

УДК 615.28 + 54-116 + 582.47

ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ХВОЙНЫХ

В. А. Сенашова, Г. В. Пермякова, И. Д. Гродницкая, Н. В. Пашенова, С. Р. Лоскутов

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

E-mail: vera0612@mail.ru, aniskina_a@ksc.krasn.ru, igrod@ksc.krasn.ru,
pasnat@ksc.krasn.ru, lsr@ksc.krasn.ru

Поступила в редакцию 29.01.2019 г.

Красноярский край – один из лидеров российской лесной промышленности, и проблема переработки древесных отходов здесь весьма актуальна. В связи с появлением в последнее время микроорганизмов, устойчивых к большинству известных антибиотиков, все больший интерес у исследователей вызывают природные объекты, которые могут служить сырьем для приготовления лекарственных средств, в том числе обладающих антимикробной активностью. Кора хвойных может служить источником многих биологически активных веществ. С фармакологической и терапевтической точек зрения наиболее интересны фенольные соединения коры. Экстрагирование коры хвойных с использованием моноэтаноламина обеспечивает более высокий выход конечного продукта с повышенным содержанием фенольных веществ. Изучены антимикробные свойства экстрактивных веществ (ЭВ) коры сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., лиственницы сибирской *Larix sibirica* L., пихты сибирской *Abies sibirica* L., полученных вышеуказанным способом. В качестве тест-объектов использовали музейные культуры санитарно-показательных условно-патогенных бактерий: клебсиеллы *Klebsiella pneumoniae* (Schroeter) Trevisan T 904, кишечной палочки *Escherichia coli* Migula ATCC 39/21141, золотистого стафилококка *Staphylococcus aureus* Rosenbach ATCC 25922, протей *Proteus vulgaris* Hauser MX 19 и микрококков лютеусов *Micrococcus luteus* (Schroeter) Cohn emend. Wieser et al. ATCC 9341. Установлено, что наибольшим бактериостатическим эффектом обладал сосновый концентрат ЭВ, а наименьшим – пихтовый. Из исследуемых тестовых микроорганизмов более чувствительными оказались культуры протей, клебсиеллы и золотистого стафилококка. Растворы концентратов ЭВ сосны и лиственницы оказывали менее активное воздействие на тест-культуры. Антимикробного влияния растворов концентрата пихты на тестовые микроорганизмы не выявлено. Полученные данные показывают перспективность дальнейших исследований в направлении по разработке антибиотических/обеззараживающих препаратов на основе экстрактов коры хвойных.

Ключевые слова: экстракция коры хвойных, концентрированные экстракты, фенольные соединения, антимикробные свойства.

DOI: 10.15372/SJFS20190309

ВВЕДЕНИЕ

Одним из стратегически важных ресурсов, обеспечивающих функционирование таких отраслей промышленности, как строительная, бумажная, легкая, фармакологическая и т. д., являются леса. Красноярский край обладает значительным запасом лесных насаждений: общая площадь земель, покрытых лесом, составляет 164 млн га (Государственный доклад..., 2018). По объему лесозаготовок и переработки дре-

весины первенствуют хвойные древесные породы: сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., лиственница сибирская *Larix sibirica* L., пихта сибирская *Abies sibirica* L. Перед краем, который является лидером в лесозаготовительной промышленности, остро стоит проблема утилизации древесных отходов, в частности коры. Отмечено, что коэффициент использования всей биологической древесной массы, имеющейся на лесосеках, ~ 50 %, а использования коры, объем которой изменяется от 5 до 20 % стволовой

части дерева, не превышает 5 %. При этом наиболее актуален вопрос утилизации сосновой и пихтовой коры, поскольку она не является сырьем для производства дубильных экстрактов в отличие от лиственничной (Продукты..., 2010).

В последнее время наблюдается рост числа штаммов микроорганизмов, устойчивых к большинству известных антибиотиков, что затрудняет лечение многих заболеваний (Duijn et al., 2011). Варианты решения данной проблемы – создание новых или модификация уже имеющихся лечебных препаратов. В народной медицине растительные материалы, богатые полифенольными соединениями, используются для лечения бактериальных заболеваний в течение многих столетий. Некоторые из них способны снижать вирулентные свойства патогенных штаммов или повышать защитные силы организма (Cushnie and Lamb, 2011). Таким образом, важен поиск природных продуктов с необходимыми свойствами.

