

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА ПОЧЕК И МИКРОСТРОБИЛОВ *PINUS SYLVESTRIS* L.

С.А. Эрдынеева

аспирант, лаборатория химии природных систем,
Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук (г. Улан-Удэ, Россия)
E-mail: esssa198013@gmail.com

В.Г. Ширеторова

к.т.н., ст. науч. сотрудник, лаборатория химии природных систем,
Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук (г. Улан-Удэ, Россия)

Л.Д. Раднаева

д.х.н., профессор, гл. науч. сотрудник, лаборатория химии природных систем,
Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук (г. Улан-Удэ, Россия)

Цель работы. Сравнительное исследование компонентного состава эфирного масла почек и микростробиллов сосны обыкновенной.

Материал и методы. Исследованы эфирные масла почек и микростробиллов *Pinus sylvestris* L. произрастающей на территории Республики Бурятия, собранных в мае–июне 2019–2020 гг. Эфирное масло получали гидродистилляцией. Качественный состав и относительное количественное содержание компонентов эфирных масел определяли газо-хромато-масс-спектрометрическим методом.

Результаты. Выход эфирного масла составил для почек 0,67–0,75% микростробиллов 0,39–0,53% от массы воздушно-сухого сырья. Основными компонентами эфирного масла почек и микростробиллов сосны обыкновенной являются α -пинен (8,0–20,4%), β -пинен (8,1–12,5%), β -мирцен (5,5–12,4%), 3-карен (6,5–16,8%), лимонен+ β -фелландрен (18,3–20,4%), терпинолен (1,0–2,1%); кариофиллен (0,8–2,0%), гермакрен D (0,3–1,9%), α -муролен (0,5–1,9%), γ -кадинен (0,5–2,1%), δ -кадинен (0,7–5,6%), Т-муролол (0,1–3,4%), α -кадинол (0,1–4,1%); дегидроабетан (0,2–1,0%). Отмечено более высокое (в 2 раза) содержание α -пинена в микростробилах, чем в почках. Содержание сесквитерпеновых и дитерпеновых соединений, таких как гермакрен D, кадинены, Т-муролол, α -кадинол, дегидроабетан, в эфирных маслах почек в 1,5–2 раза больше, чем в микростробилах, что может быть обусловлено наличием в почках смолистых веществ. Для образцов эфирных масел сосен, произрастающих в черте г. Улан-Удэ, характерно повышенное содержание кислородсодержащих терпеноидов вследствие усиления процессов окисления, катализируемых поллютантами. Эфирные масла почек и микростробиллов сосны обыкновенной из Бурятии отличаются более высоким содержанием α -пинена (8,0–20,4 %) по сравнению с популяциями Томской области (6,9–11,3 %), и меньшим 3-карена (6,5–16,8% и 21,9–27,2% соответственно), что может быть обусловлено климатическими условиями произрастания. Необходимо отметить, что 3-карен обладает выраженным аллергенным действием, в связи с чем эфирное масло с высоким содержанием этого компонента должно иметь ограниченное применение.

Выводы. Впервые изучен химический состав эфирного масла микростробиллов сосны обыкновенной. Проведен сравнительный анализ масла микростробиллов с эфирным маслом сосновых почек, являющихся фармакопейным сырьем с доказанной эффективностью; показано достаточное его содержание и сходство компонентного состава. Эфирное масло микростробиллов с высоким содержанием α -пинена представляет практический интерес для использования в лечебно-профилактических целях. Использование микростробиллов как источника пыльцы и как самостоятельного сырья после ее отделения решает проблему рационального использования растений, благодаря получению не только пыльцы, но и других продуктов, содержащих биологически активные вещества.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, почки, микростробиллы, эфирные масла.

