

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭФИРНОГО МАСЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОЧЕК, ЗАГОТОВЛЕННЫХ В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Д.К. Гуляев<sup>1</sup>, П.С. Машенко<sup>1,2</sup>, В.Д. Белоногова<sup>1</sup>, А.С. Леханова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Пермская государственная фармацевтическая академия»

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

Поступила в редакцию 17.01.2022 г.

**Аннотация.** Сосны обыкновенной почки (*Pini sylvestris gemmae*) являются фармакопейным лекарственным растительным сырьем и применяются как отхаркивающее средство в виде настоя. За развитие фармакологического действия почек отвечают эфирные масла. Интерес представляет исследовать состав эфирного масла сосны обыкновенной почек, произрастающих в Пермском крае, а также оценить влияние сушки и антирадикальную активность эфирного масла. Целью работы является исследование компонентного состава и антирадикальной активности эфирного масла свежих и высушенных сосны обыкновенной почек, заготовленных в Пермском крае. В качестве объекта исследования выступали сосны обыкновенной почки, заготовленные на территории Юрлинского, Ильинского и Пермского районов Пермского края. Для получения эфирного масла использовали свежие сосны обыкновенной почки и высушенные воздушно-теньевым способом. Эфирное масло получали с помощью прибора Клевенджера по методу 2 Государственной Фармакопеи Российской Федерации XIV издания. Хромато-масс-спектрометрический анализ эфирного масла сосны обыкновенной почек проводили на газовом хроматографе с масс-селективным детектором. Антирадикальную активность эфирного масла определяли по реакции со стабильным свободным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом. По результатам исследования установлено, что во всех изученных образцах эфирного масла сосны обыкновенной почек доминируют монотерпены, на их долю приходится около 90% от содержания компонентов. Основными компонентами эфирного масла во всех исследованных образцах являлись  $\alpha$ -пинен и лимонен. В образцах эфирного масла, полученного из высушенного сырья, обнаружены новые компоненты, которые отсутствовали в составе эфирного масла свежих почек сосны, что говорит о продолжении процессов биосинтеза во время высушивания сырья. В результате исследования антирадикальной активности установлено, что эфирное масло сосны обыкновенной почек из Пермского района обладает наибольшей способностью связывать свободные радикалы. Эфирное масло, полученное из сухого сырья, проявляет более выраженную антирадикальную активность по сравнению с эфирным маслом, полученным из свежего. Изменения в компонентном составе и содержании некоторых компонентов в процессе сушки сырья приводят к повышению антирадикальной активности эфирного масла сосны обыкновенной почек.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, почки, эфирное масло, газожидкостная хроматография, антирадикальная активность.

Сосна обыкновенная - *Pinus sylvestris* (L.) семейства *Pinaceae* является широко распространенным древесным растением на территории Российской Федерации. Ствол прямой, высокоочищенный от веток, с компактной кроной в верхней его части. Хвоя, узколинейная полуцилиндрическая, жесткая, заостренная, в пучке по два. Зрелые шишки продолговатые или яйцевидные,

серовато-бурые. Сосна обыкновенная образует чистые насаждения на песчаных почвах, каменистых склонах, встречается в лиственных и смешанных лесах в Европейской части России, Сибири и Дальнем Востоке [1].

Сосны обыкновенной почки являются фармакопейным сырьем и включены в Государственную Фармакопею Российской Федерации XIV издания [2]. Сосны обыкновенной почки используются как отхаркивающее и противомикробное средство при заболеваниях верхних дыхательных путей [3].

© Гуляев Д.К., Машенко П.С., Белоногова В.Д., Леханова А.С., 2023

Состав эфирного масла сосны обыкновенной почек был подробно изучен. В составе эфирного масла доминируют монотерпеновые соединения. Их доля в эфирном масле может составлять до 90%. Основными компонентами эфирного масла почек сосны обыкновенной являются:  $\alpha$ -пинен, (+)-3-карен,  $\beta$ -пинен,  $\beta$ -мирцен,  $\beta$ -фелландрен. Среди сесквитерпенов доминирующими являются кариофиллен и лонгифолен [4]. Представляет интерес исследовать компонентный состав эфирного масла сосны обыкновенной почек, заготовленных на территории Пермского края.

