152.12											0,70	0,30	0,15			
31	1209	<b>Пиперитол</b> 2-Cyclohexen-1-ol, 3-methyl-6-(1-methylethyl)- Formula: C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O CAS#: 16721-39-4 MW: 154.14			0,31		0,67											
32	1230	<b>Цитронеллол</b> 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- Formula: C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O CAS#: 106-22-9 MW: 156.15		0,56	0,22	0,25		1,22	3,09	0,65								
33	1620	<b>α-Цедрол</b> 1H-3a,7-Methanoazulen-6-ol, octahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3α,3αβ,6α,7β,8α)]- Formula: C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O CAS#: 77-53-2 MW: 222.20										0,28						
<b>Всего СПИРТОВ:</b>				21,57	13,71	5,77	5,95	6,96	13,31	7,67	0,96	3,72	5,50	5,51	3,44	2,10		
<b>ЭФИРЫ</b>																		
34	1033	<b>Эвкалиптол (1,8-Цинеол)</b> 1,3,3-Trimethyl-2-oxabicyclo[2.2.2]octane Formula: C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O CAS#: 470-82-6 MW: 154.25		2,58		1,53	1,11		5,23	0,93	0,30		0,65	0,21				1,78

35	1199	<b>Эстрагол</b> 1-Methoxy-4-(2-propenyl)-benzene Formula: C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O CAS#: 140-67-0 MW: 148.20									0,73					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
36	1223	<b>Фенхилацетат</b> Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,3,3-trimethyl-, acetate Formula: C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub> CAS#: 13851-11-1 MW: 196.15			0,13			0,27	0,48	0,03			0,10			
37	1237	<b>Тимол метиловый эфир</b> 1-Isopropyl-2-methoxy-4-methylbenzene Formula: C <sub>11</sub> H <sub>16</sub> O CAS#: 1076-56-8 MW: 164.24		0,34	0,08				0,15	0,12						
38	1289	<b>Борнилацетат</b> endo-1,7,7-Trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl acetate Formula: C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub> CAS#: 76-49-3 MW: 196.29		27,00	41,40	41,89	68,76	64,12	20,70	47,11	20,35	5,22	38,51	43,35	67,40	57,06
39	1384	<b>Геранилацетат</b> 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- Formula: C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub> CAS#: 105-87-3 MW: 196.15		0,09	0,02				0,43	0,06	2,77	0,06		0,15	0,19	0,25
40	1597	<b>Карнофиллен оксид</b> 5-Oxatricyclo[8.2.0.0(4,6)]dodecane, 4,12,12-trimethyl-9-methylene-, [1R-(1R*, 4R*, 6R*, 10S*)]- Formula: C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O CAS#: 1139-30-6 MW: 220.35		1,03	0,65			0,43	0,07	0,57			0,04	4,34	1,23	0,76
<b>Всего ЭФИРОВ:</b>				31,04	42,28	43,42	70,57	65,25	26,71	51,54	20,71	5,36	43,65	44,98	68,41	58,84
<b>АЛЬДЕГИДЫ</b>																
41	1196	<b>Миртениаль</b> Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-carboxaldehyde, 6,6-dimethyl- Formula: C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O CAS#: 564-94-3 MW: 150.10											0,70	0,30	0,15	
<b>Всего АЛЬДЕГИДОВ:</b>													0,70	0,30	0,15	
<b>КЕТОНЫ</b>																
42	1088	<b>Фенхон</b> 1,3,3-Trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-one Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O CAS#: 126-21-6 MW: 152.12		0,08	0,04	0,06			0,02	0,05		0,09	1,97			0,22
43	1104	<b>β-Туйон</b> Bicyclo[3.1.0]hexan-3-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, [1S-(1.alpha., 4.beta., 5.alpha.)]- Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O CAS#: 471-15-8 MW: 152.12										0,63	6,37			0,81
44	1117	<b>α-Туйон</b> Bicyclo[3.1.0]hexan-3-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, [1S-(1.alpha., 4.alpha., 5.alpha.)]- Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O CAS#: 546-80-5 MW: 152.12										0,09	1,77			0,17



