

УДК 633.81.03

## НЕКОТОРЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ СОСНЫ

Л. Д. Эланидзе, д-р пищ. технологий\*, E-mail: lalielanidze@yahoo.de

М. Г. Бежуашвили, д-р техн. наук \*\*

\*Телавский государственный университет им. Гогебашвили, Грузия, г. Телави

\*\*Аграрный университет Грузии, г. Тбилиси

**Аннотация.** Проведено исследование фенольного и липидного состава вторичных ресурсов экологически чистой сосны (*Pinus Sylvestris*), распространённой на охраняемой территории Тушети (регион северо-восточной части Грузии), в частности, коры, древесных обрезков и смолы. Выявлены различия по содержанию липидной и фенольной фракций исследуемых объектов. Полученные данные указывают на то, что древесные обрезки, кора и смола как вторичные продукты из экологически чистой местности могут быть использованы для комплексной переработки, с целью получения полезных для здоровья природных биологически активных соединений.

**Ключевые слова:** сосна (*Pinus Sylvestris*), фенольные вещества, липиды, лигнин, проантоцианидины.

## ДЕЯКІ ХІМІЧНІ КОМПОНЕНТИ СОСНИ

Л. Д. Еланідзе, д-р техн. технологій\*, E-mail: lalielanidze@yahoo.de

М. Г. Бежуашвілі, д-р техн. наук\*\*

\*Телавський державний університет ім. Гогебашвілі, Грузія, м Телаві

\*\*Аграрний університет Грузії, м.Тбілісі

**Анотация.** Проведено дослідження фенольного і ліпідного складу вторинних ресурсів екологічно чистої сосни (*Pinus Sylvestris*), поширеної на території Тушеті, що охороняється (регіон північно-східній частині Грузії), зокрема, кори, деревних обрізків і смолі. Виявлено відмінності за вмістом ліпідної і фенольної фракцій досліджуваних об'єктів. Отримані дані вказують на те, що обрізки, кора і смола, як вторинні продукти з екологічно чистої місцевості, можуть бути використані для комплексної переробки з метою отримання корисних для здоров'я природних біологічно активних сполук.

**Ключові слова:** сосна (*Pinus Sylvestris*), фенольні речовини, ліпіди, лігнін, проантоціанідіни.

Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v10i3.186>

### Введение. Актуальность темы

В настоящее время, несмотря на комплексное использование лесных ресурсов, актуальной проблемой остается использование отходов лесного производства, коры, смолы и другого древесного сырья. Фенольные вещества, липиды, лигнин, экстрактивные вещества, канифоль, скипидар, эфирные масла и другие биологически активные вещества при применении новых технологий можно извлечь из вторичных отходов. Данный подход позволяет более рационально использовать вторичное сырье экологически чистой сосны с охраняемых территорий Тушети. Это историческая горная Восточная Грузия, в состав которой входят: Тушетский государственный заповедник, Тушетский национальный парк и охраняемый ландшафт Тушети. В Тушети флора является экологически чистой и свободной от химических загрязнений.

В последние годы, благодаря необычайно широкому спектру биологической активности, большое внимание уделяется биологически активным природным соединениям, среди которых особое место занимают фенольные вещества и липиды хвойных пород. Продукты экстрактивной перера-

ботки коры сосны востребованы в фармацевтической, косметической, пищевой промышленности, в бытовой химии и других областях. Кора сосны приморской используется для получения биологически активного комплекса на основе проантоцианидинов [1].