Кора хвойных содержит комплекс веществ, обладающих высокой биологической активностью и представляющих все классы органических соединений (экстрактивные вещества), встречаемых в растениях. С фармакологической и терапевтической точек зрения наиболее интересны фенольные соединения коры (Gould, Lister, 2006; Ferrazzano et al., 2011; Oyedemi and Afolayan, 2011; Тараховский и др., 2013).

Сотрудниками лаборатории физико-химической биологии древесных растений Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН предложен новый способ экстрагирования коры хвойных пород, заключающийся в использовании аминоспиртов (в частности, моноэтаноламина) при экстракции и обеспечивающий существенно более высокий выход целевого продукта с повышенной долей соединений фенольной природы по сравнению с известными ранее (Лоскутов и др., 1997; Пермякова и др., 2008).

Цель данной работы – изучение антимикробной активности полученных экстрактов к условно-патогенным бактериям и определение их компонентного состава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовали продукты экстракции коры лиственницы сибирской, сосны обыкновенной и пихты сибирской.

Воздушно-сухие образцы измельченной коры фракции 0.5–1 мм подвергали экстрагированию системой экстрагентов вода – моноэтаноламин

(МЭА). Концентрация МЭА в воде составляла 2.5 %, температура – 80 °С, продолжительность экстрагирования – 6 ч, жидкостный модуль – 1:10. За методическую основу принята традиционно используемая в химии древесины техника экстракционного эксперимента, опубликованная ранее (Лоскутов и др., 1997), включающая соответствующее оборудование и приборы.

Массовая доля экстрактивных веществ (ЭВ) в коре лиственницы, сосны и пихты составила 37.6, 35.3, 32.1 % (к массе абс. сух. сырья) соответственно. Экстракты концентрировали в ротационном испарителе при 40 °С в 10 раз. Из полученных концентратов готовили 1- и 5%-й растворы для дальнейших исследований.

Полученные экстракты проанализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на базе Красноярского регионального центра коллективного пользования ФИЦ КНЦ СО РАН. Измерения проводили с помощью хроматографа Agilent HPLC 1200 Series.

Анализ экстрактов сосны, лиственницы и пихты проводили с добавками моноэтаноламина (1, 2.5 или 5 %) на содержание следующих веществ: кверцетина, дегидрокверцетина, бензойной, салициловой, коричной кислот, фенолов (фенола, гваякола, м-, п- и о-крезолов, 2.6-ксиленола).

Определение антимикробных свойств концентратов экстрактивных веществ коры сосны, лиственницы и пихты, а также их растворов осуществляли дискодиффузионным методом, который основан на диффузии антибактериального вещества из носителя в плотную питательную среду и подавлении роста исследуемой культуры, посеянной на поверхности питательной среды (МУК..., 2004). Эффективность воздействия оценивали по диаметру зоны подавления роста микроорганизмов.

В качестве тест-объектов использовали музейные культуры санитарно-показательных условно-патогенных бактерий: клебсиеллы *Klebsiella pneumoniae* (Schroeter) Trevisan T 904, кишечной палочки *Escherichia coli* Migula ATCC 39/21141, золотистого стафилококка *Staphylococcus aureus* Rosenbach ATCC 25922, протей *Proteus vulgaris* Hauser MX 19 и микробактерии лютеусов *Micrococcus luteus* (Schroeter) Cohn emend. Wieser et al. ATCC 9341, полученные из Всероссийской коллекции микроорганизмов ГИСК им. Л. А. Тарасевича.

Культуры, выращенные на скошенном мясопептонном агаре (МПА), использовали для приготовления суспензий живых бактериаль-

ных клеток в стерильной воде (титр суспензий – $1-2 \times 10^8$ КОЕ/мл). Суспензиями засеивали поверхность МПА в стандартных чашках Петри (диаметр 90 мм). В каждую чашку вносили по 100 мкл бактериальной суспензии, распределяя ее по поверхности среды стерильным шпателем. После засева на поверхность МПА помещали стерильные диски фильтровальной бумаги (диаметр 20 мм), на которые наносили, используя одноразовые шприцы и стерильные пипетки, концентраты (по 100 мкл/диск) и растворы хвойных экстрактов (по 200 мкл/диск). В контроле на бумажные диски наносили стерильную воду в количестве 200 мкл. В каждую чашку помещали по 2 диска.

