

УДК 581.192:582.475.2:615.322

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА ПИХТЫ СИБИРСКОЙ (*ABIES SIBIRICA* L.)

© *В.Н. Буркова, В.П. Сергун, А.А. Иванов**

ООО «Биолиит», Академический пр., 4/3, Томск, 634055 (Россия),
e-mail: infobiolit@yandex.ru

В обзоре обобщены сведения литературы и приведены данные, полученные авторами, по химическому составу, антиоксидантной и фармакологической активности водного экстракта пихты сибирской (*Abies sibirica* L.). Пихта широко используется в народной медицине в качестве общеукрепляющего, противовоспалительного, бактерицидного, противогрибкового средства. Одним из перспективных в плане изучения и использования в качестве растительного лекарственного средства является водный экстракт пихты сибирской, получаемый путем водно-паровой дистилляции пихтовых лап. На его основе создан ряд препаратов, обладающих широким спектром фармакологического действия. В обзоре приведены результаты изучения химического состава водного экстракта пихты сибирской, которые демонстрируют сложность и многокомпонентность его состава. Основными биологически активными веществами водного экстракта пихты являются мальтол, антоцианины, терпеновые, дубильные и другие соединения. Авторами установлено, что концентрирование водного экстракта пихты сибирской приводит к увеличению в его составе дубильных веществ и повышению антиоксидантной активности экстракта. Анализ литературных данных и результатов, полученных авторами, по изучению фармакологической активности показывает, что водный экстракт пихты сибирской обладает адаптогенным, антигипоксическим, противовоспалительным, антимикробным, противолучевым, антиоксидантным, иммуномодулирующим эффектом. Приведенная в обзоре информация демонстрирует, что водный экстракт пихты сибирской, благодаря доступности сырья, положительному опыту применения в терапии и профилактике широкого ряда заболеваний является перспективным для его дальнейшего изучения и создания на его основе новых эффективных лекарственных, парафармацевтических средств и других видов продукции.

Ключевые слова: *Abies sibirica*, водный экстракт пихты сибирской, химический состав, биологически активные вещества, антиоксидантная активность, фармакологическая активность.

Введение

Хвойные деревья занимают особое место среди лекарственных растений. Они многократно превосходят другие виды по качественному составу и количественному содержанию природных биологически активных веществ (БАВ) [1–3]. Отдельного внимания среди хвойных заслуживает пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.).

Пихта (*Abies*) – род хвойных растений семейства сосновые (*Pinaceae*) – основные лесообразователи бореальной (северной лесной) зоны [4].

На сегодняшний день в роде *Abies* выделено 56 видов, из них в России естественно произрастает около 9 видов, самый распространенный из которых – пихта сибирская (*A. sibirica*) [5, 6].

Пихта сибирская – хвойное вечнозеленое дерево, высотой до 30 м и продолжительностью жизни до 200 лет. Ее можно отличить от других сосновых по узкопирамидальной форме кроны, созданной мутовчатым ветвлением, по гладкой темно-серой коре с утолщениями, заполненными живицей, вертикально торчащим верху шишкам, длинной и узкой хвоей.

Буркова Валентина Николаевна – доктор химических наук, академик РАЕН, директор по науке и инновациям, e-mail: info@biolit.info

Сергун Валерий Петрович – кандидат химических наук, директор, e-mail: info@biolit.info

Иванов Александр Анатольевич – кандидат химических наук, руководитель отдела научных разработок, e-mail: infobiolit@yandex.ru

A. sibirica имеет большую зону распространения, включая северо-восток Европейской части России, Урал и большую часть Сибирской лесной зоны [6]. Она является одним из основных лесообразующих пород темнохвойной тайги, но вид редко растет один, обычно пихта произрастает в

* Автор, с которым следует вести переписку.

смешанных насаждениях с другими хвойными породами (ель, сосна). Чаще всего пихта растет на равнинах к югу от зоны вечной мерзлоты. Кроме того, *A. sibirica* также присутствует в горах, образуя значительную часть горных лесов в Южной Сибири [7].

Применение пихты в лечебной практике насчитывает не одну сотню лет. Еще в глубокой древности в поисках средств лечения различных болезней люди обнаружили, что пихта обладает целебными свойствами. В книге «Атлас истории медицины» Т.С. Сорокиной [8] отмечено, что шумеры и коренные жители Сибири использовали для лечения больных пихтовые иглы и ветки в качестве компрессов и лечебных, общеукрепляющих ванн.

Гиппократ применял эфирное масло пихты и настой из нее в качестве средства лечения ран и внутренних болезней, а в древнерусской народной медицине эффективным противогрибковым и противостудным средством считался отвар из молодых игл и почек пихты, в связи с чем хвоя служила предметом экспорта [9, 10].

В 1829 году штабс-лекарь М.И. Малиновский сделал следующее заключение: «Первый опыт был сделан над больным, страдавшим несколько лет мокротной чахоткой. Больной сей от употребления в течение 2-х месяцев отвара из пихтового дерева совершенно выздоровел. Сверх сих болезней пихтовое дерево целебно действовало при застарелых язвах, хроническом поносе, судорожном кашле, золотухе. Пихтовое дерево имеет противогрибковую, мочегонительную, очищающую, крепительную силу. Приготовленные лекарства были испытаны над больными в Тамбовской губернии, Калипкинской больнице и военно-сухопутном госпитале».

Бактерицидное действие препаратов из пихты на споры бацилл сибирской язвы в 1884 году установил известный немецкий врач и микробиолог Роберт Кох.

Основоположник учения о фитонцидах, ученый-биолог В.П. Токин восторженно отзывался о пихте как о кладезе драгоценнейших веществ с уникальными целебными свойствами.

В 1961 году вышла в свет монография заведующего кафедрой патологической физиологии Владивостокского медицинского института Ш.И. Паволоцкого под названием «Экспериментально-клиническое исследование фитонцидных препаратов пихты» [11]. В данной работе автор отметил положительные результаты применения препаратов пихты при желудочно-кишечных расстройствах, тяжелых трофических язвах, желтухе и других заболеваниях.

