

# Исследование состава эфирного масла древесной зелени сосны обыкновенной

А.М. Суменкова, Д.К. Гуляев, В.Д. Белоногова, П.С. Мащенко

Пермская государственная фармацевтическая академия,  
Российская Федерация, 614990, Пермь, ул. Полевая, д. 2

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Суменкова Анна Михайловна** – аспирант кафедры фармакогнозии с курсом ботаники Пермской государственной фармацевтической академии (ПГФА). Тел.: +7 (342) 238-43-38. E-mail: agafonova.anna-pharm@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-9364-3552

**Гуляев Дмитрий Константинович** – старший преподаватель кафедры фармакогнозии с курсом ботаники ПГФА, кандидат фармацевтических наук. Тел.: +7 (902) 807-10-04. E-mail: dkg2014@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9464-1869

**Белоногова Валентина Дмитриевна** – заведующий кафедрой фармакогнозии с курсом ботаники ПГФА, доктор фармацевтических наук, профессор. Тел.: +7 (919) 715-93-17. E-mail: belonogovavd@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-5193-3976

**Мащенко Петр Сергеевич** – доцент кафедры токсикологической химии ПГФА, кандидат фармацевтических наук. Тел.: +7 (909) 104-41-44. E-mail: petlya11@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2259-7659

## РЕЗЮМЕ

**Введение.** Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является широкораспространенным древесным растением на территории Российской Федерации. Древесная зелень сосны, состоящая из хвои и ветвей, является основным сырьем для получения эфирного масла. Компонентный состав хвои и ветвей может отличаться, что будет оказывать влияние на фармакологическую активность получаемого эфирного масла.

**Цель работы** – исследование состава эфирного масла хвои и ветвей сосны обыкновенной и выявление основных компонентов.

**Материал и методы.** Объектами исследования служили образцы древесной зелени сосны обыкновенной, собранные на территории Ильинского района Пермского края в сосняке травяном. Эфирное масло получали гидродистилляцией хвои и ветвей сосны с помощью аппарата Гинзберга. Для определения компонентного состава эфирного масла проводили хромато-масс-спектрометрический анализ.

**Результаты.** Установлено, что состав эфирного масла хвои и ветвей сосны обыкновенной различается в качественном и количественном отношении. В эфирном масле хвои сосны обыкновенной было обнаружено 29 компонентов, а в эфирном масле ветвей – 18. Основными компонентами эфирного масла хвои сосны обыкновенной являются  $\Delta^3$ -карен и лимонен, а в ветвях – аромадендрен и  $\Delta^3$ -карен.

**Заключение.** Изменение в соотношении хвои и ветвей в сырье для получения эфирного масла может оказать влияние на свойства конечного продукта, поскольку состав эфирного масла хвои и ветвей сосны обыкновенной существенно различается.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris* L., хвоя, ветви, эфирное масло, компонентный состав.

**Для цитирования:** Суменкова А.М., Гуляев Д.К., Белоногова В.Д., Мащенко П.С. Исследование состава эфирного масла древесной зелени сосны обыкновенной. Фармация, 2021; 70 (3): 31–35. <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-03-06>

## AN INVESTIGATION OF THE COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL IN THE WOODY GREENERY OF SCOTCH PINE (*PINUS SYLVESTRIS*)

A.M. Sumenkova, D.K. Gulyaev, V.D. Belonogova, P.S. Mashchenko

Perm State Pharmaceutical Academy, 2, Polevaya St., Perm 614990, Russian Federation

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Sumenkova Anna Mikhailovna** – graduate student of the Department of Pharmacognosy with a botany course of the Perm State Pharmaceutical Academy (PSPPhA). Tel.: +7 (342) 238-43-38. E-mail: agafonova.anna-pharm@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-9364-3552

**Gulyaev Dmitry Konstantinovich** – Senior Lecturer in the Department of Pharmacognosy with a course in Botany of the PSPPhA, PhD. Tel.: +7 (902) 807-10-04. E-mail: dkg2014@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9464-1869

