

УДК 655.523:677.051.122.62

О. А. ПОПИНА, Д. С. ВЛАДЫКИНА, С. А. ЛАМОТКИН

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭФИРНОГО МАСЛА ПИХТЫ
ОДНОЦВЕТНОЙ (*ABIES CONCOLOR*), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В УСЛОВИЯХ
УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ**

Белорусский государственный технологический университет

(Поступила в редакцию 23.09.2014)

В современной пищевой, парфюмерно-косметической промышленности традиционно высок спрос на натуральные биологически активные добавки. Наиболее распространенным и доступным источником природных добавок являются эфирные масла различных растений. Особое место занимают эфирные масла хвойных, обладающие высокими бактерицидными свойствами, а также используемые в качестве репеллентов и аттрактантов [1]. Повышенный интерес вызывают эфирные масла, получаемые из различных видов пихт. Известно, что пихтовое масло обладает тонизирующим, общеукрепляющим, противовоспалительным, бактерицидным и рядом других фармацевтических свойств, что позволяет использовать его для приготовления лекарственных форм. Кроме того, эфирное масло пихты широко используется при производстве парфюмерной продукции.

Пихтовое масло представляет собой смесь терпеноидных соединений, наиболее ценным из которых считается борнилацетат. Также основными компонентами имеющими практическое значение являются камфора и цинеолы. Следует отметить наличие в эфирном масле пихты камфена, бисаболена, камфорена, пиненов, ацетилальдегида и органических кислот [2].

Почвенно-климатические условия Беларуси благоприятны для произрастания различных видов пихты. В дендрариях и ботанических садах республики представлено около 13 видов пихты [3]. Благодаря своей зимостойкости, относительной неприхотливости и устойчивости к городским условиям, наличию огромного числа разнообразных сортов, одним из наиболее успешно интродуцированным видом на большей части территории Беларуси является пихта одноцветная (*Abies concolor*). Интродукция различных видов пихты особенно актуальна, так как природная флора страны сравнительно небогата и проблемы обеспечения сырьем многих производств, оздоровления и оптимизации окружающей среды просто невозможно решить без привлечения растений из других флористических областей земного шара.

Однако следует учесть, что на развитие хвойных растений оказывают влияние многие негативные атмосферные факторы, что отражается на метаболизме растений, прежде всего ассимиляционного аппарата, проявляется в морфометрических показателях и компонентном составе, т. е. хвойные деревья весьма чувствительны к изменениям окружающей среды [4].

Экосистема Республики Беларусь подвержена многим видам техногенного воздействия. Одни из приоритетных экологических проблем страны – это радиоактивное загрязнение территории, загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, деградация почв, образование и накопление отходов. Естественно, наибольшее загрязнение атмосферы наблюдается в промышленных районах Беларуси [5].

В связи с этим цель данной работы – сравнительная оценка качественного и количественного составов эфирных масел *A. concolor*, произрастающих в условиях урбанизированной среды, и возможность их использования как сырьевых источников биологически активных веществ.

Объекты и методы исследования. В качестве объекта исследований были выбраны эфирные масла *A. concolor*, полученные гидродистилляцией из хвои 20–45-летних деревьев, произрастающих на территории Беларуси с различным уровнем техногенного загрязнения.

Образцы хвои пихты были отобраны на территории г. Минска и в лесоохранной зоне Минской области с различным уровнем загрязнения: в Центральном ботаническом саду (№ 1), по ул. Кижеватова (№ 2), по ул. Ванеева (№ 3), по ул. Сердича (№ 4), в парке Горького (№ 5), в питомнике УП Минскзеленстроя д. Бровки в 15 км от г. Минска (№ 6) и в ботаническом саду БГТУ в п. Негорелое в 50 км от г. Минска (№ 7).

Средний уровень загрязнения лесов г. Минска тяжелыми металлами превышает фоновые показатели, наиболее это заметно у крупных автомагистралей и локальных источников эмиссий. В частности, загрязнение почв Pb (основным элементом-загрязнителем почв) в местах произрастания пихт снижается от образца № 1 к образцу № 5 с 57 до 32 мг/кг почвы соответственно, а для образцов № 6 и 7 составляет около 10 мг/кг [5]. В связи с этим образцы № 6 и 7 условно отнесены к «чистым» и взяты как эталонные.

