ЭФИРНЫЕ МАСЛА РАСТЕНИЙ РОДА *PINUS*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В БУРЯТИИ

Ширеторова В.Г., Эрдынеева С.А., Раднаева Л.Д.

*Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия
vshiretorova@rambler.ru*

ESSENTIAL OILS OF PINUS PLANTS GROWING IN BURYATIA

Shiretorova V.G., Erdineeva S.A., Radnaeva L.D.

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

В результате проведенного исследования выделены эфирные масла из хвои *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica* и *Pinus pumila*, произрастающих на территории Бурятии, выход составил 1,0–3,1% в пересчете на абсолютно сухое сырье. Доминирующими компонентами являются монотерпены: альфа-пинен (25,8–55,5 %), бета-пинен (2,2–7,9 %), лимонен (2,2–20,6 %), бета-фелландрен (5,2–17,4 %) и сесквитерпены: гермакрен Д (0,9–8,5 %) и дельта-кадинен (1,9–8,9 %). В групповом составе преобладают монотерпеноиды (66,0–83,0 %), обладающие широким спектром антибактериальной активности.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica*, *Pinus pumila*, эфирное масло, хвоя, монотерпеноиды.

As a result of the study, essential oils were isolated from the needles of *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica* and *Pinus pumila*, growing in the territory of Buryatia, the yield was 1.0–3.1 % in terms of absolutely dry raw materials. The dominant components are monoterpenes: alpha-pinene (25.8–55.5 %), beta-pinene (2.2–7.9 %), limonene (2.2–20.6 %), beta-fellandrene (5.2–17.4 %) and sesquiterpenes: germacrene D (0.9–8.5 %) and delta-cadinene (1.9–8.9 %). The main group in the group composition is monoterpenoids (66.0–83.0%), which have a wide spectrum of antibacterial activity.

Keywords: *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica*, *Pinus pumila*, essential oil, needles, monoterpenoids.

Одним из путей комплексного рационального использования возобновляемого природного сырья является переработка отходов хвойных пород для получения эфирных масел (ЭМ) и целого ряда других продуктов. ЭМ, продуцируемые хвойными деревьями, обладают высокими бактерицидными свойствами, играют важную роль в очищении воздуха от болезнетворных микроорганизмов, в охране здоровья человека [7]. В составе древостоев Республики Бурятия, занимающих площадь в 29140,3 тыс. га, что составляет 83,0 % от всей её территории, хвойные породы составляют 89,4 % [3].

Соединения группы терпенов, входящие в состав ЭМ из хвойных пород деревьев, благодаря своим уникальным фармакологическим свойствам, находят все более широкое применение при лечении различных патологических состояний. Установлено, что терпеновые соединения могут проявлять обезболивающее, противовоспалительное, ранозаживляющее, антимикробное, противовирусное, антигистаминное, иммуномодулирующее, противоопухолевое, спазмолитическое, успокаивающее действие [4; 5]. Преимуществами использования эфирных масел в лечебно-профилактических целях являются безопасность и удобство применения, возможность использования всеми возрастными группами. Противоионфекционная активность эфирных масел сочетается с их практически полной безвредностью для организма человека, что принципиально отличает их от современных антибактериальных препаратов [1].

Род *Pinus* L. (Pinaceae) включает в себя 130 видов вечнозелёных деревьев и является одним из широко распространенных видов хвойных, произрастающих в Северном полушарии [9]. Представители рода *Pinus* относятся к наиболее ценным лесообразующим деревьям Евразии и имеют большую хозяйственную ценность и огромное экологическое значение [8]. Хвоя, побеги, почки и шишки сосен являются ценным сырьем для производства лекарственных препаратов, широкого спектра продуктов лечебно-профилактического, парфюмерно-косметического и технического назначения. Поскольку компонентный состав летучих соединений одного и того же вида растения может значительно меняться в зависимости от условий произрастания, что сказывается на проявляемой эфирными маслами биологической активности, определение состава терпеноидов эфирных масел кедровых сосен, произ-

растающих в Республике Бурятия, для территории которой характерен резко континентальный климат с большими годовыми и суточными колебаниями температуры воздуха и неравномерными распределением атмосферных осадков по сезонам года, является актуальной задачей.

Цель работы: выделение ЭМ из хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), сосны сибирской (*Pinus sibirica*) и кедрового стланика (*Pinus pumila*), произрастающих на территории Бурятии, и определение его компонентного состава методом газохромато-масс-спектрометрии.

Отбор проб фитомассы сосен проводили июле-августе в местах естественного произрастания на фоновых территориях в соответствии с ГОСТ 21769-84 (образцы хвои снимали со срубленных побегов). Эфирное масло получали методом гидродистилляции в течение 6 часов в лабораторной установке с насадкой Клевенджера из навески измельченного (2-5 мм) сырья массой 100 г. Выход эфирного масла определялся волюмометрически в пересчете на воздушно-сухое сырье. Компонентный состав эфирного масла исследовали методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Agilent Packard HP6890 с квадрупольным масс-спектрометром (HP MSD 5973N) в качестве детектора. Разделение проводили на 30-метровой кварцевой колонке HP-5MS с внутренним диаметром 0,25 мм. Процентный состав эфирного масла вычисляли по площадям газо-хроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ был основан на сравнении рассчитанных значений линейных индексов удерживания, времен удерживания, полных масс-спектров с библиотекой хромато-масс-спектрометрических данных летучих веществ растительного происхождения. Вычисление линейных индексов удерживания RI проводилось в соответствии с [6]. Количественный анализ выполнялся методом внутренней нормировки по площадям пиков без использования корректирующих коэффициентов.