Анализ научных работ по исследованию лечебных свойств пихты подтверждает эффективность применения препаратов пихты для лечения и профилактики многих заболеваний, среди которых – туберкулез, бронхиальная астма, стенокардия, желчекаменная болезнь, лейкопения, заболевания почек, пародонтоз, ожоги, кожные заболевания и многие другие [10–14].

Химический состав растения чрезвычайно разнообразен. Хвоя пихты сибирской содержит эфирное масло, основными компонентами которого являются борнилацетат (30–60%), борнеол, α - и β -пинен, камфен, сантен, бисаболон, пентен, сантен и др. [3, 15–17]. В свежей пихтовой хвое содержится до 0.32% аскорбиновой кислоты. Богата хвоя также флавоноидами, хлорофиллом, каротиноидами, фитонцидами, макро- и микроэлементами.

Пихта сибирская – уникальное сырье для извлечения ценных природных соединений. Ее экстрактивные вещества обладают широким спектром биологической активности. Это дает возможность использовать пихту в производстве лекарственных и парфюмерно-косметических препаратов, пищевых и кормовых добавок, регуляторов роста растений и др. [16–19].

Перспективы использования древесной зелени пихты сибирской привлекают все большее внимание. В первую очередь это связано с тем, что входящие в его состав компоненты относятся к соединениям, которые наиболее активно участвуют в метаболизме растительного организма, чем углеводно-лигнинный комплекс древесины. Принимая во внимание доступность и дешевизну данного сырья, которое можно перерабатывать в свежем виде в течение всего года, следует отметить широкие возможности для дальнейшего исследования древесной пихтовой зелени и для использования содержащихся в ней соединений [20].

Пихтовое эфирное масло является наиболее известным и изученным комплексом пихты сибирской. Количественное содержание масла в хвое пихты сибирской значительно выше, чем в хвое других хвойных растений [16, 17], его выход в случае пихты сибирской составляет до 3.8%, в то время как у сосны сибирской – до 1.5%, а у сосны сибирской кедровой – до 1%.

Пихтовое масло является основным видом товарной продукции, получаемой из древесной зелени – «пихтовой лапки» [21, 22]. Как и другие эфирные масла, оно содержится в растении в том состоянии, в котором его получают в производстве.

Другой вид перспективной продукции, получаемой из пихтовой лапки, – препараты на основе водного экстракта пихты сибирской.

Водный экстракт пихты сибирской представляет собой водную фракцию парового дистиллята пихтовых лап. В публикациях о пихте и способах ее переработки наиболее часто встречается другое название водного экстракта пихтовых лап – флорентинная вода, которая отгоняется вместе с пихтовым маслом [23–27].

В России в настоящее время нет единых правил заготовок пихтовой лапки для получения пихтового масла и водного экстракта пихты. Преобладающее количество пихтовой лапки заготавливается с живых растущих деревьев и значительно меньшая часть – с деревьев, срубленных во время лесозаготовок [26, 28]. Пихтовую лапку можно собирать на протяжении всего года, но следует учесть, что в зимний период вследствие низких температур определенное количество хвои опадает во время заготовки.

В настоящее время на рынке представлен целый ряд продукции на основе водного экстракта пихты сибирской, но наиболее широко известны и применяются в лечебной практике следующие препараты.

Под руководством доктора биологических наук Н.Я. Костеши в 1990 г. в НИИ биологии и биофизики Томского государственного университета разработан препарат «Абисиб» (водный экстракт хвои пихты сибирской), который обладает выраженными противовоспалительными, регенерирующими, антиканцерогенными, антимикробными, гепатопротекторными свойствами [15, 29, 30].

В ООО «Биолит» (г. Томск) разработан и запатентован способ получения концентрированного высокоочищенного водного экстракта пихты сибирской, усиливающего резистентность организма, с повышенным содержанием БАВ и стабильном при длительном хранении [31]. Уже более четверти века компания выпускает «Экстракт пихты сибирской Флорента» в качестве биологически активной добавки (БАД) к пище – дополнительного источника полифенолов и микроэлементов, оказывающей общеукрепляющее, антиоксидантное и адаптогенное действие [32, 33].

Анализ публикаций по теме изучения водного экстракта пихты сибирской показал, что интерес к данному виду продукции из пихты сибирской возник в начале 90-х годов XX века. По большей части, в научной литературе публикации имеют прикладной характер, а химический состав представлен разрозненно и фрагментарно.

Цель работы – обобщение и систематизирование литературных сведений и новых данных, полученных авторами, о химическом составе, фармакологической активности и практическом применении водного экстракта пихты сибирской.

Химический состав водного экстракта пихты сибирской

Анализ данных литературы о химическом составе водного экстракта пихты сибирской свидетельствует о его сложном химическом составе, включающем биологически активные компоненты, большинство из которых относится к терпеноидам (до 1.5 мг/см³), с небольшими примесями минеральных и органических веществ [23, 26, 29, 34–37].

В состав водного экстракта пихты сибирской входят: α , β -пинены, камфен, фелландрен, циненол, цитраль, хамазулен, борнилацетат, каротиноиды, витамин С и др., а также неорганические ионы и микроэлементы [23].

Главными представителями каротиноидов являются α -, β -каротиноиды (C₄₀H₅₆) и содержание их в водном экстракте пихты меняется в широких пределах и зависит от ряда факторов: сырья, температуры перегонки и др., и составляет 0.40–2.20 мг/дм³ [38].

В работе [29] изучено содержание витаминов С, Е и В₂, железа, цинка и магния, фитонцидов.