Известно, что при хранении эфиромасличного сырья уменьшается выход эфирного масла, а также происходят изменения компонентного состава. Эфирные масла больше других групп биологически активных веществ изменяются при сушке, что связано с высокой летучестью и способности к окислению [5,6,7,8]. При исследовании компонентного состава эфирного масла следует учитывать и изменения, происходящие при сушке сырья.

Эфирное масло растений рода *Pinus* проявляет антиоксидантную активность [9-14]. Поэтому, представляет интерес исследовать антирадикальную активность эфирного масла сосны обыкновенной почек из разных районов Пермского края.

Целью является исследование компонентного состава и антирадикальной активности эфирного масла свежих и высушенных сосны обыкновенной почек, заготовленных в Пермском крае.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования использовали образцы сосны обыкновенной почек, заготовленных в конце марта 2021 года на территории трех районов Пермского края. Сбор почек проводили с молодых деревьев в возрасте 20-30 лет, в одно и тоже время суток.

Образцы сосны обыкновенной почек из Юрлинского района заготавливали на расстоянии 6 километров от деревни Пож, в смешанном лесу с преобладанием сосны обыкновенной и березы повислой.

Образцы сосны обыкновенной почек из Ильинского района заготавливали на расстоянии трех километров от деревни Рябова, в сосняке разнотравном.

Образцы сосны обыкновенной почек из Пермского района заготавливали на расстоянии 5 километров от деревни Мостовая, в смешанном лесу с преобладанием сосны обыкновенной и ели обыкновенной. Расстояние от города Перми составляло около 40 километров.

В каждом районе сбор шишек проводили с 10 деревьев, при дальнейшем исследовании проба усреднялась методом квартования.

Для получения эфирного масла использовали свежие сосны обыкновенной почки и высушенные воздушно-теньевым способом в течение двух месяцев.

Эфирное масло получали и определяли его содержание гидродистилляцией измельченных образцов почек сосны обыкновенной с помощью аппарата Клевенджера по методу 2 Государственной Фармакопеи Российской Федерации XIV издания [15]. Для хроматографического исследования эфирное масло отбирали из приемника одноразовым шприцем и запаивали в ампулы. Хромато-масс-спектрометрический анализ эфирного масла сосны обыкновенной проводили на газовом хроматографе марки Agilent 7890A с масс-селективным детектором Agilent 5975C. Температура испарителя 250<sup>0</sup> C, t<sup>0</sup> колонки – 70<sup>0</sup> C, выдерживается в течение 5 минут, а затем повышается до 310<sup>0</sup> C со скоростью 10<sup>0</sup> в минуту и выдерживается в течение 10 минут. Колонка HP-5ms, температура интерфейса – 310<sup>0</sup> C, объем вводимой пробы 1 микролитр, газ носитель гелий, деление потока – 1:10, ионизация методом электронного удара. Идентификацию компонентного состава проводили путем сравнения полученных на хроматограммах масс-спектров с библиотечными масс-спектрами путем автоматического поиска; используемая библиотека - NIST11

Для определения антиоксидантной активности использовали реакцию со стабильным свободным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом (DPPH) (Sigma-Aldrich, США, CAS номер: 1898-66-4). К 1 мл разведения эфирного масла почек сосны обыкновенной добавляли 3 мл раствора DPPH в 95% спирте этиловом с концентрацией 5 мг/100 мл. В качестве контрольного образца измеряли оптическую плотность 3 мл раствора DPPH в 95% спирте этиловом с концентрацией 5 мг/100 мл и 1 мл воды очищенной. Измерение проводили на спектрофотометре марки СФ 2000 при 517 нм, в кювете с толщиной слоя 10 мм. Далее вычисляли антирадикальную активность, поглощение свободного радикала по формуле:

$$\% \text{ связывания радикала DPPH} = \frac{A_0 - A_x}{A_0} \times 100,$$

где  $A_0$  – оптическая плотность контрольного образца при 517 нм;  $A_x$  – оптическая плотность исследуемого образца при 517 нм.