**Belonogova Valentina Dmitrievna** – Head of the Department of Pharmacognosy with a botany course of the PSPPhA, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor. Tel.: +7 (919) 715-93-17. E-mail: belonogovavd@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-5193-3976

**Mashchenko Petr Sergeevich** – Associate Professor of the Department of Toxicological Chemistry of the PSPPhA, PhD. Tel.: +7 (909) 104-41-44. E-mail: petlya11@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2259-7659

**SUMMARY**

**Introduction.** Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) is a widespread woody plant in the Russian Federation. The pine woody greenery consisting of needles and branches are the main raw material to obtain essential oil. The elemental composition of the needles and branches can differ, which will affect the pharmacological activity of the resulting essential oil.

**Objective:** to investigate the composition of essential oil in the Scotch pine needles and branches and to identify main components.

**Material and methods.** The investigation objects were samples of Scotch pine greenery collected in the grass pine forest in the Ilyinsky District of the Perm Territory. Essential oil was obtained by hydrodistillation of pine needles and branches using the Ginsberg apparatus. Chromatography-mass spectrometric analysis was carried out to determine the elemental composition of the essential oil.

**Results.** The composition of essential oil in the Scotch pine needles and branches was established to differ in qualitative and quantitative terms. There were 29 and 18 components in the essential oil of Scotch pine needles and branches, respectively. The main components of essential oil were  $\Delta^3$ -karen and limonene in the pine needles and aromadendrene and  $\Delta^3$ -karen in the branches.

**Conclusion.** A change in the ratio of needles to branches in the raw material to obtain essential oil can affect the properties of the final product, since the composition of the essential oil differs significantly in the Scotch pine needles and branches.

**Key words:** Scotch pine, *Pinus sylvestris* L., needles, branches, essential oil, elemental composition.

**For reference:** Sumenkova A.M., Gulyaev D.K., Belonogova V.D., Mashchenko P.S. An investigation of the composition of essential oil in the woody greenery of Scotch pine (*Pinus sylvestris*). *Farmatsiya*, 2021; 70 (3): 31–35. <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-03-06>

**Введение**

Одним из перспективных классов биологически активных веществ сосны обыкновенной являются эфирные масла. У сосны обыкновенной эфирное масло накапливается в различных органах: древесной зелени, шишках, коре и корнях. Наиболее перспективным сырьем для получения эфирного масла является древесная зелень, поскольку она остается на местах вырубок в больших объемах. В литературе встречаются данные о сезонной, возрастной динамике, влиянии аэрогенного загрязнения на состав эфирного масла хвои и древесной зелени сосны [1–3].

Эфирное масло сосны содержит активные компоненты, проявляющие антибактериальное действие в отношении некоторых бактерий и простейших [2]. Кроме того, оно обладает антиоксидантной, противовоспалительной и ранозаживляющей активностью [4, 5]. Терпинен-4-ол, являющийся компонентом эфирного масла сосны обыкновенной, оказывает противосудорожное действие посредством регуляции ГАМКергической нейротрансмиссии и изменения возбудимости нейронов. Кариофиллен и кариофиллен оксид обладают значительной противораковой активностью, влияют на рост и пролиферацию раковых клеток [6].

Эфирное масло получают в основном из древесной зелени сосны, которая представляет собой охвоенные ветви. Компонентный состав хвои и ветвей может отличаться, что будет оказывать влияние на фармакологическую активность, при изменении соотношения ветвей и хвои в сырье.

Целью работы является исследование состава эфирного масла хвои и ветвей сосны обыкновенной.

**Материал и методы**

В качестве объектов исследования выступали образцы хвои и ветвей сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., заготовленных в январе 2019 г. на территории Пермского района Пермского края в сосняке травяном.

