

Грунты. Метод лабораторного определения гранулометрического и микроагрегатного состава. - М.: Госстандарт, 1980. - 24 с. [3]. ГОСТ 25100-82. Грунты. Классификация. - М.: Госстандарт, 1982. - 9 с. [4]. ГОСТ 5180-84. Грунты. Метод лабораторного определения физических характеристик. - М.: Госстандарт, 1985. - 24 с. [5]. Кофф Г.Л., Гвоздева И.Е. Вопросы инженерно-геологических, геоэкономических и геоэкологических исследований шлакозолоотвалов (Итоги научно - технического семинара) // Инж. геол. - 1987. - № 1. - С. 119 - 122. [6]. Мелентьев В.А., Нагли Е.З. Гидрозолоудаление и золоотвалы. - Л.: Энергия, 1968. - 239 с. [7]. Невзоров А.Л. Экспериментальное определение морозного пучения грунтов // Лесн. журн. - 1995. - № 6. - С. 61 - 66. - (Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Орлов В.О. и др. Морозоопасные грунты как основания сооружений / В.О. Орлов, Н.И. Железняк, В.Д. Филипов, В.В. Фурсов. - Новосибирск: Наука, 1992. - 168 с. [9]. Основания, фундаменты и подземные сооружения / Под ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. - М.: Стройиздат, 1985. - 480 с. [10]. Руководство по лабораторному определению оптимальных значений влажности и объемного веса скелета связных грунтов применительно к уплотнению катками: 37 - 57 (ВНИИГ) Минэнерго СССР. - Л.: Энергия, 1975. - 42 с.

УДК 547.913:582.475.2

А.Ш. ТИМЕРЬЯНОВ, П.А. АНДРИАНОВ

Ботанический сад-институт УНЦ РАН,
Башкирский государственный аграрный университет



Тимерьянов Азат Шамилович родился в 1966 г., окончил в 1988 г. Башкирский сельскохозяйственный институт, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории популяционной генетики лесных древесных растений Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН. Имеет 23 печатных труда в области популяционной генетики хвойных.



Андреанов Петр Денисович родился в 1965 г., окончил в 1987 г. Башкирский сельскохозяйственный институт, ассистент кафедры лесных культур Башкирского государственного аграрного университета. Имеет более 10 печатных трудов в области продуктивности лесов.

МОНОТЕРПЕНЫ ЭФИРНОГО МАСЛА ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЕВА НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

При газохроматографическом анализе эфирного масла коры однолетних побегов лиственницы Сукачева и лиственницы сибирской идентифицировано 13 монотерпенов; определен идентичный качественный набор монотерпенов обоих видов при достоверных различиях в количественном содержании.

By gas-chromatographic analysis of annual seedlings bark essential oil of Sukachev larch and Siberian larch, thirteen monoterpenes have been identified; an identical qualitative range of both species having differences in quantitative content has been defined.

Лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) на Южном Урале представлена обособленными насаждениями, произрастающими в разнообразных экологических условиях. В последние годы в этом регионе наблюдается сокращение площади лиственничных лесов и обеднение их генофонда. Разработка программ сохранения и воспроизводства генетического разнообразия вида невозможна без изучения изменчивости и генетической структуры насаждений, в том числе с использованием биохимических маркеров, к каковым относится и состав монотерпенов.

Выборки закладывали в одновозрастных среднеполнотных насаждениях, в четырех популяциях лиственницы Сукачева, выделенных ранее на основании морфологических признаков генеративных органов [5], и в одной выборке лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) Красноярского края. В каждой выборке отбирали 70 модельных деревьев. Возраст деревьев – 90...100 лет. Сбор однолетних побегов осуществляли в зимнее время (январь–февраль) путем отстрела веток средней части кроны с южной стороны дерева. Из древесины однолетних побегов эфирные масла практически не выделяются [4], что подтвердилось для лиственницы Сукачева в нашем случае: хроматограммы образцов экстрактов из коры и древесины с корой однолетних побегов были практически идентичны. Поэтому в целях ускорения анализа и предотвращения окисления терпенов для экстракции использовали кору однолетних побегов с древесиной.

Навеску побегов каждого дерева (кора вместе с древесиной) массой 15 г измельчали до 3...5 мм, добавляли 15 мл *n*-пентана, содержащего 0,01 % антиоксиданта–ионола. Через двое суток экстракт фильтровали через слой силикагеля (LS 5/40) для очистки от пигментов. Очищенный экстракт концентрировали выпариванием *n*-пентана током аргона, охлаждали жидким азотом и хранили в запаянных ампулах при

Средние значения относительного содержания монотерпенов коры однолетних побегов (числитель)
и коэффициенты вариации для него (знаменатель)

Выборки	α-пинен	Фенхен	Камфен	β-пинен	Δ ³ -карен	α-терпинен	Лимонен	β-фелландрен	γ-терпинен	η-цимол	Терпинолен
Лиственница Сукачева											
Центральная	10,60	0,58	8,95	25,54	45,13	1,07	1,22	2,40	0,44	1,17	3,01
	24,43	165,67	33,59	28,59	15,72	33,34	23,90	31,97	32,82	28,94	23,51
Высокогорная	13,23	0,42	11,27	19,91	45,31	0,80	1,11	3,16	0,94	0,59	3,25
	26,53	137,55	32,34	25,53	14,94	39,76	33,16	30,68	69,75	62,78	38,20
Предуральная	14,22	12,00	8,39	26,09	38,63	1,44	1,81	3,08	1,48	0,95	2,73
	27,21	88,40	32,85	29,67	23,69	40,59	25,96	31,03	59,90	42,45	33,69
Маргинальная	11,66	0,79	12,04	29,97	36,57	0,91	1,58	2,56	0,36	1,15	2,30
	28,32	149,91	26,73	17,98	16,81	31,18	35,25	41,39	30,70	24,77	31,18
Среднее для 4-х выборок	12,43	0,70	10,16	25,38	42,41	1,06	1,43	2,80	0,81	0,97	2,82
	26,62	135,38	31,38	25,44	17,71	35,27	29,57	33,77	48,29	34,74	31,65
Лиственница сибирская											
Красноярская	20,68	1,74	14,91	17,04	34,28	1,08	1,75	5,10	1,00	0,57	1,78
	26,20	77,79	27,78	43,56	21,20	29,96	25,75	30,03	64,83	43,99	38,76

Примечания: 1 Сантен; трициклен определены в следовых количествах. 2. Все показатели приведены в процентах.