Для цитирования: Эрдынеева С.А., Ширеторова В.Г., Раднаева Л.Д. Сравнительное исследование компонентного состава эфирного масла почек и микростробиллов *Pinus sylvestris* L. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2022;25(1):3–9. <https://doi.org/10.29296/25877313-2022-01-01>

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) семейства Pinaceae – широко распространенное в Евразии вечнозеленое хвойное дерево, достигающее 25–40 м высоты. Она образует сплошные сосновые

леса, а также встречается в смешанных лесах по всей лесостепной зоне, хорошо приспособляется к различным температурным и почвенно-грунтовым условиям. Сосна обыкновенная цветет обычно

в конце мая – начале июня, образуя микростробилы («мужские» шишки) длиной 20–30 мм, и пестичные («женские») шишки длиной 30–40 мм на одном и том же дереве. Микростробилы желтого и красно-желтого цвета состоят из многочисленных чешуевидных тычинок, сидящих на коротких ножках, на обратной стороне которых образуется пыльца. По литературным данным, сосна обыкновенная может продуцировать до 30–40 кг пыльцы с 1 га [1].

Хвоя, побеги, почки и кора сосны в виде отваров и настоев издавна использовались для лечения различных воспалительных заболеваний, а также как общеукрепляющее, витаминное средство. Почки сосны обыкновенной являются официальным лекарственным растительным сырьем. Широкий спектр фармакологической активности почек сосны связан с содержанием в них эфирного масла, смолыстых и дубильных веществ, флавоноидов, горького гликозида пиницикрина и др. [2]. Отмечается [3], что наиболее важной группой биологически активных веществ (БАВ) почек сосны является эфирное масло, которое используется в медицине в составе комплексных растительных препаратов.

Сосновая пыльца также является ценным источником биологически активных веществ: витаминов, аминокислот, макро- и микроэлементов, ферментов, моно- и полисахаридов, жиров и пищевых волокон [4]. В традиционной китайской медицине на протяжении нескольких тысячелетий в качестве лекарства и пищевой добавки используется пыльца *P. massoniana*, входящая в китайскую фармакопею. В последние 20 лет произошел значительный рост количества публикаций в области фармакологических и клинических исследований сосновой пыльцы [5]. Установлено, что экстракты, содержащие полисахаридные фракции пыльцы *P. massoniana*, обладают иммуномодулирующей, противовоспалительной и противовирусной активностью, а также антиоксидантным и гепатопротекторным действием [6].

Спиртовые экстракты пыльцы *P. densiflora*, произрастающей в Корее, обладают противовоспалительным действием и антиоксидантной активностью [7]. В результате проведенного авторами ранее [8] исследования пыльцы *P. sylvestris* и *P. pumila*, произрастающих на территории Республики Бурятия, показано, что пыльца является перспективным источником флавоноидов, свободных

аминокислот, дубильных веществ, аскорбиновой кислоты, макро-, микроэлементов.

При заготовке пыльцы образуется значительное количество отходов в виде микростробилов, составляющих 93–95% от массы исходного сырья. Изучение химического состава БАВ микростробилов после отделения пыльцы позволит оценить возможность рационального использования ценного лекарственного сырья.

Цель исследования – сравнительный анализ компонентного состава эфирного масла почек и микростробилов *Pinus sylvestris* L.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Почки *P. sylvestris* для анализа заготавливали в начале – середине мая, микростробилов – в конце мая – начале июня 2019–2020 гг. на фоновых территориях в районах Республики Бурятия, а также в окрестностях г. Улан-Удэ (табл. 1). Сбор почек и микростробилов осуществляли с 20–30 деревьев различного возраста с разных сторон кроны на высоте до 2–2,5 м. Микростробилы собирали за 1–3 дня до начала пыления. Собранный сырьё досушивали в закрытых помещениях до высыхания пыльцы из микростробилов. Пыльцу отвеивали на ситах, пустые микростробилы хранили в бумажных пакетах при комнатной температуре.

Эфирное масло из почек и микростробилов получали фармакопейным методом – гидродистилляцией. Компонентный состав эфирного масла исследовали методом газо-хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС) 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 газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ был основан на сравнении рассчитанных в соответствии с [9] значений линейных индексов удерживания, времен удерживания, полных масс-спектров с библиотекой хромато-масс-спектрометрических данных летучих веществ растительного происхождения. Количественный анализ выполняли методом внутренней нормировки по площадям пиков без использования корректирующих коэффициентов.

