

СТАТЬЯ

УДК 502.051

**АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ
ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ
И ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ДОСТАВКИ
ЭЛЕМЕНТОВ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ В ОРГАНИЗМ****Бубахаев В.А., Магомедов А.М., Тагамов А.А., Шерифова Э.Н.**
*ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Махачкала,
e-mail: rotejungerfuchs@gmail.com*

Нивелирование последствий применения синтетических антимикробных препаратов на организм пациента становится значимой частью фармацевтического рынка. Отсюда вытекает идея эффективного применения антимикробных препаратов растительного происхождения. Области применения препаратов на основе лекарственного растительного сырья безграничны: терапия, хирургия, косметология и т.д. В любом лечебнике, травнике, медицинском трактате прошлого подробно описываются полезные свойства лекарственных растений, способы приготовления и применения. Задача современной науки – заново открыть и научиться применять огромный природный арсенал лекарственных растений, для этого есть высокотехнологичные методы исследований и новые формы доставки лекарственных препаратов в организм. В соответствии с изучением данного предмета ясно, что антибактериальные свойства хвойных растений известны человечеству давно. Упоминания о водных настоях из хвои встречаются достаточно часто в трудах по оказанию врачебной помощи различных эпох и регионов. Современная наука обращается к природным антибактериальным средствам как к альтернативному источнику борьбы с многочисленными инфекциями, которые не вызывают резистентность, как антибиотики синтетического происхождения. Водные растворы хвойных растений обладают антибактериальными свойствами, их применение практически не имеет противопоказаний, возможно использование биологически активных веществ хвойных растений в виде пищевых продуктов, напитков, а также как средства наружного применения. Возможности современной науки возросли многократно, на смену таблетированным и жидким формам лекарств приходят, например, «умные» капсулы, которые высвобождают лекарственные вещества в «нужном» отделе кишечника. Авторы предполагают, что водные экстракты хвойных растений можно использовать в гидрогелях для наружного применения в качестве антибактериального средства. Водные растворы хвойных растений обладают антибактериальными свойствами, их применение практически не имеет противопоказаний, возможно использование биологически активных веществ хвойных растений в виде пищевых продуктов, напитков, а также как средства наружного применения. В этой статье вводим понятие использования гидрогелей, обогащенных водными экстрактами хвойных растений для поверхностного применения в лечении раневых процессов.

Ключевые слова: водный экстракт, хвойные растения, антимикробный, фитонцидный, биологически активные вещества, антимикробные свойства, гидрогель

**ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF WATER EXTRACTS
OF CONIFEROUS PLANTS AND POSSIBLE WAYS
OF DELIVERING ELEMENTS OF CONIFEROUS PLANTS TO THE BODY****Bubakhaev V.A., Magomedov A.M., Tatamov A.A., Sherifova E.N.**
*Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Makhachkala, e-mail: rotejungerfuchs@gmail.com*

Leveling the effects of the use of synthetic antimicrobials on the patient's body is becoming an important part of the pharmaceutical market. Hence the idea of the effective use of antimicrobial drugs of plant origin. The fields of application of drugs based on medicinal plant raw materials are limitless: therapy, surgery, cosmetology, etc. In any medical clinic, herbalist, medical treatise of the past, the useful properties of medicinal plants, methods of preparation and application are described in detail. The task of modern science is to rediscover and learn how to use a huge natural arsenal of medicinal plants, for this there are high-tech research methods and new forms of drug delivery to the body. In accordance with the study of this subject, it is clear that the antibacterial properties of coniferous plants have been known to mankind for a long time. Mentions of water infusions from needles are quite common in the works on medical care of various epochs and regions. Modern science turns to natural antibacterial agents as an alternative source of combating numerous infections that do not cause resistance, like synthetic antibiotics. Aqueous solutions of coniferous plants have antibacterial properties, their use has practically no contraindications, it is possible to use biologically active substances of coniferous plants in the form of food, beverages, as well as as means of external use. The possibilities of modern science have increased many times, tablet and liquid forms of medicines are replaced, for example, by "smart" capsules that release medicinal substances in the "right" part of the intestine. The authors suggest that aqueous extracts of coniferous plants can be used in hydrogels for external use as an antibacterial agent. Aqueous solutions of coniferous plants have antibacterial properties, their use has practically no contraindications, it is possible to use biologically active substances of coniferous plants in the form of food, beverages, as well as as means of external use. In this article we introduce the concept of using hydrogels enriched with aqueous extracts of coniferous plants for surface use in the treatment of wound processes.