### Обзор литературы

Различные части сосновых деревьев (*Pinus densiflora*), в том числе кора, хвоя, шишки, а также пыльца, широко употребляется в качестве пищевых продуктов или пищевых добавок для укрепления здоровья [2]. Они показали широкий спектр биологического и фармакологического действия, такие как противовоспалительное, антибактериальное, противовирусное, антидепрессантное, а также способствуют уменьшению триглицеридов в организме. Хвоя сосны обладает противогипертензивным эффектом, а также защитными свойствами в отношении окислительных повреждений ДНК и апоптозоиндуцирующих гидроксильных радикалов [3]. Сосновая кора имеет хорошее защитное свойство от коллагена при коллагенозах [4]. Экстракт из коры сосны является эффективным поглотителем ре-

активного кислорода, снижает уровень липидов и в связи с этим замедляет процессы старения [5].

Экстракты, полученные из сосновой коры, широко применяются в последнее время в области питания, здоровья и медицины. Экстракты сосновой коры содержат многочисленные фенольные соединения, которые привлекли значительное внимание из-за их антимутагенной, противораковой и высокой антиоксидантной активности. Наиболее распространённый экстракт коры сосны (*Pinus maritima*) является «Puspogenol», содержащий проантоцианидины. «Puspogenol» защищает сердечно-сосудистую систему, так как усиливает микроциркуляцию за счет повышения проницаемости капиллярного пермеабилета. «Puspogenol» также ускоряет процессы заживления ран при незначительных тканевых повреждениях [6].

Из пяти исследуемых образцов эфирного масла из сосны (*loblolly*), в которых была различная концентрация компонентов  $\alpha$ -пинена,  $\beta$ -пинена, 3-карена, лимонена и терпинеола, четыре показали антимикробную активность против моноцитогенеза и ингибирующего эффекта против роста золотистого стафилококка [7].

Эфирное масло иглы сосны *Needle (Cedrusdeodara)*, которое представляет собой сложную смесь – терпеноиды (78,66 %) и ароматические соединения (16,13%), оказывает антимикробную и антиоксидантную активности. Результаты указывают на то, что хвойное эфирное масло имеет потенциал для использования в качестве природного антиоксиданта и противомикробного агента в пищевой промышленности [8].

Терпеноиды (изопреноиды) живицы (смолы) сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) представлены моно-, сескви- и дитерпеновыми углеводородами и их кислородосодержащими производными. Компонентам живицы свойственна антимикробная и антивирусная активность [9].

Исходя из вышесказанного, целью нашей работы было изучение фенольного и липидного состава сосны *Pinus Sylvestris*, распространённой на экологически чистой, охраняемой территории Тушети.

### Основная часть

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследования служили вторичные ресурсы сосны *Pinus Sylvestris*, распространённой на охраняемой территории Тушети, в частности: кора, древесные обрезки и смола. Исследуемые материалы были собраны на охраняемой территории Тушети по разрешению Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов, за что авторы приносят большую благодарность. Обработка объектов проводилась по схеме (рис. 1).

Липидную фракцию экстрагировали последовательно петролейным эфиром, гексаном и хло-

роформом. Экстракцию проводили в аппарате Сохслета до завершения исчерпывающей экстракции. Выход каждой липидной фракций определялся в результате их концентрирования и удаления растворителей на ротационном испарителе при давлении и температуре 40 – 45 °С. Выход каждой фракции определялся весовым методом.

Качественный анализ липидных фракций проводили методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинах силуфола, в системе растворителей гексан : этилацетат (85:15). Хроматограммы проявлялись фосформолибденовой кислотой с последующим нагреванием.

Фенольную фракцию экстрагировали в горячих условиях метанолом, этанолом и этилацетатом. Общие фенольные соединения определяли с применением реактива Фолин-Чокалтеу спектрофотометрическим методом. Качественный анализ фенольной фракции проводили тонкослойной хроматографией “Sorbfil” (силикагель СТХ-1А; 100Х200) в системе растворителей хлороформ : метанол (90:10). Хроматограммы проявляли диазотированной сульфаниловой кислотой.

Для выявления катехинов проводили качественный анализ фенольной фракции бумажной хроматографией в системе растворителей n-бутанол : уксусная кислота : вода (4:1:2). Хроматограммы проявляли ванилиновым реактивом.