Полученные эфирные масла представляют собой прозрачные легкоподвижные жидкости светложелтого цвета со специфическим хвойным запахом. Выход эфирного масла составил (% от абсолютно сухого сырья): 1,0-1,2 (для сосны обыкновенной), 1,9-3,1 (для кедровых сосен). Результаты хромато-масс-спектрометрического анализа показали, что в состав эфирных масел хвои исследуемых сосен входит от 56 до 85 компонентов. Содержание монотерпенов составляет от 66,0 до 82,0 % от суммы компонентов, и изменяется в зависимости от сезона и места произрастания. В образцах ЭМ сосны обыкновенной доминирующими компонентами являются монотерпены α -пинен (25,78-32,34 %), лимонен+ β -фелландрен (7,58-11,40 %), 3-карен (1,72-14,46 %), сесквитерпен 3-карен (1,5-14,5 %). Доминирующие компоненты ЭМ хвои сосны сибирской – монотерпены: альфа-пинен (43,1-54,2 %), бета-пинен (2,2-4,1 %), лимонен (2,2-19,8 %), бета-фелландрен (5,2-17,4 %) и сесквитерпены: гермакрен Д (0,9-8,5 %) и дельта-кадинен (3,4-8,9 %). В составе ЭМ кедрового стланика преобладают монотерпены – альфа-пинен (36,2-55,5 %), камфен (0,8-5,9 %), β -пинен (2,8-7,9 %), лимонен (6,5-20,6 %), бета-фелландрен (1,7-9,1 %), терпинолен (1,4-5,9 %) и сесквитерпены – гермакрен Д (0,6-6,4 %) и дельта-кадинен (1,9-4,7 %).

Анализ полученных данных показал, что качественный состав эфирных масел образцов хвои сосен остается относительно постоянным по времени сбора и месту произрастания, значительные изменения наблюдаются в количественном содержании компонентов. Содержание эфирного масла существенно изменяется также в течение годового цикла, так, максимальное его количество наблюдается в летне-осенний период. Вегетационное развитие растительного организма отражается и на составе масла. Преимущественно это выражается в изменении соотношения терпеновых соединений. Максимум монотерпеновых углеводородов найден в июльских образцах, в период полного развития фотосинтетической деятельности растения. Минимум запасов монотерпенов отмечался в весеннее время. Существенно изменяется относительное содержание кислородсодержащей и сесквитерпеновой фракции в течение годового цикла: в 2,0 и в 1,2–1,5 раза соответственно. Их минимальное количество найдено в июле, максимальное – в январе, когда организм находится в состоянии покоя.

Монотерпеновые углеводороды эфирных масел малотоксичны и обладают широким спектром активности в отношении болезнетворных микроорганизмов [2], что обуславливает перспективность применения данных эфирных масел в качестве как самостоятельных лекарственных средств, так и компонентов лекарственных препаратов.

Таким образом, в результате проведенного исследования выделены эфирные масла из хвои *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica* и *Pinus pumila*, произрастающих на территории Республики Бурятия, выход

составил 1,0-3,1 % в пересчете на абсолютно сухое сырье. Методом газо-хромато-масс-спектрометрии установлен их компонентный состав. Качественный состав хвойных эфирных масел схож и остается относительно постоянным по времени сбора и месту произрастания, изменения наблюдаются в количественном содержании компонентов в зависимости от времени и места сбора. Доминирующими компонентами являются монотерпены: альфа-пинен (25,8-55,5 %), бета-пинен (2,2-7,9 %), лимонен (2,2-20,6 %), бета-фелландрен (5,2-17,4 %) и сесквитерпены: гермакрен Д (0,9-8,5 %) и дельта-кадинен (1,9-8,9 %). В групповом составе преобладают монотерпеноиды (66,0-83,0 %), обладающие широким спектром активности в отношении болезнетворных микроорганизмов, что обуславливает перспективность применения данных эфирных масел в качестве как самостоятельных лекарственных средств, так и компонентов лекарственных препаратов.

Исследование выполнено в рамках государственного задания БИП СО РАН.

Список литературы

1. Ефремов Е. А., Назиров Р. А., Ефремов А. А. Концентрирование летучих фитонцидов лесного воздуха хвойных в жидкие среды // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация. 2014. № 2. С. 17-21.
2. Кинтя П. К., Фадеев Ю. М., Акимов Ю. А. Терпеноиды растений. Кишинев: Штиинца, 1990. 151 с.
3. Официальный информационный интернет-портал администрации Республики Бурятия. URL: https://egov-buryatia.ru/mpr/activities/reports_and_reports/gosudarstvennyy-doklad.php (дата обращения: 28.05.2021)
4. Солдатченко С.С. Полная книга по ароматерапии. Профилактика и лечение заболеваний эфирными маслами / С. С. Солдатченко, Г. Ф. Кашенко, В. А. Головкин. Симферополь : Таврида, 2005. 480 с.
5. Струкова Е. Г. Воздействие эфирных масел сибирского региона на условно-патогенные микроорганизмы / Е. Г. Струкова, А. А. Ефремов, А. А. Гонтова, Л. С. Соколова // Химия растительного сырья. 2009. № 4. С. 57-62.
6. Ткачев А. В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск : Офсет, 2008. 969 с.
7. Шутова А. Г., Спиридович Е. В., Курченко В. П. Биологически активные вещества: эфирные масла растений семейства *Pinaceae* // Сохранение, изучение и использование биоразнообразия мировой флоры / под ред. В. В. Титка, В. Н. Решетникова. Минск: Беларус. Наука, 2012. С.292-297.
8. Ioannou E., Koutsaviti A., Tzakou O. et al. The genus *Pinus*: a comparative study on the needle essential oil composition of 46 pine species // *Phytochem Rev.* 2014, №13, pp. 741-768.
9. The Plant List. URL: <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения: 28.05.2021).