Keywords: water extract, coniferous plants, antimicrobial, phytoncidal, biologically active substances, antimicrobial properties, hydrogel

Полезное свойство хвойных пород выделять фитонциды делает воздух свободным от болезнетворных микроорганизмов. Именно это свойство лежит в основе многочисленных исследований антимикробной эффективности различных извлечений из хвойных растений.

В современной России вопросы охраны и укрепления здоровья населения стали предметом повышенного внимания государства и общества. «Здоровье нации – важнейшая задача государства, без ее решения невозможно решать другие проблемы», – заявил президент РФ Владимир Путин на совещании о повышении эффективности системы лекарственного обеспечения в РФ еще в ноябре 2018 г., сегодня проблема здоровья и профилактики заболеваний на фоне пандемии COVID-19 и использования всех возможных доступных лекарственных препаратов с антимикробной активностью носит еще более острый характер. Гипотетически рассмотрим инновационный подход в методе доставки антимикробных веществ хвойных растений посредством гидрогеля.

Практическая медицина при инфекциях верхних дыхательных путей назначает антимикробную терапию, однако ее применение вызывает отрицательные последствия. Лекарственные препараты угнетают симбиотическую микрофлору организма, применение антибиотиков приводит к резистентности болезнетворных бактерий, кроме того, возможны побочные действия лечения.

Это вызвало необходимость не столько поиска, сколько выявления в опыте народной медицины наиболее действенных, но более щадящих фармакологических средств. Фитонциды, выделяемые хвойными растениями, являются исходными компонентами для образования биологически активных веществ – иммуностимуляторов. Кроме того, лечебные свойства хвойных природных массивов и насаждений давно и эффективно применяются в санаторно-курортном лечении различных заболеваний дыхательных путей (астма, ХОБЛ), сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата.

Цель работы – основные подходы к исследованию особенностей антимикробной активности водных экстрактов хвойных растений в современной науке; использование инновационных методов доставки водных экстрактов хвойных растений к пораженному органу.

Ретроспективный анализ научной медицинской литературы и сборников нетрадиционной (народной) медицины, энциклопедий лекарственных растений из разных

регионов мира показывает активное и повсеместное использование лекарственных растений в тех или иных формах для лечения многочисленных заболеваний, синдромов и состояний [1].

В частности, отмечается, что препараты с антимикробными свойствами на основе растительного сырья обладают противовоспалительным, противомикробным, кровоостанавливающим, слабительным и мочегонным действиями, способны снижать артериальное давление, расслабляют гладкую мускулатуру, лечат угревую сыпь (акне), применяются для полоскания полости рта в стоматологической практике и при лечении инфекций горла, в виде примочек для лечения гнойных ран и фурункулов и т.д.

Лекарственные растения служат источником получения лекарственного растительного сырья в виде порошков и настоев, экспортируются в другие страны, используются в фармпроизводстве для изготовления препаратов растительного происхождения [2].

И.Д. Кароматов в монографии «Простые лекарственные средства: опыт применения лекарственных средств натурального происхождения в древней, современной народной и научной медицине» (Бухара, 2012 г.), пишет о среднеазиатской народной медицине с ее натуральными, в том числе растительными, препаратами, объясняя механизм их действия с точки зрения современной науки. В этом обширном труде, содержащем более 900 страниц, есть описание хвойного растения – сосны.

Сосновые леса занимают огромные площади в странах бывшего СССР, составляя 19,5% общей площади зоны хвойных лесов Европейской части и Сибири. Сосна широко распространилась благодаря ее способности расти на разных почвах. Встречается сосна в горных лесах Центральной Азии [3].

Изучение антимикробных свойств хвойных растений традиционно в местностях, где широко распространены хвойные природные массивы (табл. 1).

Если посмотреть на общую динамику запасов древесины в лесах по породному составу, то можно заметить преобладание хвойных пород деревьев (рисунок). Хвойные породы деревьев, по данным Рослесхоза за 2018 г. произрастают во всех федеральных округах РФ.

