

ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРОБИЛОВ *PINUS SYLVESTRIS* L.

С.А. Эрдынеева

науч. сотрудник, лаборатория физиологически активных веществ и фитоинжиниринга,
Байкальский институт природопользования Сибирского отделения РАН (г. Улан-Удэ, Россия);
ассистент кафедры фармации,
Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова (г. Улан-Удэ, Россия)
E-mail: esssa198013@gmail.com

В.Г. Ширеторова

к.т.н., ст. науч. сотрудник лаборатории химии природных систем,
Байкальский институт природопользования Сибирского отделения РАН (г. Улан-Удэ, Россия)

Л.Д. Раднаева

д.х.н., профессор, гл. науч. сотрудник, лаборатория химии природных систем,
Байкальский институт природопользования Сибирского отделения РАН (г. Улан-Удэ, Россия);
зав. кафедрой фармации,
Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова (г. Улан-Удэ, Россия)

Цель работы – фармакогностическое исследование микростробилов *Pinus sylvestris* L.

Материал и методы. Объектом исследования являлась микростробила *Pinus sylvestris*, L., произрастающей в Республике Бурятия, образующиеся в виде отходов при заготовке пыльцы. Стандартизацию сырья проводили согласно методикам, указанным в ГФ XIV. Определение содержания эфирного масла выполняли в соответствии с ОФС.1.5.3.0010.15 методом гидродистилляции с использованием видоизмененной насадки Клевенджера. Сумму гидроксикоричных кислот определяли спектрофотометрическим методом в пересчете на хлорогеновую кислоту. Статистическую обработку результатов исследований проводили согласно ОФС.1.1.0013.15 «Статистическая обработка результатов химического эксперимента».

Результаты. Определены диагностические внешние и микроскопические признаки сырья *P. sylvestri microstrobili*. Цельные или частично осыпавшиеся микростробилы представляют собой генеративные почки, собранные в колосовидные густые соцветия, расположенные у основания молодых побегов, яйцевидно-конической или удлинено-яйцевидной формы, которые состоят из оси с расположенными на ней микроспорофиллами. Микроскопический анализ микроспорофиллов показал, что внутренние слои эпидермиса состоят из широких многоугольных клеток, пронизанных поровыми канальцами, поверхностные слои – из прямоугольных низких клеток с утолщенной клеточной стенкой, на которой наблюдаются фиброзные утолщения (экзотеций). На поперечном срезе видны вертикально вытянутые клетки эпидермиса с обильными щелевидными порами желтоватого цвета. Для установления подлинности сырья предлагается использовать качественные реакции по обнаружению эфирного масла, дубильных веществ и определение хлорогеновой кислоты методом ТСХ. Для количественной оценки содержания действующих веществ разработаны методики определения содержания эфирного масла (степень измельчения сырья – 7 мм, продолжительность гидродистилляции – 2 ч) и суммы гидроксикоричных кислот в пересчете на хлорогеновую кислоту (экстрагент – спирт этиловый 60%-ный в соотношении 1:100, степень измельчения сырья – 1 мм, продолжительность экстракции – 60 мин, двукратно). Определены показатели доброкачественности: экстрактивные вещества, извлекаемые спиртом этиловым 60%-ным, – не менее 20%; содержание эфирного масла на а.с.с. – не менее 0,3%; сумма гидроксикоричных кислот в пересчете на хлорогеновую кислоту – не менее 1,0%; влажность – не более 10%; золы общей – не более 10%; золы нерастворимой в 10%-ной хлористоводородной кислоте – не более 3%; частей, изменивших окраску (потемневшие и почерневшие) – не более 1%; хвои – не более 1%; органической примеси – не более 2%; минеральной примеси – не более 1%; частиц, проходящих сквозь сито 3 мм (для цельного сырья), – не более 5%; частиц, не проходящих сквозь сито 7 мм (для измельченного сырья), – не более 5%; частиц, проходящих сквозь сито 0,5 мм (для измельченного сырья), – не более 5%.