45	1146	<b>Камфора</b> Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1R)- Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O CAS#: 76-22-2 MW: 152.12		12,93	21,85	12,62	0,18	0,25	6,70	1,80	0,67	0,91	0,21	0,19	0,37	0,64	
46	1258	<b>Пиперитон</b> 2-Cyclohexen-1-one, 3-methyl-6-(1-methylethyl)- Formula: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O CAS#: 89-81-6 MW: 152.12		0,04	2,16	0,19	0,74	0,06	0,77	0,05			0,10			3,11	
47	1624	<b>β-Оплопенон</b> beta-Orlopenone Formula: C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O CAS#: 28305-60-4 MW: 220.35										0,27					
<b>Всего КЕТОНОВ:</b>				13,05	24,05	12,87	0,92	0,33	7,52	1,85	1,48	11,29	0,31	0,19	0,37	4,95	
<b>Всего ТЕРПЕНОИДОВ</b>				65,66	80,04	62,06	77,44	72,54	47,54	61,06	23,15	20,37	50,16	50,98	72,37	65,89	
<b>ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОНЕНТОВ:</b>				94,29	95,13	98,06	94,33	96,30	96,39	98,12	97,33	84,61	84,97	77,35	93,86	93,34	

Состав терпеноидов изученных видов был более разнообразным, зафиксировано присутствие 25 различных соединений этого класса. Содержание борнеола было высоким у большинства изученных таксонов, достигая у ели аянской 15,8%. Борнилацетат являлся преобладающим терпеноидом у всех исследованных видов и составлял более половины от состава эфирного масла у 4-х представителей хвойных пород.

#### Различия между представителями разных родов в накоплении эфирных масел.

При анализе отличий в составе эфирных масел между представителями различных родов среди изученных таксонов обращает на себя внимание наличие или отсутствие отдельных терпеновых соединений, характерное для отдельных родов растений. Существенные отличия состава эфирного масла выявлены для кипарисовиков, относящихся к семейству *Cupressaceae*. Для них характерным являлось высокое накопление монотерпеновых соединений, превышавшее 56 %, с преобладанием лимонена в случае кипарисовика Лавсона, α-пинена и δ-3-карена в случае кипарисовика горохоплодного. Оба вида были в значительной степени обеднены сесквитерпеновыми углеводородами, однако содержали некоторое количество дитерпенов – римуена и биерена. Содержание борнилацетата у кипарисовиков было несколько пониженным в сравнении с другими видами. Кроме того, для этого рода показано присутствие α-, β-туйонов в составе эфирного масла в отличие от эфирных масел других исследованных в данной работе хвойных пород. Ранее было установлено, что для туй, другого рода семейства *Cupressaceae* суммарное содержание изомеров туйона в эфирном масле достигало 98,97 % от общего содержания компонентов, при этом было показано преобладание α-изомера [8]. В то же время, содержание туйонов в эфирных маслах можжевельников при интродукции в Беларуси не превышало 6% [9] с доминированием α-формы этого кетона. У кипарисовиков же установлено преобладание β-изомера в 7 (у кипарисовика горохоплодного) и 3,6 раза (у кипарисовика Лавсона) в составе туйонов эфирного масла. Наблюдались также значительные различия в накоплении борнилацетата у представителей различных родов семейства *Cupressaceae*. Так, у рода *Juniperus* накопление борнилацетата носило видодетерминированный характер и колебалось в пределах от 0,3 до 43% в зависимости от вида [9], в то время, как у туй содержание этого вещества не превышало 5% [8]. Количество борнилацетата в эфирных маслах кипарисовиков варьировалось от 5 до 20% в зависимости от вида. α-цедрол, идентифицированный в эфирном масле кипарисовика Лавсона, не был характерен ни для одного изученного ранее таксона сем. *Cupressaceae* [8,9].