Засеянные чашки с дисками инкубировали в темноте при температуре 35 °С. Учеты проводили на 3-и и 10-е сут, отмечая зоны отсутствия роста бактерий вокруг дисков и измеряя ширину зон. Все варианты эксперимента имели по 9 повторностей.

Для проверки контаминации хвойных экстрактов посторонними микроорганизмами выполнен рассев концентратов и их растворов на среду МПА. В каждую чашку Петри вносили по 100 мкл испытуемого раствора и растирали стерильным шпателем. Чашки инкубировали в течение 7 сут при 27 °С, учитывая колонии бактерий и грибов, развившиеся на среде. Для каждого концентрата и раствора посев выполнен в трех повторностях.

Статистическая обработка данных выполнена в программах Microsoft Excel 2007 и Statistica 8.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что все изучаемые концентраты хвойных оказывали бактериостатическое действие на рост тестовых микробов (рис. 1). Интенсивность воздействия (ширина зоны ингибирования роста вокруг бумажных фильтров) варьировала в зависимости от концентрата и вида тест-культур. Так, сосновый и пихтовый концентраты наибольший бактериостатический эффект проявили по отношению к золотистому стафилококку. Зоны отсутствия роста составили 11.45 и 9.47 мм соответственно. Из тестовых объектов к концентрату коры лиственницы наиболее чувствительным оказался микрококк лютеус (зона ингибирования 4.17 мм) (см. таблицу).

Наименее подверженной действию исследуемых ЭВ оказалась кишечная палочка, зона ингибирования не превышала 3.61 мм.

Менее активное воздействие на тест-культуры оказывали растворы концентратов коры сосны и лиственницы. При этом растворы соснового концентрата демонстрировали более широкий спектр действия, ингибируя рост почти всех тестовых объектов, кроме микрококка лютеуса. Бактериостатическое воздействие на тестовые микроорганизмы растворов ЭВ пихты не выявлено. Следует отметить, что по суммарным показателям наиболее устойчивым микроорганизмом в нашем эксперименте оказался микрококк лютеус, а наименее устойчивыми – протей и клебсиелла.

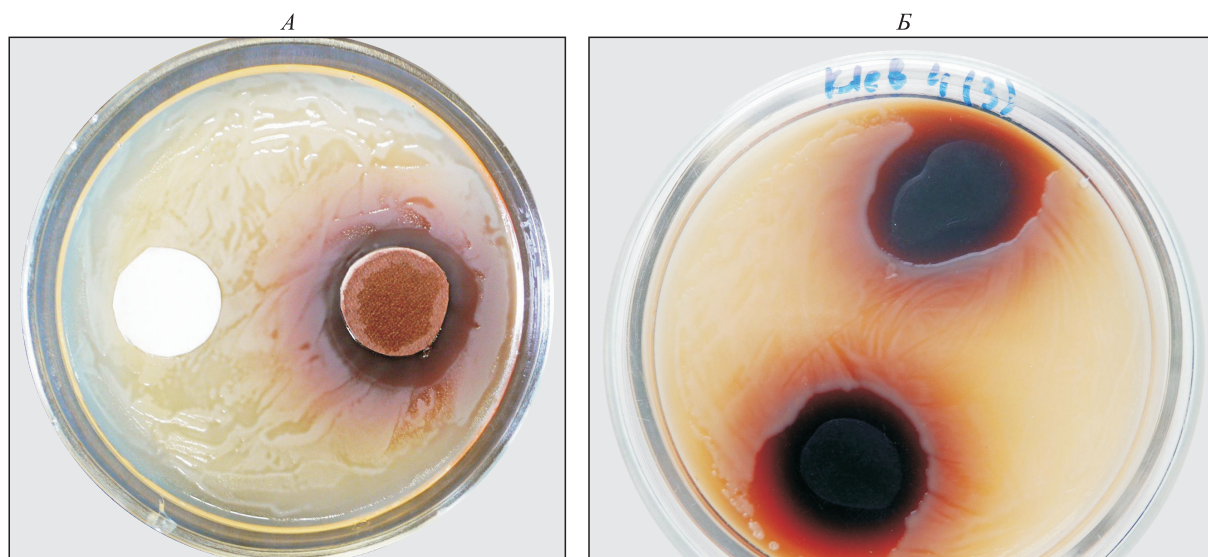


Рис. 1. Зоны ингибирования бактериального роста вокруг бумажных дисков, пропитанных хвойными экстрактами. А: слева – контроль (отсутствие зоны ингибирования), справа – лиственничный концентрат (имеется зона отсутствия роста), тест-культура протей; Б – пихтовый концентрат, тест-культура клебсиеллы (имеются зоны отсутствия роста).