Содержание экстрактивных веществ в водном экстракте пихты, получаемой в производстве пихтового масла, составляет ~0.2 г/л, при этом основными компонентами являются борнеол и борнилацетат [36, 37]. Приведенная количественная оценка является усредненной для всего объема водного экстракта пихты и не отражает влияния на состав экстрактивных веществ в водно-паровом дистилляте пихтовых лап динамики состава пихтового масла по ходу его отгонки и ряда других факторов (сезонные и суточные колебания вырабатываемого деревьями количества пихтового масла; возрастная изменчивость; природно-климатические условия произрастания и другие). Так, динамика весовых количеств пихтового масла и его химического

состава следующая: с одним процентом водного экстракта (первая порция) отгоняется до 20% всего количества пихтового масла, а с последней 1/3 частью от всего объема водного экстракта пихты – лишь 5% масла. Первые фракции пихтового масла обогащены монотерпеновыми углеводородами, заключительные – борнеолом, борнилацетатом и сесквитерпеновыми соединениями. Такие изменения количественного и качественного состава пихтового масла не могут не отразиться на составе экстрактивных веществ в последовательно получаемых порциях водного экстракта пихты. Однако детальных сведений об экстрактивных веществах пихтового водного экстракта, в том числе о зависимости его состава от продолжительности гидродистилляции, в литературе не обнаружено.

Авторами работы [29] во флорентинной воде обнаружены в заметных количествах и идентифицированы только соединения, являющиеся компонентами пихтового масла, т.е. химический состав летучих с паром соединений пихты не зависит от способа их извлечения из сырья – гидродистилляции нативной хвои, углекислотной экстракцией или экстракции ее эфиром с последующей гидродистилляцией экстракта.

Российскими учеными Томского государственного университета методом газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ-МС) изучен компонентный состав водного экстракта пихты сибирской – водного дистиллята, образующегося при перегонке с водяным паром пихтовых лап [34]. В результате исследований показано, что основными компонентами водного экстракта пихты являются кислородсодержащие производные монотерпенов. Среди идентифицированных соединений большую часть составляют спирты (борнеол, α -терпинеол, α -бисаболол), сложные эфиры (борнилацетат) и кетоны (табл. 1).

Ранее авторами исследован концентрированный водный экстракт пихты сибирской на содержание полифенольных соединений и основных микроэлементов как основных активных компонентов [39, 40]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что экстракт пихты может служить источником растительных полифенольных соединений, в частности, флавоноида – дигидрокверцетина и микроэлементов: железа, меди (табл. 2). Данные показатели наиболее полно характеризуют биологическую активность водного экстракта пихты сибирской.

Таблица 1. Соединения, идентифицированные в водно-паровом дистилляте пихтовых лап [34]

№	Наименование	% от суммы площадей всех пиков
1	Камфора	0.005
2	экзо-Метилкамфенилол	0.76
3	Борнеол	31.07
4	α -Терпинеол	24.70
5	о-Иопропилфенол	0.22
6	Цитраль	0.04
7	Пиперитон	0.35
8	Борнилацетат	20.88
9	5-метил-2-изопилфенол	0.005
10	Кар-3-ен-2-он (4,7,7-триметилбицикло[4.1.0]гептен-3-он-2)	1.25
11	2-метокси-4-метилкумол	0.006
12	Бицикло[3.3.1]нонан-3-он	0.28
13	Гераневая кислота (3,7-диметил-2,6-октадиеновая)	0.36
14	Массоилактон	0.19
15	Мегастигматриенон	1.23
16	Лонгиборнеол	1.42
17	1-(2,3,6-триметилфенил)-3-бутен-2-он	0.22
18	Селина-6-Ен-4-Ол	0.36
19	Мегастигматриенон 2	0.21
20	Этиловый Эфир 4-Этоксibenзойной Кислоты	0.005
21	2,2,6,7-тетраметилбицикло[4.3.0]нонанол-1	0.007
22	Цедрол	0.005
23	α -бисабололоксид	0.48
24	α -бисаболол	6.60
25	Маноил-оксид	0.01
	Всего идентифицировано	91.2

Таблица 2. Содержание основных биологически активных веществ в концентрированном водном экстракте пихты сибирской, полученном в ООО «Биолит»

Показатель	Содержание в образце
Сумма полифенолов в расчете на галловую кислоту, мг/100 г	20.0
Дигидрокверцетин, мг/100 мл	8.5
Дубильные вещества в пересчете на танин, мг/100 мл	13.5
Витамин С, мг/л	10.0
Медь, мг/кг	4.1
Цинк, мг/кг	0.33
Железо, мг/кг	205.8
Марганец, мг/кг	0.83
Селен, мкг/л	28.0

С помощью хроматоспектрофотометрических методов анализа авторами изучен качественный состав концентрированного водного экстракта пихты сибирской [39, 40].

Результаты ИК-спектроскопии концентрированного водного экстракта пихты сибирской указывают на широкий набор функциональных групп и связей в его структуре (рис. 1). При анализе ИК-спектра исследуемого экстракта видны основные характеристические частоты, связанные с присутствием карбоновых кислот ($1710, 1230, 850 \text{ см}^{-1}$) и терпеновых соединений ($1270, 1020 \text{ см}^{-1}$) [41].

Широкая интенсивная полоса 3400 см^{-1} характеризует валентные колебания гидроксильных ОН-групп, вовлеченных в водородную связь (рис. 1) [42]. Поглощение в области 2900 см^{-1} связано с асимметричными и симметричными колебаниями метильных и метиленовых групп, в области 1710 см^{-1} – валентных колебаний карбоновых кислот. К скелетным колебаниям ароматического кольца относят полосу 1590 см^{-1} , к ножничным колебаниям метиленовых групп, находящихся рядом с карбонильной группой – полосу 1430 см^{-1} . Полосы $1270\text{--}1205 \text{ см}^{-1}$ обусловлены валентными колебаниями кольца и С–О-связей. Полосы $1040\text{--}1020 \text{ см}^{-1}$ соотносят с валентными колебаниями С–О-связи в спиртовых группировках в различных конформациях. В области $900\text{--}750 \text{ см}^{-1}$ наблюдаются внеплоскостные деформационные колебания С–Н-связей ароматического кольца различной степени и характера замещения [43].

УФ-спектроскопия исследуемого концентрированного водного экстракта пихты сибирской подтверждает присутствие в нем соединений фенольной природы [44, 45]. Характерные максимумы поглощения в УФ-спектре отмечены при 215 и 275 нм (рис. 2). Пик поглощения при 275 нм свидетельствует о присутствии дубильных веществ в водном растворе экстракта пихты (танинов) [46].