Содержание лигнина определяли методом Классона. Изучение смолы проводили по содержанию липидов. Полученные результаты приведены в табл.1.

**Результаты и их обсуждение.** Как видно из таблицы, выход липидной фракции из исследуемых объектов различается в соответствии с экстрагентами. Так, низкий выход отмечается во всех объектах при экстракции гексаном. Полная экстракция липидной фракции фиксируется при экстракции хлороформом. Надо отметить, что в коре сосны смолистые места существуют неодинаково и поэтому содержание в них липидов тоже отличается. В менее смолистых местах выход хлороформной фракции составляет 4,3%, а в более смолистых местах составляет 5,5%. Что касается смолы, содержание в нем липидной фракции составляет 97,9%, остальное оказалось примесью веществ несмолистого характера.

Хроматограмма (рис.2) липидной фракции указывает на различие составляющих компонентов исследуемых объектов. Надо отметить, что изучение этих отдельных компонентов является перспективным для последующих исследований. Экстрактивные вещества коры и древесных обрезков сосны были выделены различными экстрагентами: метанолом, этанолом, этилацетатом и горячей водой. Видно, что фенольные экстрактивные вещества в максимальном количестве извлекаются при экстракции этилацетатом. Что касается лигнина,

его содержание в древесине составляет 24,3 %, а в коре увеличивается и составляет 28,7 %.

Процианидины существуют в виде олигомерных и полимерных форм, где значительно преобладают полимерные процианидины. Кроме этого, в коре сосны наличие обеих форм процианидинов, как олигомерных, так и полимерных, количественно значительно больше, чем их содержание в древесных обрезках.

Что касается катехинов, их количество как в коре, так и в древесных обрезках оказалось меньшим и среди катехинов преобладает d-катехин.

Состав фенольных соединений, экстрагированных этилацетатом из коры и из древесных обрезков, значительно различен. Фенольный состав коры более богат, чем фенольные вещества древесных обрезков. Это видно на рис. 3.