Выводы. Впервые проведено фармакогностическое исследование микростробилов *P. sylvestris*, образующихся в виде отходов при заготовке пыльцы. Результаты исследования могут быть использованы при создании новых фитопрепаратов из микростробилов сосен, для введения в официальную медицину в качестве лекарственного растительного сырья, а также позволяя решить проблему комплексной переработки сырья и снижения количества отходов.

Ключевые слова: микростробилы, *Pinus sylvestris*, лекарственное растительное сырье, эфирные масла, гидроксикоричные кислоты.

Для цитирования: Эрдынеева С.А., Ширеторова В.Г., Раднаева Л.Д. Фармакогностическое исследование микростробилов *Pinus sylvestris* L. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2022;25(9):34–39. <https://doi.org/10.29296/25877313-2022-09-00>

Пыльца деревьев рода *Pinus* (*P. massoniana*, *P. yunnanensis* и некоторых других видов) веками используется в китайской традиционной медицине в качестве пищевой и лечебно-профилактической добавки [1, 2]. Сосновая пыльца богата белком, полисахаридами, флавоноидами, витаминами, минералами и др [3]. Установлено, что экстракты, содержащие полисахаридные фракции пыльцы *P. massoniana*, обладают иммуномодулирующей, противовоспалительной и противовирусной активностью [4, 5], спиртовые экстракты *P. densiflora* – антиоксидантным и гепатопротекторным действием, что обусловлено содержанием полифенольных соединений [6, 7].

Проведенное авторами ранее фармакогностическое исследование пыльцы *P. sylvestris* и *P. pumila* показало, что она является перспективным источником флавоноидов, свободных аминокислот, дубильных веществ, аскорбиновой кислоты, макро-, микроэлементов [8]. При заготовке пыльцы образуется значительное количество отходов в виде микростробиллов, составляющих 93–95% от массы исходного сырья. Для оценки возможности рационального использования ценного растительного сырья исследовано эфирное масло из микростробиллов *P. sylvestris* и показано достаточное его содержание и сходство компонентного состава с фармакопейным сырьем – почками сосны обыкновенной [9].

Для внедрения в отечественную медицинскую практику новых видов лекарственного растительного сырья необходимо гарантировать их качество, эффективность и безопасность, что достигается путем его стандартизации в соответствии с действующей нормативной документацией.

Ц е л ь р а б о т ы – фармакогностическое исследование сырья – микростробиллов *Pinus sylvestris*, включающее описание внешних и анатомо-диагностических признаков, определение показателей подлинности и доброкачественности сырья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись микростробиллы *Pinus sylvestris*, L, произрастающей в Кабанском районе Республики Бурятия на побережье оз. Байкал. Сбор микростробиллов осуществляли в мае–июне 2021 г. перед началом пыления. Собранное сырье сушили в закрытых помещениях при комнатной температуре до высыпания пыльцы из пыльцевых мешочков. Пыльцу отцеивали на ситах, пустые микростробиллы хранили в бумажных

пакетах при комнатной температуре. Испытания для определения доброкачественности сырья проводили согласно методикам, указанным в ГФ XIV. Микроскопический анализ выполняли на оптическом микроскопе Микровизор (ОАО «Ломо»).