Таблица 1. Характеристика мест сбора образцов почек и микростробилы *Pinus sylvestris* на территории Республики Бурятия

№ образца	Место сбора, географические координаты	Вид сырья	Выход эфирного масла, % в пересчете на а.с.с
1	Иволгинский район, хребет Улан-Бургасы, 30 км к северу от г.Улан-Удэ, сосняк рододендроновый (LAT 52°50' LON 109°03'), высота н.у.м. 1180 м	Почки	0,75
2	Прибайкальский район, побережье оз. Котокель, (LAT 52°49' LON 108°09'), тип леса разнотравный, высота н.у.м. 470 м	Микростробилы	0,53
3	Баргузинский район, побережье оз. Байкал, окрестности с. Максимиха (LAT 53°15' LON 108°44'), тип леса разнотравный, высота н.у. м. 460 м	Почки	0,71
4		Микростробилы	0,44
5	окраина г. Улан-Удэ, мкр. Комушка, нагорная часть города, сосняк рододендроновый в типичном разреженном разновозрастном насаждении (LAT 51°79' LON 107°61), высота н.у.м. 710 м	Почки	0,67
6		Микростробилы	0,39

Таблица 2. Компонентный состав образцов эфирных масел почек и микростробилы *Pinus sylvestris*, %

Компонент*	RI	Почки			Микростробилы		
		1**	3	5	2	4	6
1	2	3	4	5	6	7	8
α-Пинен	932	9,7	11,6	8,0	20,4	17,7	17,5
Камфен	947	0,4	0,4	0,3	0,5	0,7	0,6
Сабинен	973	1,1	0,8	0,5	1,1	0,9	0,4
β-Пинен	975	9,4	10,3	7,5	12,5	8,1	9,2
β-Мирцен	991	5,5	9,5	5,5	12,4	7,6	5,7
3-Карен	1010	16,8	12,2	6,5	11,7	11,5	12,9
Пара-цимол	1024	0,4	0,4	0,3	0,7	0,8	0,8
Лимонен + β-фелландрен	1028	23,9	24,2	18,3	22,1	23,7	22,7
Транс-β-оцимен	1048	0,3	0,2	0,3	0,6	0,3	0,5
Терпинолен	1088	2,1	1,3	1,2	1,0	1,2	1,6
Транс-пинокарвеол	1138	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8
4-Терпинеол	1177	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	0,9
Криптон	1187	0,1	0,2	0,1	0,6	0,6	0,3
α-Терпинеол	1191	0,1	0,3	0,8	0,2	0,4	0,7
Миртенол	1197	–	0,3	0,3	0,4	0,6	0,6
Кар-2-ен-4-он	1223	0,6	–	–	0,1	0,1	+