Чувствительность (зона отсутствия роста, мм) условно-патогенных тестовых микроорганизмов к экстрактам хвойных*

Вариант	Кишечная палочка		Микрококк лютеус		Золотистый стафилококк		Протей		Клебсиелла	
	3	13	3	13	3	13	3	13	3	13
	сут									
Концентрат сосны (КС)	3.61 ± ± 1.19	3.89 ± ± 1.31	3.86 ± ± 0.34	4.3 ± ± 1.23	11.45 ± ± 1.55	9.66 ± ± 0.42	8.53 ± ± 0.57	10.15 ± ± 0.71	9.42 ± ± 0.18	8.01 ± ± 0.38
КС 5 %	2.83 ± ± 0.24	0.57 ± ± 0.35	0	0	3.32 ± ± 0.98	2.55 ± ± 1.06	5.85 ± ± 0.91	5.94 ± ± 0.75	6.67 ± ± 0.82	3.31 ± ± 1.33
КС 1 %	0.61 ± ± 0.41	0	0	0	0	0	4.17 ± ± 0.62	3.56 ± ± 0.95	4.34 ± ± 1.13	0.88 ± ± 0.79
Концентрат пихты (КП)	1.56 ± ± 0.68	2.84 ± ± 0.36	2.11 ± ± 0.48	1.17 ± ± 0.42	9.47 ± ± 0.74	7.66 ± ± 1.27	4.85 ± ± 0.3	5.07 ± ± 0.16	5.19 ± ± 0.51	5.13 ± ± 0.29
КП 5 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
КП 1 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Концентрат лиственницы (КЛ)	3.35 ± ± 1.02	1.39 ± ± 0.85	4.17 ± ± 1.24	1.56 ± ± 0.96	5.36 ± ± 0.43	3.94 ± ± 0.52	6.02 ± ± 0.65	8.44 ± ± 0.14	5.26 ± ± 0.35	5.33 ± ± 0.41
КЛ 5 %	0	0	0	0	0	0	3.99 ± ± 1.01	2.46 ± ± 0.5	3.3 ± ± 1.0	1.93 ± ± 0.9
КЛ 1 %	0	0	0	0	0	0	1.53 ± ± 0.91	1.14 ± ± 1.06	1.24 ± ± 0.71	0

Примечание. * Курсивом выделено достоверное уменьшение зоны ингибирования роста по критерию Манна-Уитни при $P \leq 0.05$, жирным шрифтом – достоверное увеличение зоны ингибирования роста.

Учеты на 3-и и 13-е сут инкубирования позволили оценить длительность бактериостатического воздействия концентратов и их растворов. В большинстве случаев средние показатели ширины зоны ингибирования тест-культур на 3-и и 10-е сут эксперимента не отличались. Отмечено достоверное уменьшение ширины зоны ингибирования на 13-е сут в вариантах клебсиелла и кишечная палочка на концентрате ЭВ коры сосны (см. таблицу). Возможно, это связано с постепенным разрушением антимикробных компонентов, содержащихся в экстрактах, либо бактерии начали адаптироваться к негативному воздействию экстрактивных веществ.

Особо следует отметить, что для культуры протей наблюдали достоверное увеличение зоны ингибирования роста вокруг фильтров с концентратом коры лиственницы, что указывало на пролонгированное действие этого препарата.

Поскольку в феврале 2017 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) причислила бактерии золотистого стафилококка и клебсиеллы spp. к наиболее опасным в связи с их резистентностью к существующим антибактериальным препаратам, полученные нами данные представляют определенный интерес (WHO..., 2017).

Проверка экстрактов и их растворов на изначальную обсемененность микроорганизмами, способными развиваться на среде МПА, показала низкое содержание микробов-контаминантов (в основном неспорных бактерий). Численность микроорганизмов находилась в пределах 10–30 КОЕ/мл. Данный результат свидетельствует о довольно высоких антимикробных свойствах экстрактов, поскольку они были приготовлены без учета дополнительных условий асептики, выполняемых в фармакологическом производстве. Также это служит свидетельством, что зоны отсутствия роста в эксперименте обусловлены бактериостатическими свойствами концентратов/растворов, а не антагонистическими взаимоотношениями между контаминантами и тест-объектами.