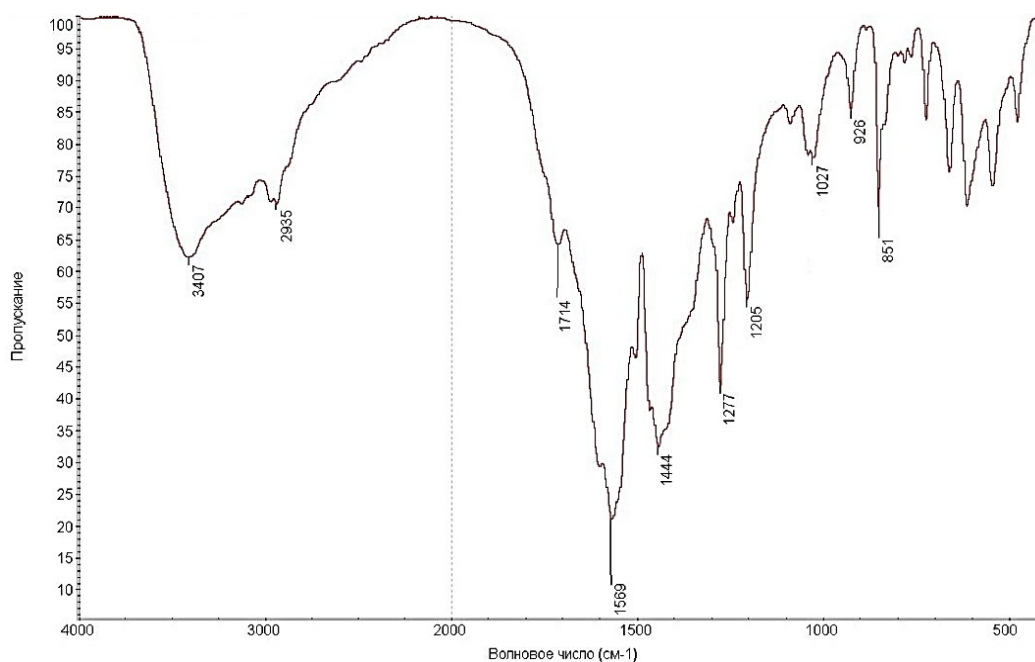


Рис. 1. ИК-спектр концентрированного водного экстракта пихты сибирской, полученного в ООО «Биолит»

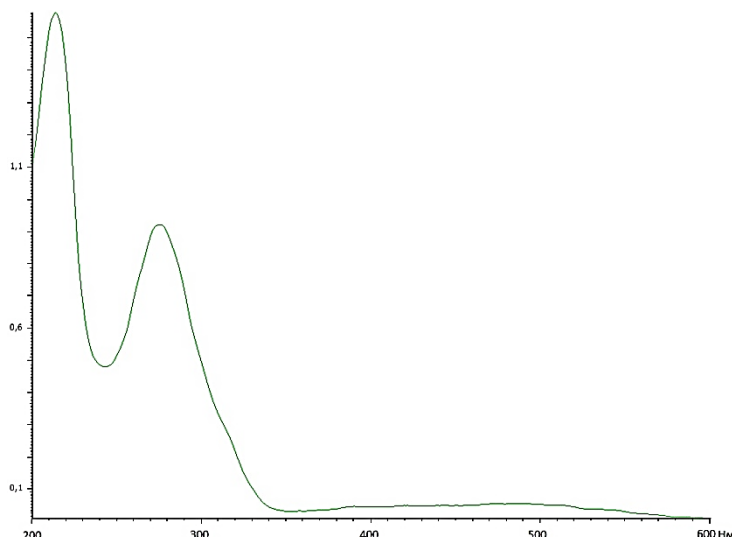


Рис. 2. УФ-спектр концентрированного водного экстракта пихты сибирской, полученного в ООО «Биолит»

Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с определением УФ-поглощающих веществ в концентрированном водном экстракте пихты сибирской был идентифицирован мальтол (3-гидрокси-2-метил-4-пирон), причем в достаточно высоком количестве (рис. 3) [39, 40].

Мальтол заслуживает особого внимания среди экстрактивных веществ хвои пихты сибирской. Его содержание в хвое в зависимости от сезона составляет от 1 до 2% (от массы сухой хвои) [47]. Мальтол применяется в качестве ароматизатора и антиоксиданта в пищевой (для уничтожения горечи, улучшения вкуса и запаха пищевых продуктов) и косметической промышленности, входит в состав лекарственных средств, БАДов и иных оздоровительных средств (для терапии и профилактики ожирения, диабета, кожных заболеваний, замедления процессов старения и др.), обладает бактерицидными и противомикробными свойствами, являясь при этом малотоксичным веществом, которое легко метаболизируется в организме [47, 48].

Исследования в области получения и изучения мальтола проведены в Иркутском институте химии им. А.Е. Фаворского СО РАН [47, 48]. Из водного экстракта пихты сибирской выделен мальтол, его содержание в экстракте составляло 1.24 г/л или $18.2 \pm 0.1\%$ от массы экстрактивных веществ. Предложен способ выделения высокочистого мальтола из хвои пихты сибирской, заключающийся в обработке хвои CO_2 под давлением и последующей двукратной экстракции водой при 90°C , который позволяет увеличить выход продукта в 1.5 раза по сравнению с известными методами [49].