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Метилвый эфир тимола	1236	0,6	0,7	0,6	1,2	0,8	0,8
Борнилацетат	1287	1,0	1,1	1,2	0,5	1,2	1,3
α -Терпенил ацетат	1351	0,5	0,6	0,6	0,7	1,5	0,8
α -Лонгипинен	1352	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1
α -Копаен	1378	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,3
β -Бурбобен	1387	0,3	0,3	0,5	–	0,1	0,5
β -Элемен	1392	0,8	0,7	1,5	0,2	0,3	0,4
Лонгифолен	1408	1,0	1,1	1,3	0,7	1,4	2,0
Кариофиллен	1422	1,3	1,0	1,1	1,4	2,0	0,8
Гуайа-6,9-диен	1445	0,6	1,0	1,5	1,0	0,7	0,3
<i>Цис</i> -мурол-3,5-диен	1448	+	0,1	0,3	–	0,7	0,1
γ -мууролен	1480	0,3	0,4	0,7	0,2	0,2	0,5
Гермакрен D	1484	1,9	1,8	1,8	0,3	0,6	1,3
Бициклосесквифелландрен	1494	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2
Бициклогермакрен	1500	0,6	0,4	1,7	–	–	0,3
α -Муролен	1502	1,0	1,9	1,3	0,5	0,5	1,0
γ -Кадинен	1517	1,6	1,5	2,1	0,7	0,5	1,1
δ -Кадинен	1527	3,4	3,9	5,6	0,7	1,1	2,2
β -Калакорен	1565	1,7	0,7	1,2	0,1	0,1	–
Спатуленол	1580	0,5	0,6	1,5	0,1	0,3	0,6
Кариофиллен оксид	1586	0,1	0,2	0,4	0,2	0,9	0,4
1- <i>Эти</i> -кубенол	1632	0,2	0,2	0,5	0,1	0,3	0,2
T-Кадинол	1643	0,8	–	–	–	0,4	–
T-Муролол	1644	1,1	0,9	3,4	0,1	0,4	0,8
δ -Кадинол	1649	–	0,1	0,7	–	0,2	0,1
α -Кадинол	1658	2,7	3,3	4,1	0,1	0,5	1,0
Ног-4-метилен-дегидроабигтан	2004	+	0,9	0,3	–	–	0,7
Дегидроабигтан	2060	1,0	0,1	0,3	0,7	0,8	0,2
Всего идентифицировано, %	-	96,3	98,6	92,2	96,0	92,9	93,2
Σ монотерпеноидов	-	72,0	74,8	55,3	88,9	79,3	78,6
Σ сесквитерпеноидов	-	20,1	19,7	32,5	6,0	11,8	13,0
Σ дитерпеноидов	-	4,2	4,1	4,4	1,1	1,8	1,6
В том числе кислородсодержащих соединений	-	11,6	8,7	17,4	8,6	12,8	14,2

П р и м е ч а н и я : * – приведены компоненты, содержание которых хотя бы в одном образце более 0,5%; ** – номера образцов приведены согласно табл. 1; "+" – содержание компонента ниже 0,05%; "-" – компонент не обнаружен.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные эфирные масла представляли собой прозрачные легкоподвижные жидкости светло-желтого цвета со специфическим хвойным запахом. Выход эфирного масла из сосновых почек составил 0,67–0,75% от массы воздушно-сухого сырья, из микростробиллов – 0,39–0,53%. Фармакопейная статья на сосновые почки регламентирует содержание эфирного масла в количестве не менее 0,3%. В исследуемых образцах почек количество эфирного масла превышало данный показатель в 1,5–2 раза, в микростробилах содержание эфирного масла также соответствовало требованиям, предъявляемым к сосновым почкам.

Методом ГХ/МС в исследуемых образцах эфирных масел обнаружено до 120 компонентов (табл. 2), представленных ароматическими соединениями, моно-, сескви- и дитерпеноидами. По составу исследованные образцы эфирных масел схожи между собой, имеются некоторые различия в количественном содержании. В групповом составе преобладали монотерпеноиды: 53,8–87,9%, сесквитерпеноиды составили 5,9–32,5%, дитерпеноиды – 0,5–4,2%, содержание кислородсодержащих соединений – 8,7–17,4%. По сравнению с почками микростробиллы содержат более высокое количество монотерпеновых и меньшее (в 2–3 раза) – сескви- и дитерпеновых соединений. Возможно, это обусловлено тем, что сосновые почки покрыты тонким слоем смолы, богатой дитерпеновыми соединениями.

Основными компонентами исследуемых эфирных масел сосновых почек и микростробиллов являются монотерпеновые соединения: α -пинен (8,0–20,4%), β -пинен (8,1–12,5%), β -мирцен (5,5–12,4%), 3-карен (6,5–16,8%), лимонен+ β -фелландрен (18,3–20,4%), терпинолен (1,0–2,1%); сесквитерпеновые: кариофиллен (0,8–2,0%), гермакрен D (0,3–1,9%), α -муролен (0,5–1,9%), γ -кадинен (0,5–2,1%), δ -кадинен (0,7–5,6%), Т-муролол (0,1–3,4%), α -кадинол (0,1–4,1%); дитерпеновый углеводород дегидроабигтан (0,2–1,0%). Можно отметить более высокое (в 2 раза) содержание α -пинена в микростробилах, известного своей биологической активностью. Содержание сесквитерпеновых и дитерпеновых соединений, таких как гермакрен D, кадинены, Т-муролол, α -кадинол, дегидроабигтан, в эфирных маслах почек в 1,5–2 раза больше, чем в микростробилах, что может быть обусловлено наличием смолистых веществ.