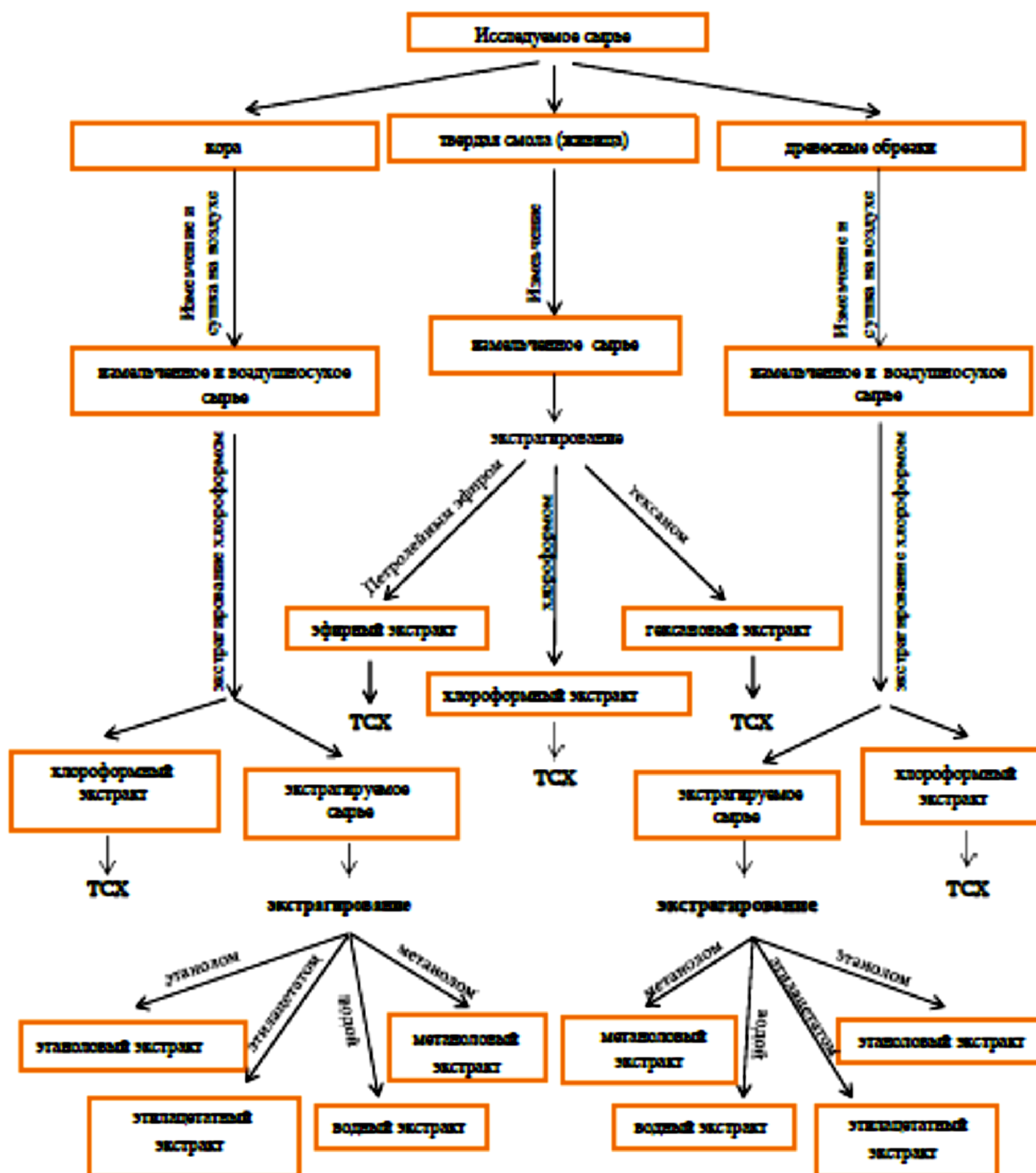


Рис. 1. Схема фракционирования исследуемого сырья

Таблица 1. – Химические компоненты разных частей сосны *Pinus Sylvestris*

Компоненты	Название объекта		
	Древесные об-резки	Кора	Смола
1. Липидная Фракция. % по с.в.с.			
петролейным эфиром	6.5	5.3	96.5
гексаном	6.1	4.8/3.5	95.8
хлороформом	7.3	5.5/4.3	97.9
2. Экстрактивные в-ва, % по с.в.с.			
метанолом	6.3	11.7	-
этанолом	6.0	11.3	-
этилацетатом	6.5	12.1	-
горячей водой	1.2	3.3	-
3. Лигнин %, по с.в.с.	24.3	28.7	-
4. Проантоцианидины, %			
олигомерные	0.7	2.1	-
полимерные	4.1	8.5	-
5. Катехины, %	0.2	0.5	-

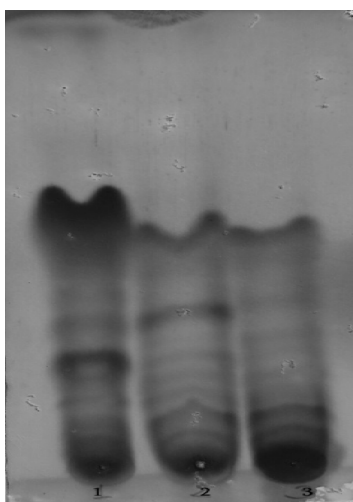
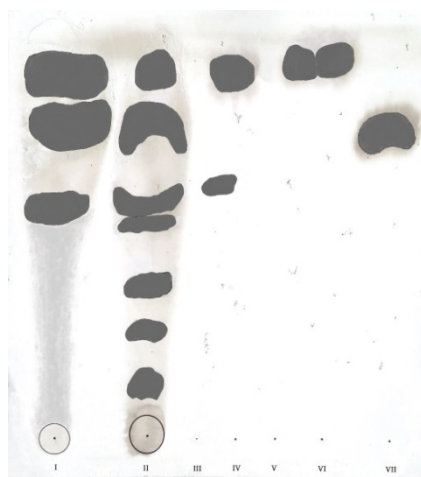


Рис.2. Тонкослойная хроматограмма хлороформной фракции (1 – древесные обрезки; 2 – кора; 3 – смола.