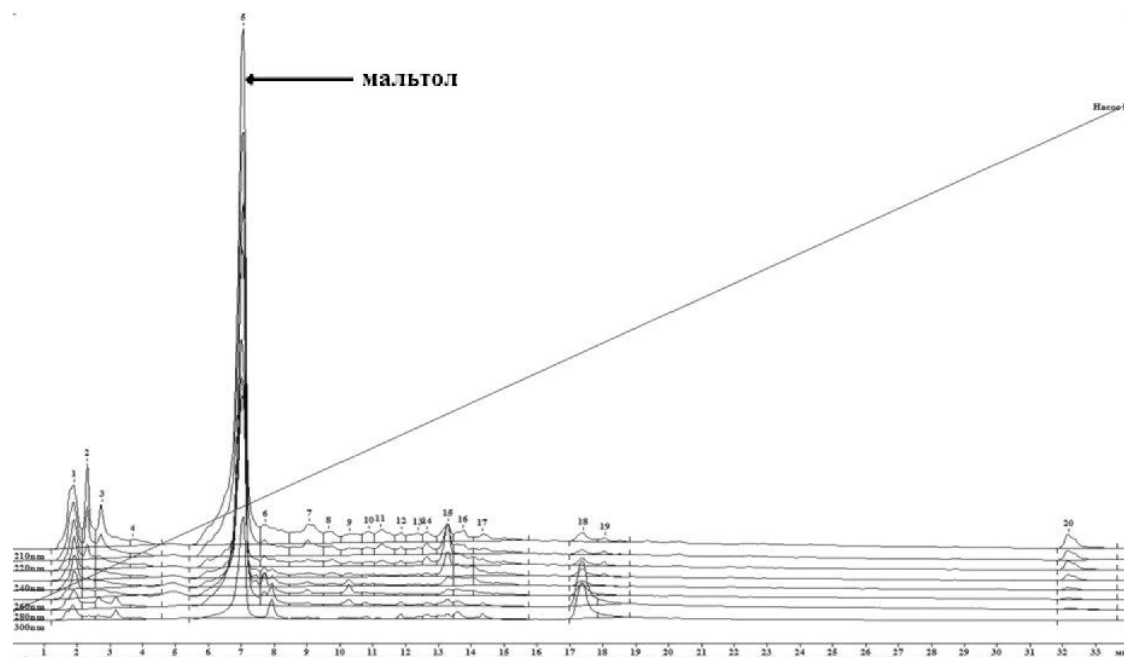


Рис. 3. Хроматограмма концентрированного водного экстракта пихты сибирской, полученного в ООО «Биолит»

Мальтол является перспективным хелатирующим агентом для получения комплексных соединений с ионами различных металлов. Синтезированы нейтральные трис-(3-гидрокси-2-метил-4-пиронато)железо(III) и бис(3-гидрокси-2-метил-4-пиронато) комплексы меди(II), кобальта(II), никеля(II), цинка(II) [48]. Данные соединения были получены взаимодействием соответствующих неорганических солей металлов с мальтолом в водной среде и среде вода-этанол. Получены новые хелаты 3-гидрокси-2-метил-4-пирона с ионами висмута(III) и цинка(II), которые представляют фармакологический интерес и могут быть использованы для лечения ряда патологических состояний [50, 51].

Изучение влияние мальтола на Fe^{2+} -индуцированное свободнорадикальное окисление мембран липосом показало, что мальтол обладает антиоксидантной активностью, обусловленной как его антирадикальными (включающимися в перехвате RO_2), так и хелатирующими свойствами [47, 49–51].

На сегодняшний день на рынке существует ряд лекарственных препаратов на основе мальтола, один из них – «Мальтофер», выпускаемый немецко-швейцарской компанией «Vifor» и представляющий собой полимальтозный комплекс гидроокиси железа (III) для профилактики и лечения дефицита железа.

Антиоксидантная активность водного экстракта пихты сибирской

Водная фаза дистиллята перегонки пихтовых лап представляет собой гомогенную жидкость бледно-малинового цвета. Авторы работы [34] считают, что ее окраска, по-видимому, обусловлена наличием антоциановых соединений.

При перегонке с водяным паром антоцианы оказываются в составе водной фазы парового дистиллята. Эти соединения в природе чаще всего встречаются в виде гликозидов и анализ их органической фазы после кислотного гидролиза методом газожидкостной хроматографии или ГХ-МС затруднен вследствие недостаточной летучести в отсутствие паров воды.

Благодаря химической структуре, в частности, наличию фенольных гидроксиллов, антоцианы обладают значительными антиоксидантными свойствами. В таблице 3 приведены значения антиоксидантной активности (АОА) при нейтральных и щелочных значениях среды водной фазы парового дистиллята пихтовых лап в сравнении с раствором гидрохинона – свежего и послечастичного окисления воздухом при хранении в течение нескольких дней. Результаты анализа АОА водно-парового дистиллята пихтовых лап показали, что искусственно увеличенное значение рН существенно повышает его антиоксидантное действие [34, 52]. Предполагается, что именно многоатомные фенольные соединения – антоцианы вносят основной вклад в такое поведение и связано это с передачей гидрид-иона.

Согласно литературным данным [53–55], к природным антиоксидантам, способным эффективно ингибировать процессы свободнорадикального окисления в живых организмах, относятся и дубильные вещества.

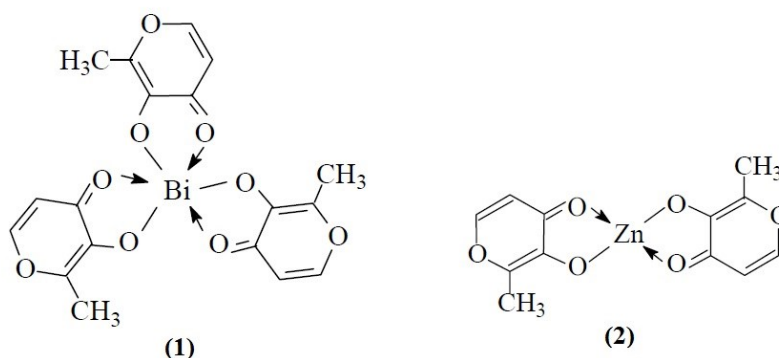


Рис. 4. Мальтолаты висмута(III) (1) и цинка(II) (2) [50]

Таблица 3. Антиоксидантная активность водной фазы парового дистиллята пихтовых лап, а также раствора гидрохинона в нейтральной и щелочной средах [37]

Образец	АОА		Ед. измерения АОА
	pH~7.0	pH~10.5	
Водная фаза парового дистиллята пихтовых лап	60±8 (pH=4.0)	125±17	мг ⁻¹
Гидрохинон	682±82	929±120	мг ⁻¹

Дубильные вещества (танины, танниды) – группа сложных по структуре природных полифенолов [56]. Состав дубильных веществ, а также их содержание в растениях зависят от множества факторов: почвенные, климатические и генетические условия, возраст и фаза развития растений, высотный фактор, время сбора, способ заготовки и переработки и т.п. [57].