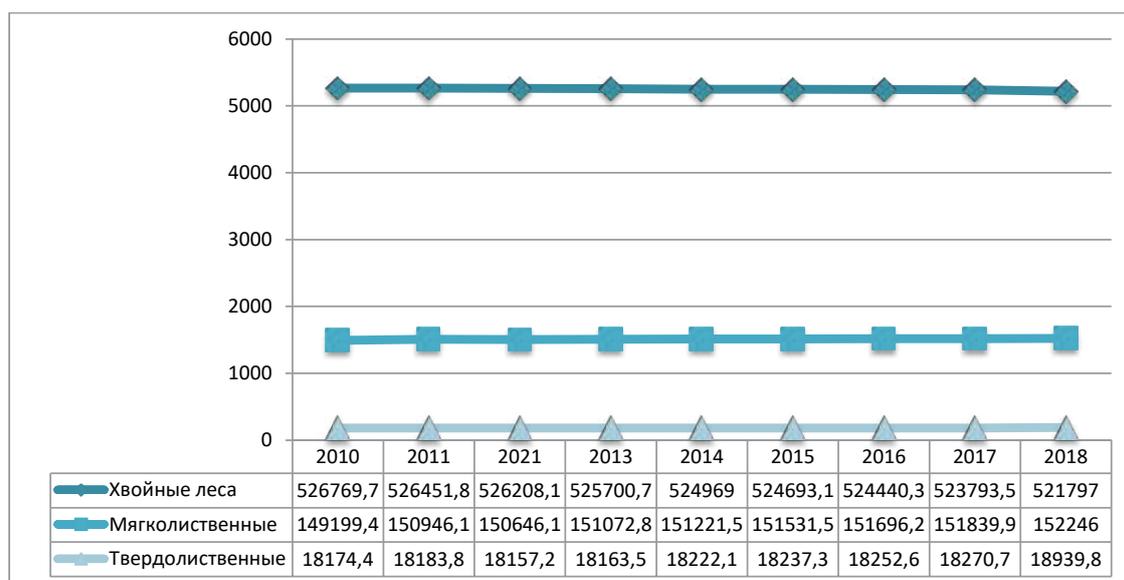
Наименее подвержены истреблению или гибели леса в СКФО (0,239 тыс. га), наибольшая площадь погибших лесов приходится на Красноярский край (69,637 тыс. га), Томскую область (23,736 тыс. га), Иркутскую область (14,323 тыс. га), Республику Саха (Якутия) (10,819 тыс. га) [4, с. 208].

Таблица 1

Динамика площади земель лесного фонда Российской Федерации по преобладающим лесным породам, 2010–2018 гг., тыс. га [4]

| Преобладающие породы | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Хвойные | 526769,7 | 526451,8 | 526208,1 | 525700,7 | 524969,0 | 524693,1 | 524440,3 | 523793,5 | 521797,0 |
| Мягколиственные | 149199,4 | 150946,1 | 150646,1 | 151072,8 | 151221,5 | 151531,5 | 151696,2 | 151839,9 | 152246,0 |
| Твердолиственные | 18174,4 | 18183,8 | 18157,2 | 18163,5 | 18222,1 | 18237,3 | 18252,6 | 18270,7 | 18939,8 |

Источник: данные Рослесхоза.



Породный состав леса в РФ, 2010–2018 гг., тыс. га [4]

Суммарный объем заготовки древесины в РФ в 2018 г. составил 238,6 млн м³, что на 12,3% выше по сравнению с 2010–2017 гг. [4, с. 209]. Компании, занимающиеся лесозаготовками, сосредоточены в Сибирском федеральном округе. Добыча промышленных пород деревьев в этом регионе высокоразвита. Промышленную ценность имеют стволы деревьев, а зеленая хвойная масса является отходом. Перед специалистами встала задача безотходной заготовки леса и использования зеленой массы в сельском хозяйстве.

Ученые в Красноярском крае провели масштабные исследования для изучения элементного состава хвойных растений Сибирского региона [5]. Из хвойных растений в РФ наиболее распространена сосна обыкновенная. Сосна способна аккумулировать в свой состав из внешней среды различные химические элементы. Их различие зависит от качества почвы и близости к промышленным центрам. Сосновая хвоя богата

каротиноидами, природными фенольными соединениями, карбоновыми кислотами, полипренолами, жирными кислотами и их производными [5].

Методом экстрадирования хвойной зеленой массы сосны при различных температурных режимах и времени эксперимента были получены водные растворы с приятным вкусом без горечи. В табл. 2 представлен элементный состав экстракта сосновой хвои [5], полученный методом экстрадирования.

Важным моментом данного исследования является возможность переработки хвойной массы в полноценный продукт или биологически активную добавку с высоким содержанием легко усваиваемого магния, калия, кальция, марганца, железа, цинка и меди.

Второй момент данного исследования – это антибактериальные свойства сосновой хвои как естественный источник оздоровления или профилактики заболеваний различного генеза.