Определение содержания эфирного масла (ЭМ) проводили в соответствии с ОФС.1.5.3.0010.15 методом гидродистилляции с использованием видоизмененной насадки Клевенджера [10]. Сумму гидроксикоричных кислот (ГКК) определяли спектрофотометрическим методом в пересчете на хлорогеновую кислоту [11]. Статистическую обработку результатов исследований осуществляли согласно ОФС.1.1.0013.15 «Статистическая обработка результатов химического эксперимента» [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Определены внешние признаки цельного и измельченного сырья *P. sylvestris microstrobili*. Цельные или частично осыпавшиеся микростробиллы представляют собой генеративные, собранные в колосовидные густые соцветия, почки, расположенные у основания молодых побегов. Микростробиллы яйцевидно-конической или удлинено-яйцевидной формы, состоят из оси, на которой расположены микроспорofilлы, по спирали или мутовчато. Микроспорofilлы представляют собой сухие, ланцетовидные или треугольные чешуйки. На обратной стороне микроспорofilлов расположены микроспорангии (пыльцевые мешки), в которых развивается пыльца. Цвет микростробиллов ярко-желтый, красновато-коричневый. Длина микростробиллов 0,4–0,5 см, в поперечнике 0,1–0,2 см. С поверхности микростробиллы рыхлые, края микроспорofilлов прилегают неплотно. Запах ароматный, смолистый. Вкус водного извлечения горьковатый.

Измельченное сырье представляет собой кусочки микроспорofilлов, проходящих сквозь сито 7 мм. Цвет от светло-желтого до светло-коричневого. Запах ароматный, смолистый. Вкус водного извлечения горьковатый.

Установлены диагностические микроскопические признаки цельного и измельченного сырья: при рассмотрении внутренних слоев эпидермиса микроспорofilлов видны широкие многоугольные клетки, пронизанные поровыми каналами (рис. 1,А). Эпидермис поверхностного слоя микроспорofilлов состоит из прямоугольных низких клеток с утолщенной клеточной стенкой, на которой наблюдаются фиброзные утолщения (экзоте-

ций), характерные для хвойных растений (рис. 1,Б). При рассмотрении поперечного среза видны вертикально вытянутые клетки с обильными щелевидными порами, желтоватого цвета (рис. 1,В,Г).

На поперечном срезе оси наблюдаются паренхимные прямоугольные клетки эпидермиса с

утолщенными стенками (рис. 1,Д,Е), в которых обнаруживаются смоляные ходы, выстланные эпителиальными клетками, а также небольшие вместилища эфирных масел в виде капель, которые окрашиваются раствором Судана III в оранжевый цвет.