Чтобы выяснить, чем обусловлены антимикробные свойства продуктов экстракции, необходимо знание их компонентного состава. Ранее был определен групповой состав полученных экстрактов путем последовательной обработки (исчерпывающих извлечений) гексаном, этанолом, диэтиловым эфиром, этилацетатом, ацетоном и водой (Пермьякова и др., 2008). Наиболее существенным оказался вклад следующих групп соединений: ацетоно- и водорастворимых – от

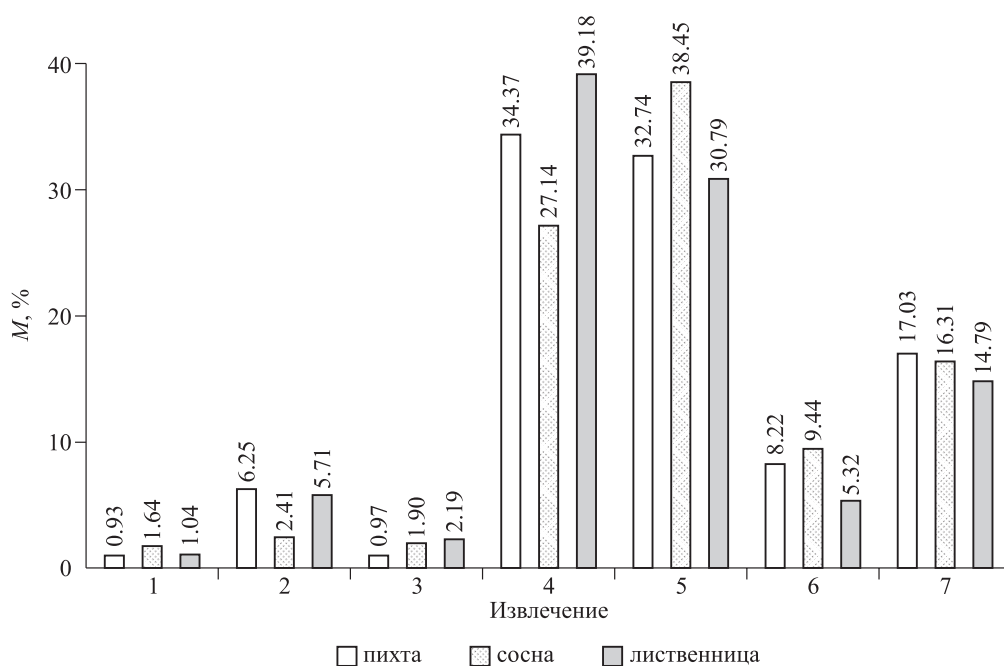


Рис. 2. Групповой состав экстрактов коры пихты, сосны и лиственницы, установленный путем последовательных извлечений из исходных экстрактов веществ, растворимых в гексане (1), диэтиловом эфире (2), этилацетате (3), ацетоне (4) и воде (5); 6 – нерастворимый остаток; 7 – полиозы, осаждаемые этанолом. Экстрагент вода-МЭА (5 %). *M, %* – массовая доля экстрактивных веществ (приведено по: Пермякова и др., 2008).

27 до 39 и от 31 до 38 % соответственно, а также полиозов – от 15 до 17 % (рис. 2).

Вещества, растворимые в воде, можно подразделить на высоко- (полисахариды, пектиновые вещества, камеди, белки и др.) и низкомолекулярные (танины, красители, циклические спирты, моносахариды, гликозиды, водорастворимые соли и др.) соединения (Химия..., 2010). Ацетон обладает избирательным действием по отношению к конденсированным фенольным соединениям, полиглюкозидам флавоноидов и олигомерным лейкоантоцианам (Долгодворова и др., 1973). Все эти фракции богаты фенольными соединениями. Существует несколько гипотез, объясняющих антибактериальное действие полифенольных соединений. Предполагается, что катехины способны повреждать плазматическую мембрану бактерий вследствие инициации продуцирования перекиси водорода клетками хозяина (Agakawa et al., 2004; Tamura et al., 2011). Еще одной причиной бактериостатического действия полифенолов может быть способность этих агентов инициировать агрегацию клеток и повреждение мембран (Kigai et al., 1993). Имеются свидетельства того, что антибактериальная активность флавоноидов связана с повреждением плазматической мембраны бактерий, в результате чего проис-

ходит выход калия из цитоплазмы (Cushnie and Lamb, 2005).