Определяли величину  $IC_{50}$  – концентрацию вещества, способную связать половинную концен-

трацию радикала DPPH, мкг/мл. Величина  $IC_{50}$  определяется по кривой ингибирования, получаемой при построении графиков ингибирования в процентах от концентрации вещества.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведено исследование компонентного состава эфирного масла сосны обыкновенной почек свежих и после естественной воздушно-теневого сушки. Образцы почек заготовлены в разных районах Пермского края, так как состав эфирного масла может отличаться в зависимости от места сбора образцов. Результаты исследования представлены в таблицах 1,2,3.

По результатам исследования идентифицировано 10 компонентов в образце эфирного масла из сырья заготовленного на территории Юрлинского района. В свежем сырье идентифицировано 6 компонентов, а в процессе сушки добавилось еще 4 компонента. В эфирном масле сосны обыкновенной почек доминируют монотерпены, 95.6% в эфирном масле из свежего сырья и 90.45% из

сухого. Основным компонентом в эфирном масле является бициклический монотерпен  $\alpha$ -пинен. Содержание  $\alpha$ -пинена не изменяется в процессе сушки. Это является важным моментом, поскольку  $\alpha$ -пинен обуславливает основное фармакологическое действие сосны обыкновенной почек.

Установлено, что в процессе сушки сырья уменьшается содержание лимонена. В исследуемом образце лимонен содержится в значительном количестве и является важным компонентом, обуславливающим выраженную антиоксидантную активность, противоопухолевое действие [16,17], способен проявлять противодиабетическое действие [18].

В составе эфирного масла сосны обыкновенной почек из Юрлинского района, полученного из почек после сушки, были идентифицированы четыре компонента которые отсутствуют в эфирном масле свежих почек. Все четыре компонента относятся к монотерпенам и содержание их не превышает 1%, за исключением пинокарвеола. В исследованиях с помощью молекулярного докинга

Таблица 1

Состав эфирного масла сосны обыкновенной почек, заготовленных в Юрлинском районе Пермского края

№	Компонент	Время удерживания, мин	Содержание, %	
			Эфирное из свежего сырья	Эфирное из сухого сырья
1	$\alpha$ -Пинен	2.87	50.4	50.4
2	п-Цимен	2.94	0.7	1.25
3	Лимонен	3.0	43.23	34.84
4	Терпинолен	3.45	1.25	1.0
5	Пинокарвеол	3.92	-	1.13
6	$\alpha$ -Терпинеол	4.31	-	0.69
7	Борнил ацетат	5.08	-	0.56
8	Борнилен	5.55	-	0.58
9	Лонгифолен	6.07	0.83	1.14
10	Кариофиллен	6.14	0.75	0.53

Таблица 2

Состав эфирного масла сосны обыкновенной почек в Ильинском районе Пермского края

№	Компонент	Время удерживания, мин	Содержание, %	
			Эфирное из свежего сырья	Эфирное из сухого сырья
1	$\alpha$ -Пинен	2.88	63.65	59.08
2	п-Цимен	2.94	-	1.02
3	Лимонен	3.01	33.46	31.98
4	Терпинолен	3.45	1.2	0.96
5	Лонгифолен	6.07	0.92	1.25

Таблица 3

Состав эфирного масла сосны обыкновенной почек в Пермском районе Пермского края

№	Компонент	Время удерживания, мин	Содержание, %	
			Эфирное из свежего сырья	Эфирное из сухого сырья
1	$\alpha$ -Пинен	2.89	63.68	63.01
2	п-Цимен	2.95	0.66	0.95
3	Лимонен	3.01	33.69	31.21
4	Терпинолен	3.46	1.3	1.13
5	Лонгифолен	6.07	-	0.85

основываясь на родстве к связывающему домену рецептора гликопротеина S1 было установлено, что пинокарвеол обладает противовирусной активностью против SARS-CoV-2 [19].