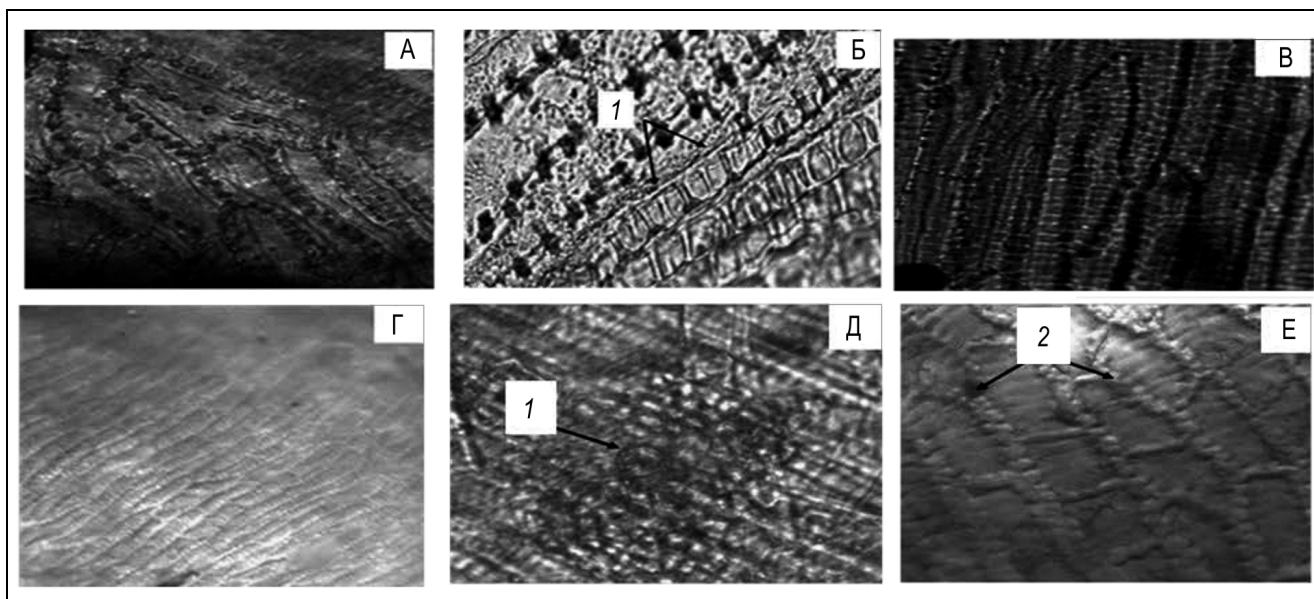


Рис. 1. Микроспорофилл *P. sylvestri microstrobili* (ув $\times 150$): А –внутренний слой эпидермиса; Б – поверхность эпидермиса (1 – экзотечий); В, Г – поперечный срез микроспорофилла; Д, Е – поперечный срез оси (1 – смоляной ход; 2 –вместилище ЭМ)

Для определения подлинности *P. sylvestri microstrobili* предложены: обнаружение ЭМ, дубильных веществ и хлорогеновой кислоты. При обработке микропрепаратов микростробилов Суданом III и метиленовым синим обнаруживаются вместилища ЭМ и содержащее смоляных ходов, окрашенные в желтый и синий цвета, соответственно. При добавлении к 2–3 мл водного извлечения (1:10) 4–5 капель раствора железоаммонийных квасцов наблюдается черно-зеленое окрашивание, что указывает на присутствие конденсированных дубильных веществ [11]. Обнаружение хлорогеновой кислоты в водно-спиртовом извлечении (1:100) проводилось методом ТСХ в системе бутанол – уксусная кислота ледяная – вода (4:1:2), с применением пластинок ПТСХПА-УФ «Sorbfil» [12]. При рассмотрении хроматограммы в УФ-свете (254 нм) наблюдается зона адсорбции голубого цвета испытуемого раствора на уровне зоны стандартного образца хлорогеновой кислоты ($R_f - 0,56 \pm 0,02$).

Действующая нормативная документация на лекарственное растительное сырье в качестве важнейших показателей включает также нормирование содержания основных биологически активных веществ. Для количественной оценки содержания действующих веществ в *P. sylvestri microstrobili* разработаны методики определения содержания ЭМ и суммы гидроксикоричных кислот.

Для определения оптимальных условий выделения ЭМ из *P. sylvestri microstrobili* исследованы влияние степени измельчения сырья и продолжительности гидродистилляции на выход ЭМ (рис. 2). Установлено, что наибольший выход ЭМ (0,51–0,52%) наблюдается для сырья с размером частиц 7 мм при продолжительности процесса гидродистилляции 2 ч.

При снятии общего спектра спиртового извлечения *P. sylvestri microstrobili* максимум поглощения раствора наблюдается при 325 нм, что соответствует максимуму поглощения хлорогеновой кислоты (рис. 3) [11].