Результаты анализа группового состава экстрактов коры не дают полного понимания причин различия их антимикробной активности. Вполне вероятно, что бактериостатическими свойствами обладают лишь отдельные соединения, входящие в ту или иную фракцию, поэтому следующим шагом наших исследований было определение качественного состава продуктов экстракции методом ВЭЖХ. Однако данный этап работы вызвал некоторые затруднения. Несмотря на большое количество пиков на полученных хроматограммах, идентифицировать их не удалось.

На всех хроматограммах наблюдаются два широких пика разной интенсивности в районе 15–25 и 25–30 мин. По-видимому, эти широкие пики отвечают группе соединений полифенольной природы. В общем случае с увеличением содержания МЭА интенсивность одного из пиков увеличивается. Стоит отметить, что даже при наличии стандартов определение фенольных соединений может быть затруднено вследствие большого количества пиков и слабой分辨ительной способности системы для таких сложных проб, а также возможного мешающего влияния широких пиков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований показали, что продукты экстракции коры сосны обыкновенной, лиственницы сибирской и пихты сибирской, полученные с использованием моноэтаноламина, обладают антимикробными свойствами и в ряде случаев пролонгированным действием. При этом наибольший бактериостатический эффект проявил экстракт из коры сосны, а наименьший – из коры пихты. Отмечено, что разбавление концентратов снижает содержание антибактериального компонента и приводит к более быстрому его «исчерпанию». Растворы ЭВ сосны демонстрировали более широкий спектр действия, подавляя рост почти всех тестовых объектов, кроме микрококкуса лютеуса.

Из исследуемых тестовых микроорганизмов более чувствительными оказались культуры протей, клебсиеллы и золотистого стафилококка: зоны ингибирования варьировали от 4 до 12 мм. Незначительное бактериостатическое воздействие концентратов (зоны отсутствия роста не превышали 4 мм) отмечено для культур кишечной палочки и микрококкуса лютеуса.

Полагаем, что антимикробные свойства экстрактов обеспечиваются фенольными соединениями. Однако для определения компонентного состава необходимы дополнительные исследования по совершенствованию методических подходов с учетом особенностей сложнокомпонентных проб.

Полученные данные указывают на перспективность исследований в данном направлении по разработке антибиотических/обеззараживающих препаратов на основе экстрактов коры хвойных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2017 году». Красноярск: Мин-во экол. и рац. природопользования Красноярского края. 2018. 301 с.

Долгодворова С. Я., Степень Р. А., Перышкина Г. И., Черняева Г. Н. Изучение свойств и структуры фенольных компонентов коры кедра // Исслед. в области химии древесины. Красноярск, 1973. С. 24–42.

Лоскутов С. Р., Пермякова Г. В., Анискина А. А., Перышкина Г. И. Влияние добавок моноэтаноламина на экстракцию коры *Larix sibirica* Ledeb. // Раст. ресурсы. 1997. Т. 33. № 2. С. 74–78.

МУК 12.1890-04. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: метод. указ. М.: Фед. центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 74 с.

Пермякова Г. В., Лоскутов С. Р., Семенович А. В. Экстракция коры хвойных водой с добавлением моноэтаноламина // Хим. раст. сырья. 2008. № 1. С. 37–40.

Продукты технического назначения из коры хвойных пород / С. Р. Лоскутов, А. В. Семенович, А. А. Анискина, Г. В. Пермякова, М. А. Пляшечник. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 114 с.

Таракховский Ю. С., Ким Ю. А., Абдрасилов Б. С., Музафаров Е. Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пушино: Synchronobook, 2013. 310 с.

Химия древесины: учеб. пособ. / Сост. Н. Г. Костюкович. СПб.: СПбГЛТА, 2010. 90 с.

Arakawa H., Maeda M., Okubo S., Shimamura T. Role of hydrogen peroxide in bactericidal action of catechin // Biol. Pharm. Bull. 2004. V. 27. Iss. 3. P. 277–281.