Эфирное масло получали гидродистилляцией измельченных образцов хвои и ветвей сосны с помощью аппарата Гинзберга по методу 1 Государственной Фармакопеи Российской Федерации XIV издания [7]. Для хроматографического исследования эфирное масло отбирали из приемника одноразовым шприцем и запаивали в ампулы. Хроматомасс-спектрометрический анализ эфирного масла сосны обыкновенной проводили на газовом хроматографе марки Agilent 7890A с масс-селективным детектором Agilent 5975C. Температура испарителя 250°C, температура колонки – 70°C, выдерживается в течение 5 мин, а затем повышается до 310°C со скоростью 10° в минуту и выдерживается в течение 10 мин. Температура интерфейса – 310°C, объем вводимой пробы 1 микролитр, газ носитель – гелий, деление потока – 1:10, ионизация методом электронного удара.

**Результаты и обсуждение**

В результате анализа эфирного масла, полученного из хвои и ветвей сосны обыкновенной, установлено, что они различаются в качественном и количественном отношении (см. таблицу). В эфирном масле ветвей было идентифицирова-

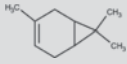
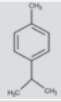
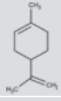
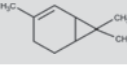
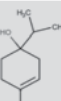
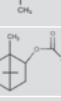
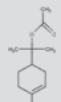
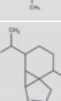


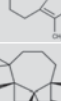
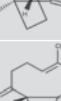
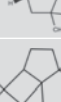
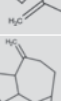
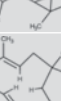
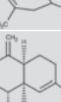
но 18 компонентов, а в эфирном масле хвой 29 компонентов. В эфирном масле ветвей в большем количестве содержится  $\Delta^3$ -карен (18,76%). Согласно литературным данным,  $\Delta^3$ -карен может вызывать угнетение тканевого дыхания [8]. Использование слишком крупных ветвей может привести к повышению содержания  $\Delta^3$ -карена в эфирном масле, благодаря увеличению доли ветвей в сырье.

Существенно различается в хвое и ветвях сосны содержание лимонена. В эфирном масле ветвей его содержание значительно выше, чем в хвое, почти в 20 раз. Лимонен проявляет выраженную антиоксидантную активность, защищая клетки от воздействия свободных радикалов, проявляет противоопухолевое действие, стимулирует метаболические процессы, повышая чувствительность к инсулину в мышцах и печени [9, 10]. Лимонен может усиливать поглощение глюкозы в ЗТЗ-L1-адипоцитах с помощью переносчиков глюкозы, обладает противодиабетическим действием, предотвращает дислипидемию [11, 12]. Таким образом, увеличение содержания лимонена в эфирном масле сосны будет повышать выраженность биологической активности.


















Борнилацетат так же является одним из основных монотерпенов эфирного масла сосны. Он проявляет противовоспалительную, противоопухолевую активность, а также способен уменьшать вероятность возникновения атеросклероза благодаря воздействию на сосудистую стенку [13, 14]. В хвое содержание борнилацетата в 4 раза выше, чем в ветвях.

Среди сесквитерпенов эфирного масла хвой и ветвей сосны одним из основных компонен-

**Состав эфирного масла хвой и ветвей сосны обыкновенной**  
**The composition of essential oil in the Scotch pine needles and branches**

№	Компонент	Время удерживания, мин	Содержание эфирных масел, %		Формула
			ветви	хвоя	
1	$\Delta^3$ -Карен	3,308	18,76	9,27	
2	П-цимен	3,407	–	0,52	
3	Лимонен	3,46	23,45	1,3	
4	2-карен	3,936	3,37	–	
5	Терпинен-4-ол	4,707	1,08	0,95	
6	Борнилацетат	5,581	1,07	4,96	
7	$\alpha$ -Терпинеол ацетат	6,036	1,8	0,58	
8	$\alpha$ -Кубебен	6,077	–	0,49	
9	Копаен	6,304	–	1,01	
10	1(10),4,11-гермакратриен	6,392	–	2,06	
11	Лонгифолен	6,578	2,45	–	
12	Кариофиллен	6,648	3,43	3,94	
13	$\alpha$ -Панасинсен	6,765	2,08	–	
14	Аромадендрен	6,776	–	0,86	
15	Гумулен	6,876	0,86	1,11	
16	$\gamma$ -Мууролен	,992	2,44	2,55	