Анализ литературы продемонстрировал, что подробные данные компонентного состава эфирного масла имеются лишь для почек сосны обыкновенной из Томской области [3]. Сравнение с литературными данными показало, что при схожем качественном составе, наблюдаются различия в содержании некоторых компонентов эфирных масел. Так, эфирные масла почек и микростробиллов сосны обыкновенной из Бурятии отличаются более высоким содержанием α -пинена (8,0–20,4%) по сравнению с популяциями Томской области (6,9–11,3%), и меньшим – 3-карена: 6,5–16,8% в образцах из Бурятии, 21,9–27,2% – в образцах из Томской области, что может быть обусловлено климатическими условиями произрастания. Необходимо отметить, что 3-карен обладает выраженным аллергенным действием, в связи с чем такое эфирное масло с высоким содержанием этого компонента должно иметь ограниченное применение. Для образцов эфирных масел сосен, произрастающих в черте г. Улан-Удэ, характерно повышенное содержание кислородсодержащих терпеноидов вследствие усиления процессов окисления, катализируемых поллютантами, что согласуется с данными для сосновых почек загрязненных районов Томской области.

Таким образом, эфирное масло микростробиллов *P. sylvestris* после отделения пыльцы, по своему качественному и количественному составу близко к эфирному маслу сосновых почек – фармакопейному растительному сырью. Высокое содержание α -пинена, известного широким спектром биологической активности (антимикробной, противовоспалительной и др.) [10] и низкое содержание 3-карена, обладающего раздражающим действием, позволяют сделать вывод, что микростробиллы сосны обыкновенной, произрастающей на фоновых территориях Бурятии, наравне с почками, являются источником эфирных масел с высокими потребительскими свойствами и могут применяться в лечебно-профилактических целях.

ВЫВОДЫ

Впервые изучен химический состав эфирного масла микростробиллов сосны обыкновенной. Проведен сравнительный анализ изученного масла с эфирным маслом сосновых почек, являющихся фармакопейным сырьем с доказанной эффективностью, показано сходство их компонентного состава и достаточное содержание. Эфирное масло

микростробиллов с высоким содержанием α -пинена представляет практический интерес для использования в лечебно-профилактических целях. Использование микростробиллов как источника пыльцы и как самостоятельного сырья после ее отделения решает проблему рационального использования растений, благодаря получению не только пыльцы, но и других продуктов, содержащих биологически активные вещества.