В образце эфирного масла из сосны обыкновенной почек, заготовленных на территории Ильинского района Пермского края, идентифицировано 5 компонентов (Таблица 2). В эфирном масле из свежих почек идентифицировано 4 компонента, а после сушки обнаружено 5 компонентов. Основным компонентом эфирного масла почек из Ильинского района является  $\alpha$ -пинен, вторым по содержанию лимонен. Содержание  $\alpha$ -пинена в процессе сушки уменьшается незначительно. После сушки в почках сосны обыкновенной был обнаружен п-цимен. Этот компонент может рассматриваться в качестве перспективного противовирусного агента для лечения заболеваний, вызванных РНК-вирусом в том числе против SARS-CoV-2 [20]. Из сесквитерпенов идентифицирован только лонгифолен, его содержание незначительно увеличивается в эфирном масле, полученном из сырья после сушки.

В образце эфирного масла из сосны обыкновенной почек, заготовленных на территории Пермского района Пермского края, идентифицировано 5 компонентов (Таблица 3). В эфирном масле, полученном из свежих почек идентифицировано 4 компонента, а после сушки обнаружено 5 компонентов. В наибольшем количестве в образцах эфирного масла сосны обыкновенной почек из Пермского района содержится  $\alpha$ -пинен. Его содержание остается неизменным в процессе сушки сырья. Сесквитерпены не обнаружены в эфирном масле сосны обыкновенной почек, полученном из свежего сырья, а в процессе сушки сырья появился лонгифолен, в количестве менее 1% от эфирного масла.

После сушки, исследуемые образцы сосны обыкновенной почек проверяли на соответствие требованиям Государственной Фармакопеи по содержанию эфирного масла. Для этого проведено исследование содержания эфирного масла методом 2 с помощью прибора Клевенджера. Результаты исследования представлены в таблице 4.

В результате установлено, что все исследуемые образцы сосны обыкновенной почек соответствуют требованиям Государственной Фармакопеи Российской Федерации XIV издания по содержанию эфирного масла. Таким образом, все заготовленное сырье является качественным. Наибольшее содержание эфирного масла наблю-

дается в образце, заготовленном в Юрлинском районе, а наименьшее из Пермского района.

Таблица 4

Содержание эфирного масла в сосны обыкновенной почках, заготовленных на территории Пермского края

Район заготовки образцов	Содержание эфирного масла, %	Показатель по ГФ XIV
Юрлинский	2.72	Не менее 0.3%
Ильинский	2.45	Не менее 0.3%
Пермский	1.45	Не менее 0.3%

Развитие многих заболеваний связано с окислительным стрессом, возникающим в результате воздействия на организм свободных радикалов, которыми являются ионы или молекулы, имеющие неспаренный электрон (пероксильный радикал, супероксидный анион-радикал). Многие структуры организма являются потенциальной мишенью для воздействия свободных радикалов [21]. Учитывая важность антиоксидантных свойств для лечения многих заболеваний, следующим этапом нашей работы являлось исследование влияния процесса сушки на показатели антирадикальной активности эфирного масла сосны обыкновенной почек. Антирадикальная активность рассматривается нами в качестве инструмента для оценки фармакологических свойств полученных эфирных масел. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

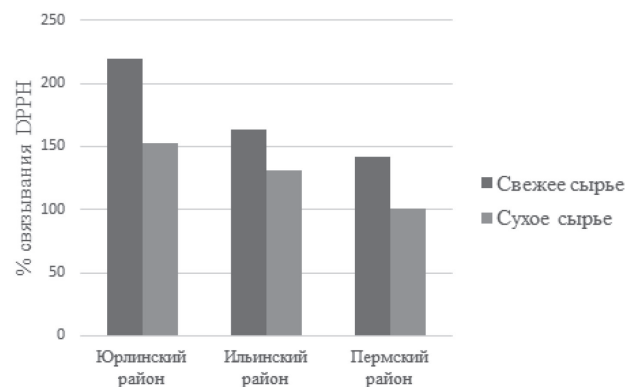


Рис. 1. Антирадикальная активность эфирного масла сосны обыкновенной почек.

В результате исследования установлено, что эфирное масло сосны обыкновенной почек из Пермского района проявляет наибольшую антирадикальную активность. Антирадикальная активность эфирного масла сосны обыкновенной почек уменьшается при заготовке образцов в на территории районов, расположенных севернее. Также установлено, что эфирное масло, полученное из сухих почек сосны, проявляет более выра-



женную антирадикальную активность по сравнению с эфирным маслом, полученным из свежего сырья. Это оказалось характерным для эфирного масла всех исследованных районов.