Все изученные виды рода *Picea* отличались присутствием в эфирных маслах изоборнеола, для большинства видов елей также установлено наличие фенхола и цитронеллола, не

наблюдавшихся в эфирных маслах других исследованных видов. Только одного из изученных представителей рода *Picea*, *P. schrenkiana*, согласно полученным нами данным, можно отнести к видам с высоким содержанием  $\delta$ -3-карена. Содержание этого соединения в эфирном масле ели Шренка составляло 11,12%. Ряд видов рода *Pinus* также накапливали  $\delta$ -3-карен в значительном количестве, в то время как изученные представители родов *Larix*, *Abies* [6], *Tsuga* не отличались повышенным биосинтезом этого вещества.

Для представителей рода *Larix* также следует отметить ряд общих черт в накоплении терпеноидных соединений. К ним относятся наличие спиртов пинокарвеола и миртенола в эфирных маслах лиственниц, не отмеченных у других изученных таксонов. Альдегид миртеналь выявлен только у представителей этого рода среди всех исследованных в данной работе. Общей чертой всех представителей этого рода являлось также наличие достаточно большого количества  $\alpha$ -пинена (10 – 15%).

#### **Межвидовые различия в составе эфирных масел у представителей отдельных родов.**

**Род *Picea*.** Сравнение 7 видов елей, интродуцированных в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси, позволило выявить ряд различий в составе эфирных масел представителей этого рода. По результатам исследований ель Шренка содержала более 7%  $\beta$ -мирцена, в то время как остальные виды елей накапливали менее 0,6% этого монотерпена в составе эфирных масел охвоенных ветвей. Лимонен в эфирном масле ели шероховатой составлял около 12%, что приблизительно в 3–4 раза превышало его содержание у елей аянской, канадской, красной и Шренка. *P. asperata* накапливала в составе эфирного масла достаточно большое количество 1,8-цинеола (5,23%), в то время как у *P. glauca* и *P. omorica* данного соединения не было обнаружено. Содержание борнилацетата у *P. omorica* из коллекции ЦБС НАН Беларуси значительно превышало уровень этого терпеноида, показанный в работе [13], где в образцах сербского происхождения биосинтез этого соединения достигал лишь 43%.

**Род *Larix*.** В эфирном масле лиственницы американской содержание лимонена более чем в 5 раз превышало его количество в других видах этого рода. Содержание  $\delta$ -3-карена в эфирном масле лиственницы даурской (0,73%) было в значительной степени понижено в сравнении с его накоплением в других таксонах этого рода. В эфирном масле лиственницы японской идентифицированы  $\alpha$ -кариофиллен (0,34%),  $\delta$ -кадинен (1,27%), в то время как в других видах этого рода наличия аналитических количеств этих веществ не установлено. 1,8-цинеол присутствовал в двух таксонах рода *Larix* и отсутствовал у лиственницы даурской.

**Род *Chamaecyparis*.** При рассмотрении состава эфирных масел этого рода следует отметить повышенный биосинтез лимонена в кипарисовике Лавсона, где накопление этого моноцилического монотерпена шло в 7 раз интенсивнее. В то же время накопление пиненов происходило интенсивнее в кипарисовике горохоплодном (37,88%), чем в эфирном масле кипарисовика Лавсона (9,87%). Наличие ряда бициклических сесквитерпенов, таких как  $\beta$ -кариофиллен, эпи-бициклесесквифелландрен,  $\delta$ -кадинен наблюдалось лишь у кипарисовика Лавсона, также как и присутствие  $\alpha$ -цедрола и  $\beta$ -оплопенона было характерным только для этого растения.

#### **Выводы**

Изучен состав эфирных масел у 13 представителей родов *Picea*, *Larix*, *Tsuga*, *Chamaecyparis*. Среди изученных представителей сем. *Pinaceae* и *Cupressaceae* наибольший выход эфирного масла наблюдался для тсуги канадской. Ель аянская и ель Глена отличались наибольшим накоплением эфирного масла среди изученных растений рода *Picea*. Количество идентифицированных в аналитически значимых количествах соединений в исследованных видах колебалось от 17 до 32. Установлен ряд особенностей компонентного состава эфирного масла из охвоенных концов ветвей елей, лиственницы, тсуги и кипарисовика.