Качественный и количественный анализы эфирных масел *A. concolor* осуществляли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе Кристалл 5000.1. Разделение компонентов осуществлялось с использованием кварцевой капиллярной колонки длиной 60 м с нанесенной фазой 100%-ным диметилсилоксаном в режиме программирования температуры. Наилучшее разделение компонентов достигнуто при следующих условиях: изотермический режим при 70 °С в течение 10 мин; программированный подъем температуры со скоростью 1,5 °С/мин до 160 °С с выдержкой при конечной температуре 40 мин. В целях получения статистических данных по количественному содержанию основных компонентов эфирного масла, каждый образец хроматографировали 3 раза.

Идентификацию отдельных компонентов проводили с использованием эталонных соединений, а также на основании известных литературных данных по индексам удерживания отдельных соединений [6]. Количественное содержание компонентов рассчитывали методом внутренней нормализации по площадям пиков.

По результатам количественного анализа были рассчитаны следующие метрологические характеристики: среднее квадратическое отклонение повторяемости (от 3 до 6 отн.%), среднее квадратическое отклонение промежуточной прецизионности (от 5 до 9 отн.%), расширенная неопределенность результата измерений для уровня доверительной вероятности $P = 0,95$ не превышала 12 отн.%. Результаты каждой серии параллельных опытов подвергали статистической обработке с целью нахождения грубых ошибок («промахов») с использованием критерия Стьюдента. В этом случае сомнительный результат исключали из выборки [7, 8].

Результаты исследований и их обсуждение. Выход эфирных масел из пихты *A. concolor* для исследуемых образцов изменялся от 2,7 до 5,5 % в расчете на абсолютно сухую массу растительного материала, что хорошо согласуется с данными работы [9].

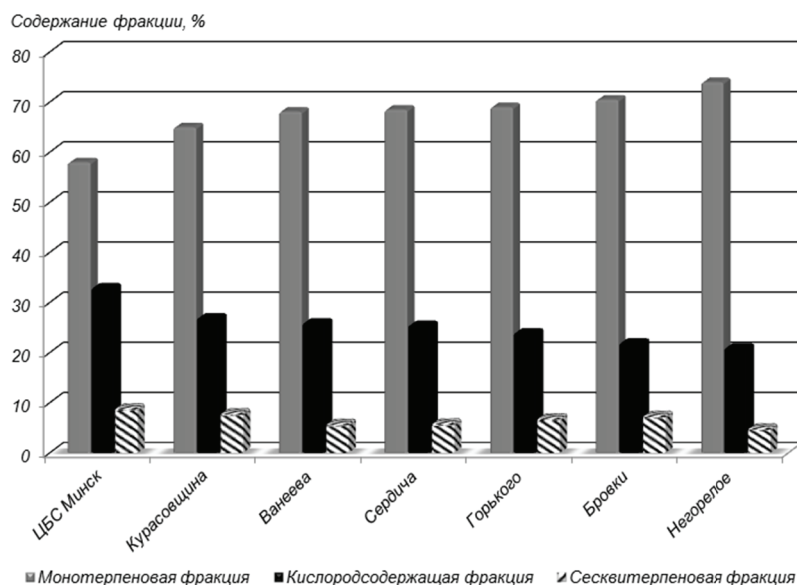
На хроматограмме наблюдалось порядка 100 пиков. Используя эталонные соединения, было идентифицировано 48 индивидуальных веществ. В таблице приведены среднестатистические данные об основных компонентах исследуемых эфирных масел (содержание более 1 %).

Как видно из таблицы, качественный состав исследуемых эфирных масел *A. concolor* стабилен. Сравнение полученных результатов с данными других работ [3] показывает, что эфирное масло *A. concolor* не уступает по наличию ценных компонентов эфирным маслам из других видов пихт, интродуцированных в Беларуси. Вместе с тем концентрация отдельных компонентов в сравниваемых образцах различается. При переходе от незагрязненного к загрязненному участку в эфирном масле хвои возрастает доля кислородсодержащих соединений, прежде всего борнилацетата. С увеличением техногенной нагрузки его значение изменяется от 17 до 25 %. Изменение количественного содержания данного компонента в зависимости от условий произрастания наблюдается и у других представителей хвойных растений [10].