Увеличение антирадикальной активности эфирного масла сосны обыкновенной почек после сушки сырья может быть связано с повышением содержания в эфирном масле п-цимена и лонгифолена. Кроме увеличения антирадикальной активности п-цимен может ослаблять острое повреждение легких, что было доказано в опыте *in vivo* после повреждения легких липополисахаридом [22]. В эфирном масле сосны обыкновенной почек в процессе сушки уменьшается содержание лимонена. В литературных источниках говорится о том, что лимонен обладает антиоксидантной и антирадикальной активностью [23,24]. Однако, уменьшение его содержания в эфирном масле после высушивания сырья не снижает его антирадикальную активность.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования установлено, что в эфирном масле сосны обыкновенной почек всех исследованных районов присутствуют одинаковые доминирующие компоненты,  $\alpha$ -пинен и лимонен, которые отвечают за фармакологическое действие, а их содержание существенно не изменяется после сушки. Установлены различия в компонентном составе эфирного масла почек до и после высушивания. В образцах эфирного масла, полученного из сухого сырья, добавляются новые компоненты, которые отсутствовали в составе эфирного масла свежих почек сосны, что говорит о продолжении процессов биосинтеза.

Антирадикальная активность выше у эфирного масла из Пермского района. Антирадикальная активность эфирного масла сосны обыкновенной почек повышается после сушки сырья, что может быть связано с изменением состава и соотношения компонентов, в результате продолжающихся процессов биосинтеза.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ткачев А.В., Прокушева Д.Л., Домрачев Д.В. Дикорастущие эфиромасличные растения Южной Сибири. Новосибирск, ООО Офсет-ТМ, 2017, 575 с.
2. ФС.2.5.0041.15 «Сосны обыкновенной почки». Государственная фармакопея Российской Федерации. 14 издание. Том 4. Режим доступа: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v14/vol4/1255/> (дата обращения: 12.12.2021)

3. Государственный реестр лекарственных средств. Режим доступа: <http://grls.rosminzdrav.ru/> (дата обращения: 2.12.2021)
4. Коломиец Н.Э., Абрамец Н.Ю., Бондарчук Р.А., Шириеторова В.Г., Тыхеев Ж.А., Агеева Л.Д. // Химия растительного сырья. 2019. №1. С. 181-190.
5. Ткачев А.В., Королюк Е.А., Юсубов М.С., Гурьев А.М. // Химия растительного сырья. 2002. №1. С. 19-30.
6. Kiralan S.S., Karagoz S.G., Ozkan G., Kiralan M., Ketenoglu O. // Food Analytical Methods. 2021. Vol. 14. No. 5. pp. 883–896. DOI: 10.1007/s12161-020-01926-w.
7. Issaoui M, Flamini G, Hajajj ME, Cioni PL, Hammami M. // Journal of the American Oil Chemists' Society. 2011. Vol. 88. No. 9. pp. 1339–1350. DOI: 10.1007/s11746-011-1800-5.
8. Lei H, Wang Y, Liang F, Su W, Feng Y, Guo X, Wang N. Biochemical Systematics and Ecology. 2010. Vol. 38 No. 5. pp. 1000–1006. DOI: 10.1016/j.bse.2010.09.018.
9. Suntar I., Tumenb I., Ustuna O., Keles H., Akkol E.K. // Journal of Ethnopharmacology. 2012. Vol. 139. No. 2. pp. 533–540. DOI: 10.1016/j.jep.2010.01.051.
10. Xie Q., Liu Z., Li Z. // Molecules. 2015. Vol. 20, No. 5. pp. 9380–9392. DOI: 10.3390/molecules20059380.
11. Cheng M.H., Chang W.H., Chen C.W., Li W.W., Tseng C.Y., Song T.Y. // Molecules. 2015. Vol. 20, No. 10. pp. 19051-19065. DOI:10.3390/molecules201019051
12. Djerrad Z., Djouahri A., Kadik L. // Chemistry & Biodiversity. 2017. Vol. 14, No. 4. pp. 45-51. DOI: 10.1002/cbdv.201600340.
13. Dar M.Y., Shah W.A., Mubashir S., Rather M.A. // Phytomedicine. 2012. Vol. 19. No. 13. pp. 1228-33. DOI: 10.1016/j.phymed.2012.07.015.
14. Namshir J., Shatar A., Khandaa O., Tserennadmid R., Shiretorova V.G., Nguyen M.K. Mongolian Journal of Chemistry. 2020. Vol. 21. No. 47. pp. 19-26. DOI:10.5564/mjc.v21i47.1428.
15. ОФС.1.5.3.0010.15. Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах. Государственная фармакопея Российской Федерации. 14 издание. Том 2. Режим доступа: [http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14\\_2/HTML/569/index.html](http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_2/HTML/569/index.html). (дата обращения: 2.12.2021)
16. Lis A., Kalinowska A., Krajewska A., Mellor K. // Chemistry & Biodiversity. 2017. Vol. 14, No. 4. pp. 154-162. DOI: 10.1002/cbdv.201600345.