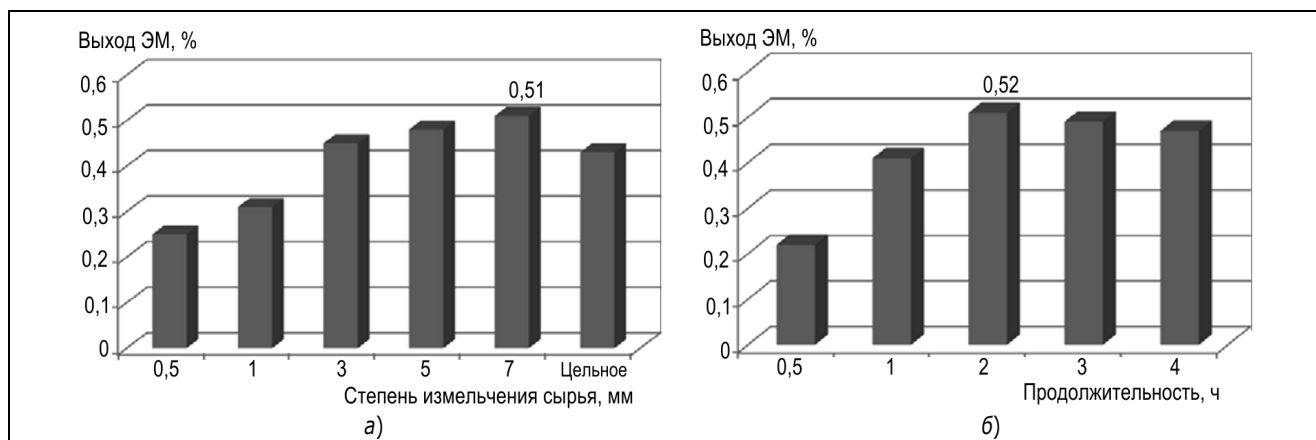


Рис. 2. Влияние степени измельчения сырья (а) и времени гидродистилляции (б) на выход ЭМ из *P. sylvestri microstrobili*

При подборе оптимальных условий количественного определения суммы ГКК в пересчете на хлорогеновую кислоту наибольший выход из *P. sylvestri microstrobili* наблюдался при следующих параметрах: экстрагент – 60%-ный спирт, соотношение сырье : экстрагент – 1:100, степень измельчения – 1 мм, продолжительность экстракции – 60 мин, кратность экстракции – двукратная. Метрологические характеристики методики представлены в табл. 1. Содержание суммы ГКК в *P. sylvestri microstrobili* составило $1,53 \pm 0,04\%$.

Для подтверждения доброкачественности сырья *P. sylvestri microstrobili* определены показатели, применяемые согласно действующей нормативной документации для стандартизации официального растительного сырья [10].

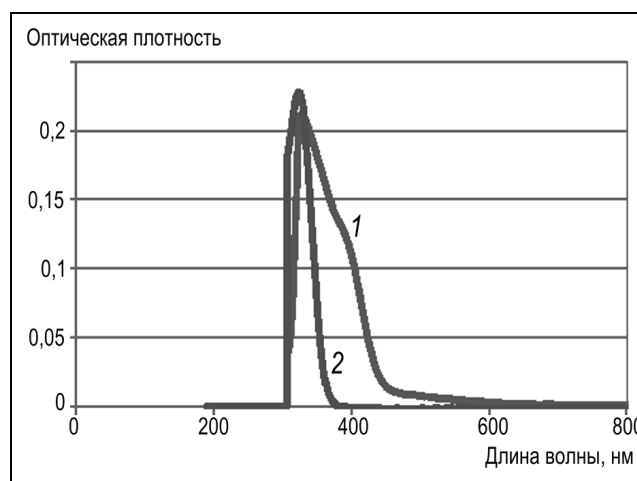


Рис. 3. УФ-спектры спиртового извлечения (1) и хлорогеновой кислоты (2) из *P. sylvestri microstrobili*

Таблица 1. Содержание суммы ГКК в *P. sylvestri microstrobili* и метрологические характеристики

<i>n</i>	<i>f</i>	<i>P</i> , %	<i>t(P, f)</i>	<i>X</i> _{ср} , %	<i>S</i>	<i>S</i> _{ср}	ΔX	<i>E</i> , %
6	5	95	2,57	1,53	0,0374	0,0916	0,04	2,61

Таблица 2. Показатели доброкачественности и нормы количественного содержания для *P. sylvestri microstrobili*

Показатель	Партия сырья					Норма для сырья	
	1	2	3	4	5		
Содержание ЭМ в пересчете на а.с.с., %	0,51	0,48	0,44	0,49	0,41	Не менее 0,3%	
Содержание суммы ГКК в пересчете на хлорогеновую кислоту, %	1,51	1,49	1,52	1,35	1,41	Не менее 0,6%	
Экстрактивные вещества, %	вода очищенная	23,65	21,63	24,55	25,12	22,89	Не менее 20%
	60%-ный спирт	37,62	34,82	35,95	33,12	36,64	Не менее 20%
Влажность, %	7,94	7,33	7,65	6,61	7,05	Не более 10%	
Зола общая, %	2,39	2,52	2,18	2,95	2,51	Не более 10%	