Рис. 3. Тонкослойная хроматограмма этилацетатной фракции (I-Древесные обрезки; II. Кора; III. Пара-кумаровая кислота; IV.  $\alpha$ -коницендрин; V. Эудесмин; VI. Ацетованилон; VII. Транс-резвератрол.

Надо отметить, что индивидуальные вещества  $\alpha$ -коницендрин и транс-резвератрол были использованы в виде маркеров при ТСХ, но их наличие в исследуемых объектах требует дополнительного подтверждения.

Что касается лигнана – эудесмина, то он не зафиксирован. Паракумаровая кислота выявлена в коре, а в древесных обрезках зафиксированы ее следы.

#### Выводы

Таким образом, в результате проведенных нами экспериментов выявлен богатый и разнооб-

разный химический состав сосны *Pinus Sylvestris* как вторичного сырья. Полученные данные указывают на то, что древесные обрезки, кора и смола как вторичные продукты из экологически чистой местности могут быть использованы для комплексной переработки с целью получения полезных для здоровья природных биологически активных соединений. Продукты комплексной переработки вторичных ресурсов сосны востребованы и являются важными в фармацевтической, лечебно-профилактической, косметической, пищевой промышленности и в других областях.

#### Список литературы:

1. Бутылкина, А.И. Изучение состава экстрактивных веществ, выделенных из коры сосны различными методами [Текст] / А.И.Бутылкина, В.А. Левданский, Б.Н. Кузнецов // Химия растительного сырья.– 2011. – №2.– С.77–82
2. Wang, D. Disappearance of polycyclic aromatic hydrocarbons sorbed on surfaces of pine [*Pinus thunbergii*] needles under irradiation of sunlight: Volatilization and photolysis [Text] / D. Wang, J. Chen, Z. Xu, X. Qiao, L. Huang // Atmos Environ. – 2005. – № 39.– С. 4583–4591.

3. Jeong, J.B. Effect of extracts from pine needle against oxidative DNA damage and apoptosis induced by hydroxyl radical via antioxidant activity [Text] / J.B. Jeong, E.W. Seo, H.J. Jeong // Food Chem Toxicol. – 2009.– № 47.– P. 2135–2141.
4. Ku, C.S. Binding affinity of proanthocyanidin from waste *Pinus radiata* bark onto proline-rich bovine achilles tendon collagen type I [Text] / C.S. Ku, M. Sathishkumar, S.P. Mun // Chemosphere. – 2007.– № 67.– P. 1618–1627
5. Yu, L. Antioxidant, immunomodulatory and anti-breast cancer activities of phenolic extract from pine (*Pinus massoniana* Lamb) bark [Text] / L. Yu, M. Zhao, J.S. Wang, C. Cui, B. Yang, Y. Jiang, Q. Zhao // Inno Food Sic & Emer Tech. – 2009.– № 9.– P. 122–128.
6. Ozlem Yesil-Celiktas, Markus Ganzera, Ismail Akgun, Canan Sevimli, Kemal S. Korkmaz and Erdal Bedir // J Sci Food Agric.– 2009.– № 89.– P. 1339-1345
7. Elizabeth Louise Marhefka. Antimicrobial effects of pine essential oil against *Listeria monocytogenes*. Biological and Agricultural Engineering Undergraduate Honors Theses. – 2015. 36 p.
8. Wei-Cai Zeng. Chemical Composition, Antioxidant, and Antimicrobial Activities of Essential Oil from Pine Needle (*Cedrus deodara*) [Text] /Wei-Cai Zeng, Zeng Zhang, Hong Gao, Li-RongJia, and Qiang He // Seminar, Institute of Food Science & Biotechnology.– NCHU.– 2015.
9. Рязанова, Т.И. Продукты переработки терпеноидов живицы [Текст] / Т.И. Рязанова, Г.В. Тихомирова, И.С. Почекутов // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева).– 2004.– Т. XLVIII, № 3.