17. Anandakumar P., Kamaraj S., Vanitha M.K. *Journal of Food Biochemistry*. 2021 Vol. 45. No.1. pp. e13566. DOI: 10.1111/jfbc.13566.
18. Jeong K.H., Hwang I.S., Kim J.E., Lee Y.J., Kwak M.H., Lee Y.H., Lee J.H., Hwang D.Y., Jung Y.J. // *Textile Color. Finish*. 2014. Vol. 26, No. 1. pp. 45–52. DOI: 10.5764/TCF.2014.26.1.45.
19. Yadalam P.K., Varatharajan K., Rajapandian K., Chopra P., Arumuganainar D., Nagarathnam T., Sohn H., Madhavan T. // *Frontiers in chemistry*. 2021. Vol. 9, pp. 642026. DOI: 10.3389/fchem.2021.642026.
20. Panagiotopoulos A., Tseliou M., Karakasiliotis I., Kotzampasi D.M., Daskalakis V., Kesesidis N., Notas G., Lionis C., Kampa M., Pirintzos S., Sourvinos G., // *Pharmacology Research & Perspectives*. 2021. Vol. 94. No. 4. pp. e00798. DOI: 10.1002/prp2.798.
21. Legault J., Dahl W., Debiton E., Pichette A., Madelmont J.C. // *Planta Medica*. 2003. No. 5. pp. 402-407. DOI:10.1055/s-2003-39695.
22. Xie G., Chen N., Soromou L.V., Liu F., Xiong Y., Wu Q., Li H., Feng H., Liu G. // *Molecules*. 2012. Vol. 17, pp. 8159-8173. DOI:10.3390/molecules17078159.
23. Bai J., Zheng Y., Wang G., Liu P. // *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2016. Vol. 14, pp. 1-12. DOI: 10.1155/2016/5962832.
24. Souza M.C., Vieira A.J., Beserra F.P., Pellizzon C.H., Nobrega R.H., Rozza A.L. // *Phytomedicine*. 2019. Vol. 53, pp. 37-42. DOI: 10.1016/j.phymed.2018.09.02.

*Пермская государственная фармацевтическая академия*

Гуляев Д.К., кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакогнозии  
E-mail: dkg2014@mail.ru

Белоногова В.Д., доктор фармацевтических наук, заведующий кафедрой фармакогнозии  
E-mail: belonogova@pfa.ru

Леханова А.С., студент  
E-mail: Lehanova220399@gmail.com

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермская государственная фармацевтическая академия*

Мащенко П.С., кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры токсикологической химии,  
E-mail: petlya11@mail.ru

*Perm State Pharmaceutical Academy*  
Gulyaev D.K., PhD, associate professor of the Department of pharmacognosy, , Perm  
E-mail: dkg2014@mail.ru

*Belonogova V.D., PhD, Head of the Department of Pharmacognosy*  
E-mail: belonogova@pfa.ru

*Lekhanova A.S., student*  
E-mail: Lehanova220399@gmail.com

*Perm State Research University, Perm State Pharmaceutical Academy*

*Mashchenko P.S., PhD, associate professor of the Department of Toxicological Chemistry*  
E-mail: petlya11@mail.ru