Окончание табл. 2 на с. 38

Зола, нерастворимая в 10%-ной HCl, %	0,14	0,12	0,18	0,11	0,22	Не более 3%
<i>Посторонние примеси</i>						
Частицы размером менее 3 мм, % (для цельного сырья)	0,20	0,62	0,31	0,41	0,32	Не более 5 %
Частицы размером более 7 мм, % (для измельченного сырья)	2,15	1,56	0,84	1,12	1,98	Не более 5%
Частицы размером менее 0,5 мм, % (для измельченного сырья)	1,22	0,82	0,44	0,62	0,84	Не более 5%
Части, изменившие окраску (потемневшие и почерневшие), %	0,51	0,21	0,41	0,15	0,05	Не более 1%
Другие части сосны обыкновенной (хвоя), %	0,22	0,48	0,55	0,34	0,12	Не более 1%
Органическая примесь, %	0,21	–*	–	–	0,13	Не более 2 %
Минеральная примесь, %	–	–	0,24	–	0,11	Не более 1 %

Примечание: * – не обнаружено.

Для определения максимального выхода экстрактивных веществ из микростробилов *P. sylvestris* проведен подбор оптимального экстрагента – применение спирта этилового с концентрацией 60% позволяет извлечь до 36,25% экстрактивных веществ. Испытания доброкачественности проводили на пяти партиях сырья, согласно требованиям ГФ XIV [10]. Результаты приведены в табл. 2.

ВЫВОДЫ

Впервые проведено фармакогностическое исследование микростробилов *P. sylvestris*, образующихся в виде отходов при заготовке пыльцы. Выявлены диагностические внешние и микроскопические признаки сырья *P. sylvestri microstrobili*. Установлены оптимальные параметры процесса выделения ЭМ из *P. sylvestri microstrobili* методом гидродистилляции: степень измельчения 7 мм, продолжительность 2 ч. Проведены разработка и валидация методика количественного определения суммы ГКК в *P. sylvestri microstrobili*. Определены показатели доброкачественности.

Результаты исследования могут быть использованы при создании новых фитопрепаратов из микростробилов сосен, а также для введения в официальную медицину в качестве лекарственного растительного сырья, а также позволят решить проблему комплексной переработки сырья и снижения количества отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wang R., Zhong M., Hao N., Wang T., Wang H. Botanical Origin Authenticity Control of Pine Pollen Food Products Us-

ing Multiplex Species-Specific PCR Method. Food Analytical Methods. 2022; 15: 421–427.

- Liang S-B., Liang N., Bu F-L., 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: 163–170.
- Linskens H.F., Stanley R.G. Pollen: biology, biochemistry and management. N.Y.: Springer, 1974; 314 p.
- Yang S., Wei K., Jia F., Zhao X., Cui G., Guo F., et al. Characterization and biological activity of Taishan *Pinus massoniana* pollen polysaccharide *in vitro*. PLoSONE. 2015; 10(3): 0115638. doi:10.1371/journal.pone.0115638.
- Zhu Q., Hou Z., Quan S., Mou D. Research progress of main active components and functions of pine pollen. Food Res. Dev. 2019; 40: 194–198.
- Choi E.M. Antinociceptive and antiinflammatory activities of pine (*Pinus densiflora*) pollen extract. Phytother. Res. 2007; 21: 471–475. doi: 10.1002/ptr.2103.
- Lee K.H., Choi E.M. Effect of pine pollen extract on experimental chronic arthritis. Phytother. Res. 2009; 23(5): 651–657.
- Эрдынеева С.А., Шуреторова 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.
- Эрдынеева С.А., Шуреторова В.Г., Раднаева Л.Д. Сравнительное исследование компонентного состава эфирного масла почек и микростробилов *Pinus sylvestris* L. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2022; 25(1): 3–9.
- Государственная фармакопея Российской Федерации XIV изд. В 4-х томах [Электронный ресурс]. М., 2018. Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharma-corea.php> (дата обращения: 20.04.2022).
- Тыхеев Ж.А. Фармакогностическое исследование растений рода *Vupleurum* L. регионов Внутренней Азии: Автореф. дисс. ... канд. фарм. наук: 14.04.02. Улан-Удэ, 2020; 182 с.
- Дыленова Е.П. Фармакогностическая характеристика *Artemisia frigida* Willd. и *Artemisia jacutica* Drob. и разработка лекарственных средств на их основе: Автореф. дисс. ... канд. фарм. наук: 14.04.02. Улан-Удэ, 2019; 226 с.