Проявление вяжущих свойств дубильными веществами долгое время считалось их основным фармакологическим действием. Исследования последнего времени доказали наличие у дубильных веществ антиоксидантной, капилляропротекторной, противоопухолевой и других видов активности, которые зависят от структурных молекулярных особенностей дубильных веществ [56].

С помощью вольтамперометрического метода катодного восстановления кислорода [58] авторами изучена АОА водных экстрактов пихты сибирской и определено количественное содержание в них дубильных веществ [39, 40]. Установлено, что водные экстракты пихты сибирской обладают высокой АОА и содержат значительное количество дубильных веществ (табл. 4). После концентрирования водного экстракта пихты сибирской содержание дубильных веществ в нем увеличилось в 5 раз (табл. 4), также возросла АОА экстракта – в 1.7 раза. Это может быть связано с частичной потерей гидроксильных групп в составе дубильных веществ во время концентрирования [59].

Исследованные экстракты пихты представляют собой сложную многокомпонентную систему, в которой, помимо дубильных веществ, присутствуют и другие фенольные соединения различной природы, способные влиять на эффективную величину АОА водных экстрактов пихты сибирской. Вместе с тем представленные данные, полученные авторами и другими исследователями, показывают, что количественное содержание дубильных веществ способно существенно влиять на общую АОА экстрактов пихты сибирской [60, 61].

Фармакологическая активность водного экстракта пихты сибирской

Водный экстракт пихты, или флорентинная вода, долгое время предназначался для использования в животноводстве, цветоводстве, сельском и лесном хозяйстве (стимуляция роста животных и растений), в ветеринарии и медицине. Но тенденция последнего времени, проявляющаяся в заботе о здоровье с помощью натуральной и экологически чистой продукции, расширила интерес к данному продукту. Водный экстракт пихты сохранил все полезные свойства растения и является природным иммуномодулятором, антидепрессантом и антисептиком [29].

Известно, что различные отвары и настойки пихтовой зелени, в том числе и сам водный экстракт пихты, издавна используются в народной медицине – прием ее внутрь повышает защитные функции организма (как и пихтовое масло) и особенно оказывает благоприятное воздействие на восстановление нормальной работы желудочно-кишечного тракта. Водный экстракт пихты нетоксичен, что установлено учеными Красноярского мединститута [10].

Экспериментальные и клинические исследования последних лет [30, 62–65] выявили широкий спектр биологической активности водного экстракта пихты сибирской. По результатам данных исследований установлены следующие фармакологические эффекты экстракта пихты: гемостимулирующий, радиопротекторный, иммуностимулирующий, репаративный, антимикробный, противовоспалительный.

Отечественными исследователями в сотрудничестве с врачами подтверждена высокая эффективность применения водного экстракта пихты сибирской в терапии и профилактике следующих заболеваний: бронхо-легочные и сердечно-сосудистые патологии, анемии, лучевая болезнь, токсикозы беременных, варикоз вен и хронические воспалительные процессы в малом тазу, кишечные и вагинальные дисбактериозы, геморрой [30, 62, 66].

Таблица 4. Определение АОА водных экстрактов пихты сибирской

Образец	Содержание дубильных веществ в пересчете на танин, мг%	Критерий АОА, мкмоль/л·мин*
Водный экстракт пихты сибирской неконцентрированный	6.7	3.202
Концентрированный водный экстракт пихты сибирской	35.0	5.549

* – Кинетический критерий – отражает количество кислорода и его активных радикалов, прореагировавших с антиоксидантом за 1 мин.

Кардиолог, кандидат медицинских наук, сотрудник Томского кардиологического Центра СО РАМН П.И. Лукьяненко в своих исследованиях показал, что прием водного экстракта пихты сибирской и у мужчин, и у женщин повышает толерантность к физической нагрузке, сокращает частоту приступов стенокардии... [67]. Наряду с этим доказано, что в условиях приема экстракта пихты как у здоровых, так и у больных людей (нейроциркуляторная дистония, ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертония, избыточная масса тела и др.) снижаются уровни триглицеридов и холестерина крови на 20–30% относительно исходного уровня. Автор делает заключение, что экстракт пихты как комплексное соединение не вызывал побочных токсических и аллергических реакций. Использование его как комплексного соединения целесообразно у больных сердечно-сосудистого профиля.

Академик А.К. Стрелис доказал, что экстракт пихты сибирской является базовым средством для применения туберкулостатиков при лечении туберкулеза, а профессор Л.А. Матвеева с успехом использовала его в практике лечения ларинготрахеитов у детей [30, 68].

Проведенное клиническое исследование эффективности использования экстракта пихты в комплексном лечении больных с впервые выявленным инфильтративным туберкулезом легких показало его достаточно высокую эффективность, предупреждало развитие побочных реакций противотуберкулезных препаратов, нормализовало состояние общей реактивности организма больных [32, 69].

В работах [70, 71] изучено влияние экстракта пихты сибирской как адаптогена на физиологическое состояние организма спортсменов в процессе спортивных тренировок. Показано, что препарат улучшал функциональный статус и нормализовал психоэмоциональное состояние спортсменов.

Авторами совместно с врачами-исследователями из нескольких медицинских центров России проведен широкий спектр клинко-экспериментальных исследований лечебного действия концентрированного водного экстракта пихты сибирской [39, 40]. Установлено, что экстракт пихты сибирской обладает адаптогенным, антигипоксическим, противовоспалительным, антимикробным, противолучевым, антиоксидантным, иммуномодулирующим эффектом. Доказано, что применение концентрированного водного экстракта пихты сибирской оказывает стимулирующее действие на кроветворение, улучшает процессы регенерации тканей, он нетоксичен, не обладает аллергизирующими, канцерогенными и эмбриотоксическими свойствами.