## THE RESEARCH OF THE COMPOSITION AND ANTIRADICAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL OF SCOTCH PINE BUD COLLECTED ON THE TERRITORY OF THE PERM REGION

D.K. Gulyaev<sup>1</sup>, P.S. Mashchenko<sup>1,2</sup>, V.D. Belonogov<sup>1</sup>, A.S. Lekhanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Perm State Pharmaceutical Academy

<sup>2</sup>Perm State National Research University

**Abstract.** Scotch pine bud (*Pini sylvestris gemmae*) is a pharmaceutical medicinal plant raw material and is used as an expectorant by the way of infusion. Essential oils are responsible for the development of buds pharmacological action. Of special interest is to do the research of the composition of the essential oil

of Scotch pine buds growing in the Perm region, as well as to assess the impact of drying and antiradical activity of the essential oil. The purpose of the work is to explore the component composition and antiradical activity of the essential oil of fresh and dried Scotch pine buds collected on the territory of the Perm region. As the objects of the research were the Scotch pine buds collected on the territory of the Yurlinsky, Ilyinsky and Perm districts of the Perm region. To obtain the essential oil, fresh Scotch pine buds and ones that were dried with the shade drying method were used. The essential oil was obtained from the Clevenger apparatus according to the method 2 of the State Pharmacopoeia of the Russian Federation of the XIV edition. Chromato-mass-spectrometric analysis of the Scotch pine buds essential oil was made by a gas chromatograph with a mass-selective detector. The essential oil antiradical activity was determined by the stable radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl reaction. According to the results of the research, it was found that monoterpenes dominate in all the studied samples of Scotch pine buds essential oil. The share of monoterpenes is about 90% of the components content. The main components of the essential oil in all the studied samples were  $\alpha$ -pinene and limonene. In the samples of the essential oil obtained from dried raw materials, new components were found, which were absent in the composition of the fresh Scotch pine buds essential oil. That indicates the continuation of biosynthesis during the drying of raw materials. As a result of the antiradical activity research, it was found that the essential oil of Scotch pine buds from the Perm district has the highest ability to bind free radicals. The essential oil obtained from the dry raw materials shows more significant antiradical activity compared to the essential oil obtained from the fresh raw materials. The changes in the component composition and content of some components during the drying of raw materials lead to an increase of antiradical activity of the Scotch pine buds essential oil.