Поступила 5 мая 2022 г.

PHARMACOGNOSTIC STUDY OF *PINUS SYLVESTRIS* L. MICROSTROBILS

© Authors, 2022

S.A. Erdyneeva

Research Scientist, Laboratory of Physiologically Active Substances and Phytoengineering,
Baikal Institute of Nature Management Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Ulan-Ude, Russia);
Assistant of the Department of Pharmacy, Buryat State University (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, Laboratory of Chemistry of Natural Systems,
Baikal Institute of Nature Management of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences (Ulan-Ude, Russia);
Head of the Department of Pharmacy, Buryat State University (Ulan-Ude, Russia)

Aim of the research. Pharmacognostic study of the pine microstrobils (*Pinus sylvestris*, L), growing in Buryatia.

Material and methods. The object of the study was microstrobils *Pinus sylvestris*, L, growing in the Republic of Buryatia, formed as waste during pollen harvesting. Standardization of plant raw materials was carried out according to the methods specified in State Pharmacopoeia XIV. Determination of essential oil content was carried out by hydrodistillation using a modified Clevenger attachment. The amount of hydroxycinnamic acids was determined by the spectrophotometric method in terms of chlorogenic acid.

Results. The diagnostic external and microscopic signs of raw material *P. sylvestris microstrobili* were determined. Whole or partially crumbled microstrobili are generative buds collected in spike-shaped dense inflorescences located at the base of young shoots, ovate-conical or elongated-ovoid in shape, which consist of an axis with microsporophylls located on it. Microscopic analysis of microsporophylls showed that the inner layers of the epidermis consist of wide polygonal cells penetrated by pore tubules, the surface layers - of rectangular low cells with a thickened cell wall, on which fibrous thickenings (exotecia) are observed. On the transverse section, vertically elongated cells of the epidermis are visible, with abundant slit-like pores, yellowish in color. To establish the authenticity of raw materials, it is proposed to use qualitative reactions for the detection of essential oils, tannins and the determination of chlorogenic acid by TLC. To quantify the content of active substances, methods for determining the content of essential oil (the degree of grinding of raw materials is 7 mm, the duration of hydrodistillation is 2 hours) and the amount of hydroxycinnamic acids in terms of chlorogenic acid (the extractant is ethyl alcohol 60% in a ratio of 1:100, the degree of grinding of raw materials 1 mm, extraction duration – 60 min twice) were developed. The indicators of good quality were determined: extractive substances extracted by purified water – at least 20%; extractives extracted with ethyl alcohol 60% – not less than 20%; the content of essential oil on dry matter – not less than 0.3%; the sum of hydroxycinnamic acids in terms of chlorogenic acid – not less than 1.0%; humidity – no more than 10%; total ash – no more than 10%; ash insoluble in 10% hydrochloric acid – no more than 3%; parts that have changed color (darkened and blackened) – no more than 1%; needles – no more than 1%; organic impurities – no more than 2%; mineral impurity – no more than 1%; particles passing through a 3 mm sieve (for whole raw materials) – no more than 5%; particles that do not pass through a 7 mm sieve (for crushed raw materials) – no more than 5%; particles passing through a 0.5 mm sieve (for crushed raw materials) – no more than 5%.