температуре $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Содержание монотерпенов определяли на хроматографе ЛХМ-8МД. Условия хроматографирования: детектор ДИП; колонки из нержавеющей стали ($5000 \times 3\text{ мм}$); неподвижная фаза – хроматон N-AW-HMDS, содержащего 15 % карбовакса 20М (зернение 0,200...0,250). Программирование температуры колонок от 80 до 200 $^{\circ}\text{C}$; скорость подъема температуры 1,5 $^{\circ}\text{C}$ в 1 мин; температура испарителя постоянная 175 $^{\circ}\text{C}$. Расход воздуха составлял 300, водорода – 50, газа-носителя (гелия) – 50 мл/мин. Порог чувствительности $5 \cdot 10^{-9}$ мг/с. Объем пробы 1 мкл. Идентификацию монотерпенов проводили путем графической корреляции известных и замеренных значений относительного времени удерживания, а также методом добавки чистых веществ.

Методом газовой хроматографии в коре однолетних побегов лиственницы Сукачева обнаружено 33 терпена, из них 13 монотерпенов; в коре лиственницы сибирской – 37 терпенов, из них 13 тех же монотерпенов. По порядку выхода из колонки получен следующий ряд: сантен, трициклен, α -пинен, фенхен, камфен, Δ^3 -карен, α -терпинен, лимонен (дипентен), β -фелландрен, γ -терпинен, *l*-цимол, терпинолен.

В ходе анализа установлено, что качественный состав монотерпеновой фракции всех проб был одинаков (см. таблицу). До 90 % от общего содержания приходится на α - и β -пинен, Δ^3 -карен, камфен. Относительное содержание монотерпенов по популяциям варьируется в среднем от 15 до 45 %. Следует отметить высокое содержание Δ^3 -карена (в среднем 42 %, у отдельных деревьев – до 60 %), что является отличительным признаком лиственницы Сукачева [2, 3, 4]. Постоянство количественного соотношения содержания α -пинена и Δ^3 -карена, впервые отмеченное этими же исследователями, в нашем случае несколько нарушается. Для лиственницы Сукачева по литературным данным это соотношение составляет 1 : 5, а для лиственницы сибирской (саянская разновидность) – 1 : 2 [1, 3, 4]. В нашем исследовании это соотношение, усредненное по четырем популяциям лиственницы Сукачева, составило 1,0 : 3,4, в красноярской популяции лиственницы сибирской – 1,0 : 1,7.

Достоверность различий между выборками изученных двух видов проверяли по *t*-критерию Стьюдента. Для относительного содержания монотерпенов расчетное значение *t*-критерия между выборками лиственницы сибирской и лиственницы Сукачева (усредненное по четырем популяциям) составило 2,81, табличное значение при достоверности 95 % равно 1,96, что меньше расчетного значения, т. е. выборки различаются достоверно. При попарном сравнении каждой из четырех выборок лиственницы Сукачева с выборкой лиственницы сибирской расчетные значения также превышали табличные. Аналогичную картину наблюдали при подсчете *t*-критерия по коэффициентам вариации относительного содержания монотерпенов, однако расчетное значение в этом случае составило 14,31. Таким образом, по обоим показателям различия достоверны, и выборки лиственницы Сукачева и лиственницы

сибирской хорошо дифференцируются. Четыре выборки лиственницы Сукачева также различаются достоверно по этим показателям, что подтверждает их принадлежность к отдельным популяциям.

На основании полученных данных можно говорить о пригодности состава монотерпенов лиственницы Сукачева в качестве биохимического маркера при изучении популяционно-генетической структуры вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 457922 (СССР), МКИ³ G 01; № 31/08. Способ хемотаксономической диагностики вида лиственницы / В.Г. Латыш, Р.И. Дерюжкин, Р.Д. Колесникова, Л.В. Краснобаяров, (СССР). - №. 1906097/30-15; Заявлено 10.04.73; Опубл. 25.01.75, - бюл. № 3, // Открытия. Изобретения. 1975, - № 3, - С. 17
- [2]. Исследование состава эфирного масла различных видов лиственниц в географических культурах // Защитное лесоразведение и лесные культуры / В.Г. Латыш, Р.И. Дерюжкин, Р.Д. Колесникова, Л.В. Краснобаярова. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 1975. - С. 24 - 28. [3]. Колесникова Р.Д. Эфирные масла некоторых хвойных // Растит. ресурсы. - 1985. - Т.21, вып. 2. - С. 130 - 139. [4]. Латыш В.Г. Эфирное масло лиственницы как признак при диагностировании видов в их отборе для культур в Центральной лесостепи: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук, - Воронеж, 1979. - 17 с. [5]. Пугенихин В.П., Старова Н.В. Популяционная структура лиственницы Сукачева на Южном Урале // Лесоведение. - 1991. - № 2. - С. 40 - 47.