Все чаще для повышения общей резистентности организма в народной и официальной медицине применяются препараты, называемые природными адаптогенами. Это фитопрепараты природного происхождения, повышающие защитные ресурсы организма, способные активировать антиокислительные, репаративные, антиоксисеские и другие процессы [32, 72, 73]. Они имеют ряд существенных достоинств: доступность, безвредность и их применение не вызывает побочных эффектов. Наибольшее распространение среди природных адаптогенов получили препараты женьшеня, элеутерококка, китайского лимонника, левзеи, вытяжки из пантов марала, пчелиное маточное молочко, мумие и другие продукты растительного и животного происхождения [73]. Водный экстракт пихты сибирской в этом плане также является универсальным и эффективным адаптогеном, получаемым из экологически чистого, доступного сырья.

На кафедре ветеринарно-санитарной экспертизы и заразных болезней Оренбургского государственного аграрного университета проведены экспериментальные исследования противолучевых свойств концентрированного водного экстракта пихты сибирской [74]. В работе [75] приведены результаты изучения влияния концентрированного водного экстракта пихты сибирской на показатели антиоксидантной и иммунной систем у животных, подвергнутых внешнему воздействию радиации. Данные системы могут быть в полной мере использованы для оценки радиозащитных свойств исследуемого препарата, так как в качестве первичной реакции на облучение в организме накапливаются перекисные соединения, вызывающие нарушения в работе иммунной системы.

Установлено, что концентрированный водный экстракт пихты сибирской, вводимый животным до облучения в летальных дозах, нормализовал показатели антиоксидантной защиты, функциональной активности щитовидной железы, стабилизировал клеточные и гуморальные факторы иммунитета [74, 75]. Сделан вывод о механизме радиозащитного действия водного экстракта пихты сибирской в условиях предварительного облучения, который обусловлен адаптогенными, антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами водного экстракта пихты сибирской. В качестве практической рекомендации предложено использование концентрированного водного экстракта пихты сибирской для повышения общей резистентности организма к неблагоприятным факторам среды, включая такие чрезвычайные ситуации, как повышение уровня радиации.

Наличие адаптогенных, антиоксидантных, противовоспалительных, иммуномодулирующих свойств делают водный экстракт пихты сибирской перспективным фитопрепаратом для применения в стоматологической практике [76, 77].

На базе кафедры стоматологических дисциплин Государственного медицинского университета города Семей (Казахстан) проведен анализ эффективности клинического применения концентрированного водного экстракта пихты сибирской в комплексном лечении заболеваний пародонта, являющимся наиболее распространенным заболеванием в стоматологической практике и тяжесть которого определяется степенью выраженности воспалительного процесса [78–80].

Результаты исследований показали, что использование пародонтальных повязок, аппликаций с концентрированным водным экстрактом пихты сибирской в комплексном лечении заболеваний пародонта дает значительный противовоспалительный эффект. Это может достигаться за счет иммунокорректирующего, антиоксидантного и антимикробного действия компонентов в составе экстракта пихты, а также снижением сосудистой проницаемости, что способствует уменьшению отечности, кровоточивости, улучшению кровообращения, обмена веществ в тканях пародонта.

Сотрудниками Новосибирского государственного педагогического университета проведены исследования влияния концентрированного водного экстракта пихты сибирской на здоровье учащихся начальной школы в процессе адаптации их к школьной жизни [81–84]. В школьные годы организм ребенка требует большой мобилизации резервных возможностей, которые в настоящее время достаточно низки у детей. В результате проведенных исследований показано, что ежедневный прием экстракта пихты сибирской в течение полугода способствовал улучшению физического развития детей, состояния их сердечно-сосудистой системы, сохранению работоспособности, улучшению процессов запоминания и предупреждению развития раннего утомления в процессе адаптации к школьной жизни.

Заключение

Представленная информация свидетельствует, что пихта сибирская является доступным растительным сырьем для получения концентрированного водного экстракта с богатым набором БАВ в составе и широким спектром фармакологической активности.

Приведенные в обзоре результаты исследования химического состава и фармакологической активности водного экстракта пихты сибирской, а также собственные данные авторов демонстрируют сложность и многокомпонентность его состава – в нем присутствуют широкий комплекс БАВ: каротиноиды, антоцианины, терпеновые, дубильные и другие соединения, обуславливающие его высокую антиоксидантную активность. Кроме того, водный экстракт пихты сибирской может служить источником получения мальтола – природного антиоксиданта и перспективного хелатирующего агента для получения комплексных соединений и лекарственных препаратов на их основе.

Результаты изучения фармакологической активности водного экстракта пихты сибирской свидетельствуют о его принадлежности к классическим адаптогенам – вещества растительного происхождения, повышающие неспецифическую устойчивость организма к неблагоприятным факторам внешней среды.

Положительный опыт применения концентрированного водного экстракта пихты сибирской в терапии и профилактике широкого ряда заболеваний, его безопасность для организма и доступность сырья показывают перспективность его дальнейшего изучения с целью расширения спектра его применения в качестве эффективного иммуномодулятора и адаптогена, а также создания на его основе новых видов лекарственных и парафармацевтических средств.

Список литературы

1. Buckle J. Clinical Aromatherapy: Essential Oils in Practice. Elsevier Health Sciences, 2014. 214 p.
2. Poaty B., Lahlah J., Porquieres F., Bouafif H. Composition, antimicrobial and antioxidant activities of seven essential oils from the North American boreal forest // World J. Microbiol. Biotechnol. 2015. Vol. 31. N6. Pp. 907–919. DOI: 10.1007/s11274-015-1845-y.
3. Задорожный А.М., Кошкин А.Г., Соколов С.Я., Шретер А.И. Справочник по лекарственным растениям. М., 1988. 416 с.
4. Зотеева Е.А. Ботаника: морфология и систематика растений: учебное пособие. Екатеринбург, 2019. 76 с.
5. Капица Е.А. Микогенный ксиллиз пней и валежа в лесных экосистемах европейской части таежной зоны: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2008. 23 с.