Conclusion. For the first time a pharmacognostic study of *P. sylvestris* microstrobiles, which are formed as waste products during pollen harvesting, was carried out. The results of the study can be used to create new herbal remedies from pine microstrobils, as well as for introduction into official medicine as a medicinal plant material, and will also solve the problem of complex processing of raw materials and reduce the amount of waste.

Key words: *microstrobili*, *Pinus sylvestris*, medicinal plant materials, essential oils, hydroxycinnamic acids.

For citation: Erdyneeva S.A., Shiretorova V.G., Radnaeva L.D. Pharmacognostic study of *Pinus sylvestris* L. microstrobils. Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2022;25(9):34–39. <https://doi.org/10.29296/25877313-2022-09-05>

REFERENCES

1. Wang R., Zhong M., Hao N., Wang T., Wang H. Botanical Origin Authenticity Control of Pine Pollen Food Products Using Multiplex Species-Specific PCR Method. *Food Analytical Methods*. 2022; 15: 421–427.
2. Liang S-B., Liang N., Bu F-L., Lai B-Y., Zhang Y-P., Cao H-J., Fei Y-T., Robinson N., Liu J-P. 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: 163–170.
3. Linskens H.F., Stanley R.G. *Pollen: biology, biochemistry and management*. N.Y.: Springer, 1974; 314 p.
4. Yang S., Wei K., Jia F., Zhao X., Cui G., Guo F., et al. Characterization and biological activity of Taishan *Pinus massoniana* pollen polysaccharide in vitro. *PLoS ONE*. 2015; 10(3): 0115638. doi: 10.1371/journal.pone.0115638.
5. Zhu Q., Hou Z., Quan S., Mou D. Research progress of main active components and functions of pine pollen. *Food Res. Dev*. 2019; 40: 194–198.
6. Choi E.M. Antinociceptive and antiinflammatory activities of pine (*Pinus densiflora*) pollen extract. *Phytother. Res*. 2007; 21: 471–475. doi: 10.1002/ptr.2103.
7. Lee K.H., Choi E.M. Effect of pine pollen extract on experimental chronic arthritis. *Phytother. Res*. 2009; 23(5): 651–657.
8. Jerdynneeva S.A., Shiretorova V.G., Radnaeva L.D. Farmakognosticheskoe issledovanie pyl'cy *Pinus sylvestris* L. i *Pinus pumila* (Pall) Regel. *Voprosy biologicheskoy, medicinskoj i farmacevitcheskoj himii*. 2021; 24(2): 29–34.
9. Jerdynneeva, S.A., Shiretorova V.G., Radnaeva L.D. Sravnitel'noe issledovanie komponentnogo sostava jefirnogo masla pochek i mikrostrobilov *Pinus sylvestris* L. *Voprosy biologicheskoy, medicinskoj i farmacevitcheskoj himii*. 2022; 25(1): 3–9.
10. Gosudarstvennaja farmakopeja Rossijskoj Federacii. V 4-h tomah XIV izd. [Elektronnyj resurs]. M., 2018. Rezhim dostupa: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (data obrashhenija: 20.04.2022).
11. Tyheev Zh.A. Farmakognosticheskoe issledovanie rastenij roda *Bupleurum* L. regionov Vnutrennej Azii: Avtoref. diss. ... kand. farm. nauk: 14.04.02. Ulan-Udje, 2020; 182 s.
12. Dylenova E.P. Farmakognosticheskaja harakteristika *Artemisia frigida* Willd. i *Artemisia jacutica* Drob. i razrabotka lekarstvennyh sredstv na ih osnove: Avtoref. diss. ... kand. farm. nauk: 14.04.02. Ulan-Udje, 2019; 226 s.