Таблица 2

Элементный состав экстрактов сосновой хвои [5]

| Элемент | Единицы измерения | Образец | |
|-----------------------------|-------------------|-----------|--------------|
| | | а | б |
| макроэлементы | | | |
| Na | мг/л | 4,7±0,2 | 9,1±2,1 |
| Mg | мг/л | 5,2±0,1 | 54,7±3,9 |
| Si | мг/л | 3,5±0,7 | 9,8±1,3 |
| P | мг/л | 2,5±0,4 | 46,5±7,2 |
| S | мг/л | 9,7±2,3 | 30,5±3,0 |
| Cl | мг/л | 10,6±3,0 | 68,5±5,3 |
| K | мг/л | 29,0±0,8 | 378,6±21,0 |
| Ca | мг/л | 10,7±1,7 | 54,6±5,6 |
| эссенциальные микроэлементы | | | |
| Cr | мкг/л | 8,4±1,0 | 8,1±0,9 |
| Mn | мкг/л | 133,7±1,6 | 3118,0±211,1 |
| Fe | мкг/л | 66,1±4,9 | 428,2±25,2 |
| Co | мкг/л | 0,7±0,4 | 6,8±0,9 |
| Ni | мкг/л | 9,5±0,4 | 225,6±7,8 |
| Cu | мкг/л | 14,5±2,3 | 136,2±15,0 |
| Zn | мкг/л | 138,6±5,2 | 2262,0±70,0 |
| Mo | мкг/л | 5,0±0,9 | 12,4±1,7 |
| I | мкг/л | 6,3±1,3 | 19,8±3,0 |
| токсичные микроэлементы | | | |
| Pb | мкг/л | 0,3±0,1 | 6,2±1,5 |
| As | мкг/л | < 6,3 | 10,0±1,9 |
| Hg | нг/л | < 175,0 | < 175,0 |
| Cd | мкг/л | < 2,0 | < 2,0 |
| Tl | нг/л | 58,2±13,0 | 550,0±51,5 |
| Bi | нг/л | < 42,3 | 220,2±13,7 |

Авторы данного исследования отмечают, что отходы переработки лесного сырья представляют собой ценный источник макро- и микроэлементов, перспективный для производства биологически активных добавок [5].

Научная литература, посвященная исследованиям антибактериальных свойств растений, в том числе хвойных, использует наглядный лабораторный опыт посева микроорганизмов, грибов, бактерий в питательную среду (чашка Петри с агар-агаром), наблюдение за контрольным «чистым» образцом и образцом с водным экстрактом хвойных растений. На первом этапе идет визуальный подсчет площади заражения образцов с помощью микроскопов, далее следует детальный анализ антибактериальных свойств хвойных растений и их влияние на различные культуры.

Микроорганизмы, такие как вирусы, бактерии, паразиты или грибы, играют жизненно важную роль в заживлении ран, влияя на риск заражения, время заживления, время восстановления пациента и затраты на медицинское обслуживание. Чрезмерное использование антибиотиков вызывает резистентность микроорганизмов к противомикробным препаратам и становится серьезной проблемой в сфере оказания эффективной помощи пациенту. Отсюда вырастает задача разработки новых противомикробных средств – потенциальных заменителей синтетических антибиотиков. И если с настойками и пилюлями для приема внутрь все понятно, то наружное применение в виде примочек и повязок вызывает нездоровый скепсис пациентов и врачей, усложняя процедурные мероприятия.

Внимание авторов статьи привлекла технология изготовления гидрогелей, которые широко стали применяться в биомедицине. Гидрогель – понятие не новое, упоминание о гидрогеле из неорганических солей можно встретить в литературе 1894 г. Гидрогели успешно применяются в изготовлении контактных линз и искусственных кровеносных сосудов. Гидрогель – это заполненная водой трехмерная (3D) сетка, на которую можно «вешать» молекулы различных биологически активных или химических веществ, высвобождая их по мере необходимости.

Основные свойства гидрогелей в медицинской практике – их инертность к здоровым тканям. Гидрогели успешно используют в косметологии, при изготовлении эндопротезов молочной железы, изготавливают «умные» капсулы в фармакологии, лечат гидрогелевыми повязками раны различного генеза.

Гидрогели, как контактное раневое покрытие, бывают разных форм: аморфные (практически на 100% состоят из воды, принимают форму раны), полужидкие и сухие. Все они имеют возможность поглощать или выделять влагу.