L.D. Elanidze Dr. food technology\*, E-mail: lalielanidze@yahoo.de

M.G. Bezhushvili, Dr. techn. sciences\*\*

\*Telavi State University. Gogebashvili, Georgia, Telavi

\*\*Agrarian University of Georgia, Tbilisi

**Annotation.** The phenol and lipid composition of secondary resources of clean pine (*Pinus Sylvestris*), widespread in the protected area of Tusheti (the region north-eastern part of Georgia), in particular bark, wood scraps and resin were studied. The differences in the content of lipid and phenolic fractions of the studied objects were detected. These data indicate that the wood pruning, bark, resin, as secondary products from the ecologically clean area, can be used for complex processing, in order to obtain healthy natural bioactive compounds.

**Keywords:** pine (*Pinus Sylvestris*), phenolics, lipids, lignin,

**References:**

1. Butylkina A.I., Levanskii V.A., Kuznecov B.N. Izuchenie sostava zkraktivnykh veshchestv, vydelennykh iz kory sosny razlichnymi metodami. Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2011. №2.s.77-82
2. Wang D, Chen J, Xu Z, Qiao X, Huang L. Disappearance of polycyclic aromatic hydrocarbons sorbed on surfaces of pine [*Pinus thunbergii*] needles under irradiation of sunlight: Volatilization and photolysis. Atmos Environ. 2005;39:4583–4591.
3. Jeong JB, Seo EW, Jeong HJ. Effect of extracts from pine needle against oxidative DNA damage and apoptosis induced by hydroxyl radical via antioxidant activity. Food Chem Toxicol. 2009;47:2135–2141.
4. Ku CS, Sathishkumar M, Mun SP. Binding affinity of proanthocyanidin from waste *Pinus radiata* bark onto proline-rich bovine achilles tendon collagen type I. Chemosphere. 2007;67:1618–1627
5. Yu L, Zhao M, Wang JS, Cui C, Yang B, Jiang Y, Zhao Q. Antioxidant, immunomodulatory and anti-breast cancer activities of phenolic extract from pine (*Pinus massoniana* Lamb) bark. Inno Food Sic & Emer Tech. 2009;9:122–128.
6. Ozlem Yesil-celiktas, Markus Ganzera, ismail Akgun, Canan Sevimli, Kemal S Korkmaz and Erdal Bedir. Determination of polyphenolic constituents and biological activities of bark extracts brom different *Pinus* species. J Sci Food Agric 2009; 89: 1339-1345
7. Elizabeth Louise Marhefka. Antimicrobial effects of pine essential oil against *Listeria monocytogenes*. Biological and Agricultural Engineering Undergraduate Honors Theses. 2015. Paper 36.
8. Wei-Cai Zeng, Zeng Zhang, Hong Gao, Li-RongJia, and Qiang He. Chemical Composition, Antioxidant, and Antimicrobial Activities of Essential Oil from Pine Needle (*Cedrus deodara*). 2015. Seminar, Institute of Food Science & Biotechnology, NCHU
9. Ryazanova TI, Tihomirova GV, Pochekutov IS. Produkty pererabotki terpenoidov zhivicy. Ros. him. zh. (ZH. Ros. him. ob-va im. D.I. Mendeleeva), 2004. XLVIII: 3

Отримано в редакцію 20.04.2016

Прийнято до друку 21.07. 2016