Продолжение таблицы  
 Continuing of table

№	Компонент	Время удерживания, мин	Содержание эфирных масел, %		Формула
			ветви	хвоя	
17	$\beta$ -Селинен	7,103	–	2,08	
18	$\alpha$ -Мууролен	7,138	2,04	6,03	
19	$\alpha$ -Аромадендрен	7,26	–	9,22	
20	$\Delta$ -Аморфен	7,284	3,92	6,03	
21	$\alpha$ -Калакорен	7,441	–	0,32	
22	Спатуленол	7,686	,39	4,2	
23	Кариофиллен оксид	7,738	2,9	4,05	
24	1,4-Кадинадиен	7,895	0,91	0,96	
25	2-Изопропил-5-метил-9-метилена бицикло[4.4.0]дека-1-ен	8,047	7,34	–	
26	$\tau$ -Мууролол	8,053	–	8,4	
27	$\alpha$ -Кадинол	8,129	6,96	8,3	
28	9,10-Дегидроизолонгифолен	8,432	–	0,42	
29	Цис-Z- $\alpha$ -бисаболен эпексид	8,531	–	0,44	
30	7-ацетил-2-гидрокси-2-метил-5-изопропилбицикло[4.3.0]нонан	8,618	–	1,54	
31	Муrolан-3,9(11)-диен-10-перокси	8,676	–	0,4	
32	Изошибунон	9,306	–	0,31	
33	Транс- $\beta$ -ионон	9,743	–	0,52	

тов являются кариофиллен и кариофиллен-оксид. Для этих веществ установлена выраженная противораковая активность, посредством влияния на рост и пролиферацию раковых клеток. Кариофиллен-оксид обладает способностью уменьшать боль, не вызывая психоактивных побочных эффектов, как это делают другие агонисты каннабиноидных рецепторов типа 1 [6].

Спатуленол обладающий антибактериальной активностью в отношении *Klebsiella pneumoniae* и *Proteus mirabilis* [15], содержится в эфирном масле обеих частей растения. Из сесквитерпенов в эфирном масле хвои содержатся в значительных количествах аромадендрен и мууролол. В ветвях эти компоненты не обнаружены.

### Заключение

Установлено, что эфирное масло хвои и ветвей сосны обыкновенной отличаются как по качественному составу компонентов, так и по количественному их содержанию. В эфирном масле ветвей в наибольшем количестве содержится лимонен (23,45%) и  $\Delta^3$ -карен (18,76%). В эфирном масле хвои в большем количестве содержатся  $\Delta^3$ -карен (9,27%) и аромадендрен (9,22%).

Изменение соотношения хвои и ветвей в древесной зелени сосны может повлиять на компонентный состав эфирного масла и, следовательно, изменить его фармакологическую активность, что необходимо учитывать при получении эфирного масла.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