Для более полного описания компонентного состава эфирных масел *A. concolor* был проанализирован фракционный состав. Перераспределение вклада основных компонентов в отношении к соответствующей фракции представлено на рисунке. Из данных рисунка видно, что по мере

Количественный состав эфирных масел *A. concolor*

Наименование компонента	Номер образца и содержание компонента, мас.%						
	1	2	3	4	5	6	7
Трициклен	1,26	1,68	1,59	1,28	1,38	1,18	1,13
α -пинен	7,33	9,91	11,72	11,74	10,59	13,24	12,89
Камфен	14,28	17,58	16,72	13,60	13,93	12,82	14,19
β -пинен	27,95	32,22	30,14	33,64	35,10	35,93	35,54
Мирцен	1,08	0,82	0,87	0,88	1,00	0,98	1,00
Δ^3 -карен	0,40	0,19	0,73	0,62	1,34	0,59	0,36
Лимонен	6,06	5,99	6,32	5,40	5,72	6,30	7,16
Цитронеллаль	0,39	0,43	0,50	0,61	1,37	0,65	1,11
Изоборнеол	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Борнеол	1,29	0,80	0,44	1,27	1,18	1,32	1,28
α -терпинеол	0,62	0,86	0,74	1,06	0,79	0,89	0,65
Борнилацетат	25,38	23,40	23,17	20,26	19,11	17,53	17,48
α -лонгипинен	0,79	0,06	0,23	0,07	0,30	0,12	0,01
β -кариофиллен	0,58	0,23	0,29	0,30	0,36	0,34	0,31
γ -гумулен	0,03	0,48	0,67	0,54	0,93	0,49	0,77
γ -кадинен	0,93	0,10	0,03	0,23	0,04	0,29	0,02
δ -кадинен	1,33	0,25	0,20	0,37	0,27	0,76	0,22



Фракционный состав эфирного масла *A. concolor*

повышения техногенной нагрузки наблюдается закономерное снижение монотерпеновой фракции, в то время как вклад кислородсодержащих соединений увеличивается. Отмечаемые результаты анализа закономерны, поскольку повышение концентрации реактивных примесей способствует ускорению протеканию окислительных и других превращений терпеноидов [4].

Таким образом, проведенные исследования позволили детально рассмотреть химический состав эфирного масла пихты *A. concolor*, произрастающей в условиях урбанизированной среды. Представленные результаты наглядно демонстрируют зависимость содержания отдельных компонентов в масле от степени загрязненности территории произрастания токсичными элементами и могут использоваться в качестве индикатора состояния окружающей среды. Следует отметить, что наблюдаемые различия в химическом составе масел изученных образцов не приводят к существенному снижению их ценности в качестве сырья для промышленной переработки.

Литература

1. *Ткаченко К. Г.* // Вестник Удмуртского ун-та. 2011. № 1. С. 88–93.
2. *Селлар В.* // Энциклопедия эфирных масел. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2005. С. 266–269.
3. *Шутова А. Г. и др.* // Труды БГУ. 2008. Т. 3, № 1. С. 1–16.
4. *Есякова О. А. и др.* // Хвойные бореальной зоны. 2008. Т. 25, № 1–2. С. 109–112.
5. *Логонов В. Ф.* Состояние природной среды Беларуси // Экологический бюллетень. 2011 год. Минск, 2012. С. 201–229.
6. *Хефتمان Э.* Хроматография. Практическое приложение метода. Пер. с англ. Ч. 1. М.: Мир, 1986.
7. *Остакин А. И. и др.* Применение методов в ЭВМ. Планирование и обработка результатов эксперимента. Минск: Высшая школа, 1989.
8. *Пен Р. З.* Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства. Красноярск: Краснояр. гос. ун-т, 1982.
9. *Лобанов В. В., Степень Р. А.* // Хвойные бореальной зоны. 2004. № 2. С. 148–155.
10. *Есякова О. А., Степень Р. А.* // Химия раст. сырья. 2010. № 4. С. 139–143.

O. A. POPINA, D. S. VLADYKINA, S. A. LAMOTKIN

VARIABILITY OF THE MAIN COMPONENTS IN ESSENTIAL OIL OF *ABIES CONCOLOR* GROWING IN URBAN ENVIRONMENT

Summary

The chemical composition of essential oil from *A. Concolor* growing in urban environment has been studied, 48 ingredients being identified and their content measured. The results obtained demonstrate the relationship between certain ingredients' content and environment pollution by toxic elements, that can be used as an indicator of the environment condition.