Исследование выполнено в рамках государственного задания БИП СО РАН

ЛИТЕРАТУРА

1. Тараканов В.В. Пыльцевая продуктивность лесосеменных плантаций сосны. Лесное хозяйство. 1999; 2: 39–40.
2. Машковский М.Д. Лекарственные средства. Изд. 16-е, перераб., доп., испр. М. 2017. 1216 с.
3. Коломиец Н.Э., Абрамцев Н.Ю., Бондарчук Р.А., Ширеторова В.Г., Тыхеев Ж.А., Агеева Л.Д. Компонентный состав эфирного масла почек *Pinus sylvestris* L., произрастающей в урбоусловиях Томского района. Химия растительного сырья. 2019; 1: 181–190.
4. Linskens H.F., Stanley R.G. Pollen: biology, biochemistry, and management. New-York, 1974; 314 p.
5. Liang Shi-Bing, Liang Ning, Bu Fan-Long, Lai Bao-Yong, et al. The potential effects and use of Chinese herbal medicine pine pollen (*Pinus pollen*): A bibliometric analysis of pharmacological and clinical studies. World J Tradit Chin Med. 2020; 6(2): 163–170. DOI: 10.4103/wjtc.wjtc_4_20.
6. Hongqi Shang, Zhou Sha, Huan Wang, Yongqiang Miao, et al. *Pinus massoniana* pollen polysaccharide inhibits H9N2 subtype influenza virus infection both *in vitro* and *in vivo*. Veterinary Microbiology. 2020; 248: 108803. DOI: 10.1016/j.vetmic.2020.108803.
7. Choi E.-M. Antinociceptive and antiinflammatory activities of pine (*Pinus densiflora*) pollen extract. Phytoter. Res. 2007; 21: 471–475. DOI: 10.1002/ptr.2103.
8. Эрдынеева С.А., Ширеторова В.Г., Раднаева Л.Д. Фармакогностическое исследование пыльцы *Pinus sylvestris* L. и *Pinus pumila* (PALL) Regel. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2021; 24(2): 29–34.
9. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск: Офсет. 2008; 969 с.
10. Rivas da Silva A.C., Lopes P.M., Barros de Azevedo M.M., Costa D.C., et al. Biological activities of α -pinene and β -pinene enantiomers. Molecules. 2012; 17(6): 6305–6316. doi:10.3390/molecules17066305.

Поступила 4 августа 2021 г.

COMPARATIVE STUDY OF THE ESSENTIAL OIL COMPOSITION OF PINE BUDS AND MICROSTROBILS (*PINUS SYLVESTRIS* L.)

© Authors, 2022

S.A. Erdyneeva

Post-graduate Student, Laboratory of Chemistry of Natural Systems, Baikal Institute of Nature Management Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Ulan-Ude, Russia)
E-mail: esssa198013@gmail.com

V.G. Shiretorova

Ph.D. (Tech.), Senior Research Scientist, Laboratory of Chemistry of Natural Systems, Baikal Institute of Nature Management of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Ulan-Ude, Russia)

L.D. Radnaeva

Dr.Sc. (Chem.), Professor, Chief Research Scientist, Laboratory of Chemistry of Natural Systems, Baikal Institute of Nature Management of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences (Ulan-Ude, Russia)

Aim of the research. Comparative study of the essential oil composition obtained from pine buds and microstrobiluses (*Pinus sylvestris* L.), growing in Buryatia.

Material and methods. The pine buds and microstrobils samples was collected in during May–June 2019–2020 in background areas, and nearby Ulan-Ude. Essential oil was obtained by pharmacopoeial method 2 – hydrodistillation. The content of essential oil was determined using volumetric method. The qualitative composition and relative quantitative content of the components of essential oils was identified by gas-chromato-mass spectrometric method.

Results. The yield of essential oil from pine buds was 0.67–0.75%, from microstrobils – 0.39–0.53% calculated to absolutely dry raw material. The main components of buds and microstrobils essential oil are: α -pinene (8.0–20.4%), β -pinene (8.1–12.5%), β -myrcene (5.5–12.4%), 3-carene (6.5–16.8%), limonene + β -pellandrene (18.3–20.4%), terpinolene (1.0–2.1%); caryophyllene (0.8–2.0%), germacrene D (0.3–1.9%), α -murolen (0.5–1.9%), γ -cadinene (0.5–2.1%), δ -cadinene (0.7–5.6%), T-murolol (0.1–3.4%), α -cadinol (0.1–4.1%); dehydroabietane (0.2–1.0%). It can be noted that the content of α -pinene in microstrobils is higher (2 times) than in the buds. The content of sesquiterpene and diterpene compounds such as germacrene D, cadinens, T-murolol, α -cadinol, dehydroabietane in buds essential oils of the is 1.5–2 times higher than in microstrobils, which may be due to the presence of resinous substances in the buds. Samples of essential oils from pine trees growing nearby Ulan-Ude are characterized by an increased content

of oxygen-containing terpenoids due to the intensification of oxidation processes catalyzed by pollutants. Essential oils of the buds and microstrobils of Scots pine from Buryatia have a higher level of α -pinene (8.0–20.4%) compared to the populations of the Tomsk region (6.9–11.3%), and less 3-carene – 6, 5–16.8% in Buryat samples, 21.9–27.2% – in Tomsk, which may be due to climatic conditions of growth. It should be noted that 3-carene has a pronounced allergenic effect, and therefore, such an essential oil with a high component content should have limited use.