*Conflict of interest*  
 The authors declare no conflict of interest

**Литература/References**

1. Ломаткин С.А., Скаковский Е.Г., Механикова Е.Г. и др. Сезонная динамика терпеновых углеводородов эфирного масла сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Труды БГТУ. 2019; 1: 17–24. [Lomatkin S.A., Skakovskiy Ye.G., Mekhanikova Ye.G. et al. Seasonal dynamics of terpene hydrocarbons of common pine essential oil (*Pinus sylvestris* L.). Trudy BGTU. 2019; 1: 17–24 (in Russian)]
2. Сотникова О.В., Степень Р.А. Эфирные масла сосны как индикатор загрязнения среды. Химия растительного сырья. 2001; 1: 79–84. [Sotnikova O.V., Stepen R.A. Pine essential oils as an indicator of environmental pollution. Khimiya rastitelnogo syrua. 2001; 1: 79–84 (in Russian)]
3. Племенков В.В., Тевс О.А. Медико-биологические свойства и перспективы терпеноидов (изопреноидов). Химия растительного сырья. 2014; 4: 5–20. [Plemenkov V.V., Tevs O.A. Biomedical properties and prospects of terpenoids (isoprenoids). Khimiya rastitelnogo syrua. 2014; 4: 5–20 (in Russian)]. DOI: 10.14258/jcprm.201404225.
4. Савельева Е.Е., Ефремов А.А. Антиоксидантная активность эфирных масел некоторых дикорастущих древесных растений Сибири. Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017; 2: 141–7. [Savelyeva Ye.Ye., Yefremov A.A. Antioxidant activity of essential oils of some wild woody plants of Siberia. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017; 2: 141–7 (in Russian)]
5. Süntar I., Tumen I., Ustün O. et al. Appraisal on the wound healing and anti-inflammatory activities of the essential oils obtained from the cones and needles of Pinus species by in vivo and in vitro experimental models. J. Ethnopharmacol. 2012; 139 (2): 533–40. DOI: 10.1016/j.jep.2011.11.045
6. Fidyat K., Fiedorowicz A., Strząda Ł. et al. β-caryophyllene and β-caryophyllene oxide-natural compounds of anticancer and analgesic properties. Cancer Med. J. 2016; 5 (10): 3007–17. DOI: 10.1002/cam4.816
7. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Том 2. ОФС.1.5.3.0010.15. «Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах». [Электронный ресурс]. 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) [The State Pharmacopoeia of the Russian Federation, XIV-ed. OFS.1.5.3.0010.15. «Determination of the content of essential oil in herbal raw materials and herbal medicines». [Electronic resource]. Access mode: [http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14\\_2/HTML/569/index.html](http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_2/HTML/569/index.html) (in Russian)].
8. Crowell P.L., Elson C.E., Bailey H.H. et al. Human metabolism of the experimental cancer therapeutic agent d-limonene. Cancer Chemother. Pharmacol. 1994; 35: 3–31.
9. Rabi T., Bishayee A. Terpenoids and breast cancer chemoprevention. Breast Cancer Res. Treat. 2009; 115 (2): 223–239. DOI: 10.1007/s10549-008-0118-y.
10. Soundharajan I., Kim D.H., Srisesharam S. et al. R-Limonene Enhances Differentiation and 2-Deoxy-D-Glucose Uptake in 3T3-L1 Preadipocytes by Activating the Akt Signaling Pathway. Evid. Based Complement Alternat Med. 2018; 5: 1–10. DOI: 10.1155/2018/4573254
11. Tan X.C., Chua K.H., Ravishankar Ram M. et al. Monoterpenes: Novel insights into their biological effects and roles on glucose uptake and lipid metabolism in 3T3-L1 adipocytes. Food Chem. X. 2016; 196: 242–50. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.09.042
12. Murali R., Karthikeyan A., Saravanan R. Protective effects of D-limonene on lipid peroxidation and antioxidant enzymes in streptozotocin-induced diabetic rats. Basic Clin. Pharmacol. Toxicol. 2013; 112 (3): 175–81. DOI: 10.1111/bcpt.121010
13. Yang L., Liu J., Li Y. et al. Bornyl acetate suppresses ox-LDL-induced attachment of THP-1 monocytes to endothelial cells. Biomed. Pharmacother. 2018; 103: 234–9. DOI: 10.1016/j.biopha.2018.03.152
14. Li J., Wang S.X. Synergistic enhancement of the antitumor activity of 5-fluorouracil by bornyl acetate in SGC-7901 human gastric cancer cells and the determination of the underlying mechanism of action. J. BUON. 2016; 21 (1): 108–17.
15. Matejić J.S., Stojanović-Radić Z.Z., Ristić M.S. et al. Chemical characterization, in vitro biological activity of essential oils and extracts of three *Eryngium* L. species and molecular docking of selected major compounds. J. Food Sci. Technol. 2018; 55 (8): 2910–25. DOI: 10.1007/s13197-018-3209-8

Поступила 10 сентября 2020 г.  
Received 10 September 2020

Принята к публикации 25 марта 2021 г.  
Accepted 25 March 2021