Лечение и профилактика гнойных ран до сих пор актуальны для хирургии: внутривенное (традиционное) введение антибиотиков наносит системный вред организму. Хирурги используют гидрогелевые повязки с замедленным высвобождением антимикробных агентов. Гидрогелевые жидкие повязки с антибактериальными свойствами хорошо зарекомендовали себя при лечении обширных инфекционных ран: быстрое уменьшение местных признаков инфекции, снижение количества раневого отделяемого, появление грануляции и эпителизации раньше ожидаемых сроков [6].

Одним из основных применений полимерного гидрогеля является доставка лекарств, где гидрогелевые сети могут использоваться в качестве системы контролируемого процесса изоляции очага инфекции от здоровых тканей с целенаправленным воздействием на микроорганизмы. Следовательно, антимикробные агенты, включая антибиотики, наночастицы и соединения металлов, а также другие органические соединения, например, хвойные экстракты, также могут быть включены в гидрогелевые сетки, которые действуют как матрицы для создания многокомпонентных гидрогелей с антимикробной активностью.

Гидрогели на основе хитозана (катионного полисахарида) нетоксичны, биосовместимы и биоразлагаемы. Хитозан обладает противомикробными свойствами и самостоятельно разрушает эластическую моле-

кулярную структуру бактерий. Молекулы хитозана легко участвуют в процессах организации поперечно связанных молекул, такими же свойствами обладает гиалурон. В качестве основы для гидрогелевой повязки гипотетически возможно использование пептидов, стимулирующих регенерацию тканей и присоединение к ним на молекулярном уровне антибактериальных элементов хвойных растений.

Авторы статьи предполагают, что в гидрогелях возможно использование антибактериальных свойств водных экстрактов хвойных растений для изготовления антисептических повязок как альтернативы повязок с антибиотиком синтетического происхождения. Гипотетически раневые повязки из гидрогелей с молекулами хвойных растений могут применяться как средства скорой помощи в быту при ожогах, ссадинах и порезах. Возможно изготовление пластырей по аналогии с пластырями, содержащими коллоидное серебро.

Фитонциды – антибиотики природного происхождения, имеющие способность подавлять рост и развитие микроскопических грибов, спор, простейших микроорганизмов, убивают их и выводят из организма. Механизм воздействия носит исключительно природный (естественный) характер.

Заключение

Согласно изученной научной литературе последнего периода ясно, что антибактериальные свойства хвойных растений известны человечеству очень давно. Упоминания о водных экстрактах хвойных растений находятся во многих трактатах оказания врачебной помощи различных эпох и регионов. Современная наука обращается к природным антибактериальным средствам, как к альтернативному источнику борьбы с многочисленными инфекциями, которые не вызывают резистентность, как антибиотики синтетического происхождения.

Многочисленные исследования, от самых примитивных, которые можно проводить в необорудованных лабораториях, до масштабных, показывают исключительные свойства хвойных растений и их перспективность с точки зрения фармацевтической, пищевой и сельскохозяйственной промышленности.

Водные растворы хвойных растений обладают антибактериальными свойствами, их применение практически не имеет противопоказаний, возможно использование биологически активных веществ хвойных растений в виде пищевых продуктов, напитков, а также как средства наружного применения.

Список литературы

1. Курс лекций «Лекарственные растения» для студентов университета медицинского факультета, специальность «Лечебное дело», 2 курс / сост.: Эржапова Р.С., Эржапова Э.С. Грозный: Чеченский государственный университет, 2010. 168 с.

2. Лекарственные растения: учебно-методическое пособие / сост. Идрисова Г.И. Институт фундаментальной медицины и биологии. Казань: Изд-во Казанского федерального университета, 2014. 61 с.

3. Кароматов И.Д. Простые лекарственные средства: опыт применения лекарственных средств натурального происхождения в древней, современной народной и научной

медицине / Отв. ред. Абдулхаков И.У. Бухара: «Дурдона», 2012. 912 с.

4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с.

5. Иванова О.В., Любимова Ю.Г., Терещенко В.А., Иванов Е.А. Изучение элементного состава водных экстрактов хвойных растений Сибири // Химия растительного сырья. 2021. № 3. С. 181–190. DOI 10.14258/JCPRM.2021038714.

6. Афиногенов Г.Е., Афиногенова А.Г., Мадай Д.Ю., Крылов К.М., Крылов П.К., Биктиниров Е.Е., Мадай О.Д. Современный антисептический гидрогель в лечении инфекционных осложнений РАН в хирургии // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2016. Т. 175. № 3. С. 26–31.