Conclusion. The chemical composition of essential oils of pine microstrobils has been studied for the first time. A comparative analysis with essential oil of pine buds, which is a pharmacopoeial raw material with proven efficacy, has been carried out, its sufficient content and similarity of the component composition have been shown. The essential oil of microstrobils with a high content of α -pinene is of practical interest for use in therapeutic and prophylactic purposes. The use of microstrobils as a source of pollen, and as an independent raw material after its separation, solves the problem of rational use of plants, due to the production of not only pollen, but also other products containing biologically active substances.

Key words: *Pinus sylvestris L., essential oil, buds, microstrobils.*

For citation: Erdyneeva S.A., Shiretorova V.G., Radnaeva L.D. Comparative study of the essential oil composition of pine buds and microstrobils (*Pinus sylvestris L.*). Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2022;25(1):3–9. <https://doi.org/10.29296/25877313-2022-01-01>

REFERENCES

1. Tarakanov V.V. Pyl'cevaja produktivnost' lesosemennykh plantacij sosny. Lesnoe hozjajstvo. 1999; 2: 39–4.
2. Mashkovskij M.D. Lekarstvenny`e sredstva. Izd. 16-e, pererab., dop., ispr. M., 2017. 1216 s.
3. Kolomiets N.E, Abramets N.Y., Bondarchuk R.A., Shiretorova V.G., Tyheev Zh.A., Ageeva L.D Component composition of essential oil of pine buds (*Pinus sylvestris L.*), growing in the urban environment of tomsk region. Chemistry of Plant raw material, 2019; 1: 181-190. doi:10.14258/jcprm.2019014293.
4. Linskens H.F., Stanley R.G. Pollen: biology, biochemistry and management. New-York, 1974. 314 p.
5. Liang Shi-Bing, Liang Ning, Bu Fan-Long, Lai Bao-Yong, et al. The potential effects and use of Chinese herbal medicine pine pollen (*Pinus pollen*): A bibliometric analysis of pharmacological and clinical studies. World J Tradit Chin Med. 2020; 6(2): 163-170. doi: 10.4103/wjtc. wjtc_m_4_20
6. Hongqi Shang, Zhou Sha, Huan Wang, Yongqiang Miao, et al. *Pinus massoniana* pollen polysaccharide inhibits H9N2 subtype influenza virus infection both in vitro and in vivo. Veterinary Microbiology. 2020; 248. 108803. doi: 10.1016/j.vetmic.2020.108803
7. Choi E.-M. Antinociceptive and antiinflammatory activities of pine (*Pinus densiflora*) pollen extract. Phytother. Res. 2007; 21: 471–475. DOI: 10.1002/ptr.2103
8. Erdyneeva S.A., Shiretorova V.G., Radnaeva L.D. Pharmacognostic study of the pollen of *Pinus sylvestris L.* and *Pinus pumila (Pall) Regel.* Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2021; 24(2): 4–10. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-02-00>
9. Tkachev A.V. Study of Volatile Compounds of Plants / Novosibirsk: Ophset, 2008; 969 p.
10. Rivas da Silva A.C., Lopes P.M., Barros de Azevedo M.M., Costa D.C., et al. Biological activities of α -pinene and β -pinene enantiomers. Molecules. 2012; 17(6): 6305–6316. doi:10.3390/molecules17066305



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
лекарственных и ароматических растений»

приглашает к сотрудничеству
фармпроизводителей и сельхозпредприятия
для совместного продвижения наших научных разработок.
Мы предлагаем лекарственные фитопрепараты к производству
и агротехнологии лекарственных и ароматических культур
для выращивания в различных регионах России

Тел. контакта: 8(495)388-55-09; 8(495)388-61-09; 8(495)712-10-45

Fax: 8(495)712-09-18

e-mail: vilarnii.ru

www.vilarnii.ru