#### **Список литературы**

1. Шкутко, Н.В. Хвойные экзоты Белоруссии и их хозяйственное значение. – Минск: Наука и техника, 1970. – 267 с.

2. Семейство сосновые (Pinaceae) // Жизнь растений: в 6 тт. Т. 4. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения / под ред. И.В. Грушвицкого и С.Г. Жилина. – М.: Просвещение, 1978. – С. 350–374.
3. Гроздова, Н.Б. Деревья кустарники и лианы / Н.Б. Гроздова, В.И. Некрасов, Д.А. Глоба-Михайленко. – М.: Лесная промышленность, 1986.
4. Руш, В.А. Биохимическая характеристика семян кедровых сосен / В.А. Руш. В сб. Биология семенного размножения хвойных Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1974. – С. 180–184.
5. In Vitro Anti-inflammatory Activity of Larch (*Larix decidua* L.) Sawdust / Eva M. Pferschy-Wenzig [et al] // J. Agric. Food Chem. – 2008. – V.56, N 24. – P. 11688–11693.
6. Состав эфирных масел представителей рода *Abies* Hill., интродуцированных в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси // Труды БГУ. Биохимия. – 2008. – Т. 3, ч. 1. – С. 114–118.
7. Эфирные масла представителей рода *Pinus*, интродуцированных в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси / А.Г. Шутова, Е.В. Спиридович, И.М. Гаранович, А.С. Неверо, С.В. Ризевский, В. П. Курченко, Е.А. Веевник. Труды БГУ. – 2009. – Т. 4, ч.2. – С. 226–236.
8. Эфирные масла некоторых представителей рода *Thuja*, интродуцированных в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси / А.Г. Шутова, Е.В. Спиридович, И.М. Гаранович, А.С. Неверо, С.В. Ризевский, В. П. Курченко, А.В. Иванова. Труды БГУ. – 2009. – Т. 4, ч.2. – С. 237–242.
9. Компонентный состав эфирных масел представителей рода *Juniperus* L. в условиях интродукции в Беларуси / А.Г. Шутова, Е.В. Спиридович, И.М. Гаранович, А.С. Неверо, С.В. Ризевский, В.П. Курченко // Растительные ресурсы. – 2011. – Вып.1. – С.72 – 79.
10. Горяев, М.И. Эфирные масла флоры СССР. Алма-Ата: Издательство Ак.наук КССР, 1952. – С. 108–122.
11. Государственная Фармакопея РБ: Общие методы контроля качества лекарственных средств / Центр экспертизы и испытаний в здравоохранении; под общ. ред. Годовальникова Г.В. – Минск: Минский государственный ПТК полиграфии, 2006. – 650 с.
12. Acaricidal Activity of Active Constituent Isolated in *Chamaecyparis obtusa* Leaves against *Dermatophagoides* spp./ Young-Su Jang [et al] // J. Agric. Food Chem. – 2005. – Vol. 53, № 6. – P. 1934–1937.
13. Essential oil variability in natural populations of *Picea omorika*, a rare European conifer/ V.Nikolić [et al] // Chem Biodivers. – 2009. – Vol.6, № 2. – P. 193–203.

## ESSENTIAL OILS COMPOSITION OF SOME PINACEAE AND CUPRESSACEAE SPECIES INTRODUCED IN CBG OF THE NAS OF BELARUS

A.G. Shutova, E.V. Spiridovich, I.M. Garanovich, A.S. Nevero,  
S.V. Rizevsky, V.P. Kurchenko

*The Central Botanical Garden of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus  
Byelorussian State University, Minsk, Belarus*

The analysis of essential oil samples of some *Pinaceae* and *Cupressaceae* species introduced in CBG of NAS of Belarus showed that the representatives of this sort have a set of general peculiarities in accumulation of terpenoids. The number of identified components in essential oils was from 17 to 23.