**Keywords:** Scotch pine, buds, essential oil, gas-liquid chromatography, antiradical activity.

## REFERENCES

1. Tkachev A.V., Prokusheva D.L., Domrachev D.V. Dikorastushchie jefiromaslichnye rastenija Juzhnoj Sibiri. Novosibirsk, OOO Ofset-TM», 2017, 575 p.
2. FS.2.5.0041.15 «Sosny obyknovенnoj pochki». Gosudarstvennaja farmakopeja Rossijskoj Federacii. 14 izdanie. Tom 4. Available at: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v14/vol4/1255/> (accessed: 12 December 2021)
3. Gosudarstvennyj reestr lekarstvennyh sredstv. Available at: <http://grls.rosminzdrav.ru/> (accessed: 2 December 2021)
4. Kolomiec N.J., Abramec N.J., Bondarchuk R.A., Shirietorova V.G., Tyheev Z.A., Ageeva L.D., Himija rastitel'nogo syr'ja, 2019, No. 1, pp. 181-190. DOI: 10.14258/jcprm.2019013912.
5. Tkachev A.V., Koroljuk E.A., Jusubov M.S., Gur'ev A.M., Himija rastitel'nogo syr'ja, 2002, No. 1, pp. 19-30.
6. Kiralan S.S., Karagoz S.G., Ozkan G., Kiralan M., Ketenoglu O., Food Analytical Methods, 2021, Vol. 14, No. 5, pp. 883–896. DOI: 10.1007/s12161-020-01926-w.
7. Issaoui M, Flamini G, Hajajj ME, Cioni PL, Hammami M0., Journal of the American Oil Chemists' Society, 2011, Vol. 88, No. 9, pp. 1339–1350. DOI: 10.1007/s11746-011-1800-5.
8. Lei H, Wang Y, Liang F, Su W, Feng Y, Guo X, Wang N., Biochemical Systematics and Ecology, 2010, Vol. 38, No. 5, pp. 1000–1006. DOI: 10.1016/j.bse.2010.09.018.
9. Suntar I., Tumenb I., Ustuna O., Keles H., Akkol E.K., Journal of Ethnopharmacology, 2012, Vol. 139, No. 2, pp. 533–540.
10. Xie Q., Liu Z., Li Z., Molecules, 2015, Vol. 20, No. 5, pp. 9380–9392. DOI: 10.3390/molecules20059380.
11. Cheng M.H., Chang W.H., Chen C.W., Li W.W., Tseng C.Y., Song T.Y., Molecules, 2015, Vol. 20, No. 10, pp. 19051-19065. DOI:10.3390/molecules201019051.
12. Djerrad Z., Djouahri A., Kadik L., Chemistry & Biodiversity, 2017, Vol. 14, No. 4, pp. 45-51. DOI: 10.1002/cbdv.201600340.
13. Dar M.Y., Shah W.A., Mubashir S., Rather M.A., Phytomedicine, 2012, Vol. 19, No. 13, pp. 1228-33. DOI: 10.1016/j.phymed.2012.07.015.
14. Namshir J., Shatar A., Khandaa O., Tserennadmid R., Shiretorova V.G., Nguyen M.K., Mongolian Journal of Chemistry, 2020, Vol. 21, No. 47, pp. 19-26. DOI:10.5564/mjc.v21i47.1428.
15. OFS.1.5.3.0010.15. Opređenje soderzhaniya jefirnogo masla v lekarstvennom rastitel'nom syr'e i lekarstvennyh rastitel'nyh preparatah. Gosudarstvennaja farmakopeja Rossijskoj Federacii.14 izdanie. Tom 2. Available at: [http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14\\_2/HTML/569/html](http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_2/HTML/569/html) (accessed: 2 December 2021)
16. Lis A., Kalinowska A., Krajewska A., Mellor K., Chemistry&Biodiversity, 2017, Vol. 14, No. 4, pp. 154-162. DOI: 10.1002/cbdv.201600345.
17. Anandakumar P., Kamaraj S., Vanitha M.K., Journal of Food Biochemistry, 2021, Vol. 45, No.1, pp. e13566. DOI: 10.1111/jfbc.13566.

18. Jeong K.H., Hwang I.S., Kim J.E., Lee Y.J., Kwak M.H., Lee Y.H., Lee J.H., Hwang D.Y., Jung Y.J., *Textile Color Finish*, 2014, Vol. 26, No. 1, pp. 45–52. DOI: 10.5764/TCF.2014.26.1.45.
19. Yadalam P.K., Varatharajan K., Rajapandian K., Chopra P., Arumuganainar D., Nagarathnam T., Sohn H., Madhavan T., *Frontiers in chemistry*, 2021, Vol. 9, pp. 642026. DOI: 10.3389/fchem.2021.642026.
20. Panagiotopoulos A., Tseliou M., Karakasiliotis I., Kotzampasi D.M., Daskalakis V., Kesesidis N., Notas G., Lionis C., Kampa M., Pirintos S., Sourvinos G., *Pharmacology Research & Perspectives*, 2021, Vol. 94, No. 4, pp. e00798. DOI: 10.1002/prp2.798.
21. Legault J., Dahl W., Debiton E., Pichette A., Madelmont J.C., *Planta Medica*, 2003, No. 5, pp. 402-407. DOI:10.1055/s-2003-39695.
22. Xie G., Chen N., Soromou L.V., Liu F., Xiong Y., Wu Q., Li H., Feng H., Liu G., *Molecules*, 2012, Vol. 17, pp. 8159-8173. DOI:10.3390/molecules17078159.
23. Bai J., Zheng Y., Wang G., Liu P., *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2016, Vol. 14, pp. 1-12. DOI: 10.1155/2016/5962832.
24. Souza M.C., Vieira A.J., Beserra F.P., Pellizzon C.H., Nobrega R.H., Rozza A.L., *Phytomedicine*, 2019, Vol. 53, pp. 37-42. DOI: 10.1016/j.phymed.2018.09.02.