Cushnie T. P., Lamb A. J. Detection of galangin-induced cytoplasmic membrane damage in *Staphylococcus aureus* by measuring potassium loss // J. Ethnopharmacol. 2005. V. 101. Iss. 1–3. P. 243–248.

Cushnie T. P., Lamb A. J. Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids // Int. J. Antimicrob. Agents. 2011. V. 38. Iss. 2. P. 99–107.

Duijn P. J. van, Dautzenberg M. J., Oostdijk E. A. Recent trends in antibiotic resistance in European ICUs // Curr. Opin. Crit. Care. 2011. V. 17. Iss. 6. P. 658–665.

Ferrazzano G. F., Amato I., Ingenito A., Zarrelli A., Pinto G., Pollio A. Plant polyphenols and their anti-cariogenic properties: a review // Molecules. 2011. V. 16. Iss. 2. P. 1486–1507.

Gould K. S., Lister C. Flavonoid functions in plants // Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications / Øyvind M. Andersen and Kenneth R. Markham (Eds.). Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor & Francis Group, 2006. P. 397–441.

Ikigai H., Nakae T., Hara Y., Shimamura T. Bactericidal catechins damage the lipid bilayer // Biochim. Biophys. Acta. 1993. V. 1147. Iss. 1. P. 132–136.

Oyedemi S. O., Afolayan A. J. Antibacterial and antioxidant activities of hydroalcoholic stem bark extract of *Schotia latifolia* Jacq. // Asian Pac. J. Trop. Med. 2011. V. 4. Iss. 12. P. 952–958.

Tamura M., Saito H., Kikuchi K., Ishigami T., Toyama Y., Takami M., Ochiai K. Antimicrobial activity of Gel-entrapped catechins toward oral microorganisms // Biol. Pharm. Bull. 2011. V. 34. Iss. 5. P. 638–643.

WHO publishes list of bacteria for which new antibiotics are urgently needed, 2017. <https://www.who.int/en/news-room/detail/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed>

THE STUDY OF ANTI-MICROBIAL PROPERTIES OF EXTRACTIVE SUBSTANCES OF CONIFERS

V. A. Senashova, G. V. Permyakova, I. D. Grodnitskaya, N. V. Pashenova, S. R. Loskutov

*Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

E-mail: vera0612@mail.ru, aniskina_a@ksc.krasn.ru, igrod@ksc.krasn.ru,
pasnat@ksc.krasn.ru, lsr@ksc.krasn.ru

The problem of wood waste utilization is of great importance. In connection with the outbreaks of microorganisms resistant to most of the known antibiotics researchers are increasingly interested in natural objects that can serve as raw materials for producing medicines, including those with antimicrobial activity. Bark of conifers is a source of many biologically active substances. From the pharmacological and therapeutic points of view, phenolic compounds of bark are most interesting. The extraction of the bark of conifers with monoethanolamine provides a product with an increased proportion of phenolic compounds in comparison with other known methods. The antibacterial activity of the extracts and their solutions obtained by the abovementioned method from the bark of conifers of Siberian larch *Larix sibirica* L., Scotch pine *Pinus sylvestris* L., and Siberian fir *Abies sibirica* L. was studied. We used the museum strains of sanitary-indicative opportunistic bacteria such as *Klebsiella pneumoniae* (Schroeter) Trevisan T 904, *Escherichia coli* Migula ATCC 39/21141, *Staphylococcus aureus* Rosenbach ATCC 25922, *Proteus vulgaris* Hauser MX 19 и *Micrococcus luteus* (Schroeter) Cohn emend. Wieser et al. ATCC 9341 as test objects. It was found that the extract of Scotch pine demonstrated greater inhibitory activity while fir bark extract had the lowest bacteriostatic properties. The diluted extracts of larch and Scotch pine bark were less effective against the tested bacteria, and the diluted extracts of fir bark had no antibacterial effect. The obtained data are promising for further research of the development of antibiotic / disinfecting substances based on conifer bark extracts.

Keywords: *conifer bark extraction, concentrated extracts, phenolic compounds, anti-microbial properties.*

How to cite: *Senashova V. A., Permyakova G. V., Grodnitskaya I. D., Pashenova N. V., Loskutov S. R. The study of anti-microbial properties of extractive substances of conifers // Sibirskiy Lesnoj Zhurnal (Sib. J. For. Sci.) 2019. N. 3. P. 71–77 (in Russian with English abstract).*