6. Крылов Г.В., Марадудин И.И., Михеев Н.И., Козакова Н.Ф. Пихта. М., 1986. 240 с.
7. Бобров Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР. Л., 1978. 189 с.
8. Сорокина Т.С. Атлас истории медицины: Первобытное общество. Древний Мир: учеб. пособие для мед. ин-тов. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1987. 168 с.
9. Аюпова Р.Б. Применение препаратов пихты сибирской в медицине // Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. 2011. №1. С. 99–101.
10. Даниленко В.Ф., Хорук М.С. Препараты из пихты и их применение в лечебной практике. Хабаровск, 1989. 62 с.
11. Паволоцкий Ш.И. Экспериментально-клиническое исследование фитонцидных препаратов пихты. Владивосток, 1961. 448 с.
12. Колесникова Р.Д., Тагильцев Ю.Г. Библиографический указатель по медицинскому использованию эфирных масел и препаратов из древесной зелени хвойных. Хабаровск, 1988. 48 с.
13. Тагильцев Ю.Г., Колесникова Р.Д., Изотов Д.В. и др. Лесные лекарственные растения – природные целители: (аннот. библиогр. указ.). Хабаровск, 2016. 106 с.
14. Duke J.A., Bogenschutz-Godwin M.J., du Cellier J., Duke P.-A.K. Handbook of medicinal herbs. CRC Press, Boca Raton, 2002. 737 p.
15. Костеша Н.Я., Лукьяненко П.И., Стрелис А.К. Экстракт пихты сибирской Абисиб и его применение в медицине. Томск, 1997. 160 с.
16. Лес – сельскому хозяйству / под ред. А.Я. Калниньша. М., 1973. 360 с.
17. Степень Р.А. Утилизация древесных отходов. Пихтоварение: учебное пособие. Красноярск, 2015. 148 с.
18. Ламоткин С.А., Колногоров К.П., Владыкина Д.С. и др. Оценка качественных характеристик эфирных масел деревьев рода *Abies* и получение на их основе парфюмерной продукции // Труды БГТУ. 2016. №4. С. 149–155.
19. Ушанова В.М. Переработка древесной зелени и коры пихты сибирской с получением биологически активных продуктов // Хвойные бореальной зоны. 2013. №1–2. С. 138–142.
20. Васильев С.Н., Рошин В.И., Ягодин В.И. Экстрактивные вещества древесной зелени *Pinus Sylvrstris* L. // Растительные ресурсы. 1995. Т. 31, вып. 2. С. 79–119.
21. Вшивцев Н.Н. Производство пихтового масла. М.; Л., 1941. 108 с.
22. Карманова Л.П., Кучин А.В., Кучин В.А. Химическая переработка древесной зелени пихты – основа технологий получения биологически активных веществ // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2005. Т. 48 (2). С. 3–11.
23. Цюпко В.А. Эфирные масла и флорентинная вода дальневосточных видов пихт (*Abies hill.*) (химическая характеристика и медико-биологические свойства): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2002. 22 с.
24. Никифоров Г.В., Калинин А.М. Производство пихтового масла. М., 1977. 128 с.
25. Репях С.М., Рубчевская Л.П. Химия и технология переработки древесной зелени. Красноярск, 1994. 320 с.
26. Степень Р.А., Невзоров В.Н., Невзорова Т.В. Организация пихтоваренного производства. Красноярск, 2010. 104 с.
27. Ушанова В.М., Ушанов С.В., Репях С.М. Состав и переработка древесной зелени и коры пихты сибирской. Красноярск, 2008. 259 с.
28. Адамович Э.И. Пихта сибирская: изучение возможностей прижизненного использования леса на Урале. Мологов, 1942. 34 с.
29. Козлова Л.П., Кукина Т.П., Малыхин Е.В. и др. Экстрактивные вещества флорентинной воды. Органический состав гидродистиллята эфирного экстракта пихтовой лапки // Химия растительного сырья. 2004. №2. С. 39–46.
30. Костеша Н.Я., Стрелис А.К., Лукьяненко П.И., Матвеева Л.А. и др. Экстракт пихты сибирской АБИСИБ и его применение в медицине и ветеринарии. Томск, 2005. Т. 2. 140 с.
31. Патент №2120801 (РФ). Способ получения средства, повышающего резистентность организма / А.С. Саратиков, В.Н. Буркова, Г.М. Вшивков и др. 1998.
32. Гарнов И.О., Кучин А.В., Мазина Н.К. и др. Пихтовые экстракты как средство повышения физиологических резервов организма // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2014. №3 (19). С. 44–52.
33. Сафонова В.Ю. Антиоксидантные свойства некоторых радиозащитных препаратов // Известия Оренбургского ГАУ. 2014. №2 (46). С. 149–151.
34. Хасанов В.В., Рыжова Г.Л., Куряева Т.Т., Дычко К.А. Изучение состава и антиокислительной активности продуктов водно-паровой дистилляции пихты сибирской (*Abies sibirica ledeb*) // Химия растительного сырья. 2009. №4. С. 83–88.
35. Лобанов В.В. Комплексная переработка древесной зелени в условиях малого пихтоваренного производства: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2006. 19 с.
36. Степень Р.А., Репях С.М. Летучие терпеноиды сосновых лесов. Красноярск, 1998. 406 с.
37. Степень Р.А., Репях С.М., Шелепков В.В. Повышение рентабельности лесозаготовительных предприятий Сибири // Химия растительного сырья. 2002. №2. С. 143–146.
38. Тагильцев Ю.Г., Колесникова Р.Д. Итоги исследований и прогнозы по подсоске, недревесному, пищевому и лекарственному лесному растительному сырью на Дальнем Востоке России (десятилетия труда и вдохновения). К 75-летию Дальневосточного научно-исследовательского института лесного хозяйства. Хабаровск, 2014. 522 с.

39. Буркова В.Н., Иванов А.А., Сергун В.П. Пихта сибирская (*Abies sibirica* L.) – источник получения современных оздоровительных средств. Томск, 2021. 184 с.
40. Сергун В.П., Буркова В.Н., Иванов А.А., Позняковский В.М. Здоровьесберегающие технологии переработки сырьевых ресурсов Сибири: наука и практика: монография. М., 2021. 508 с.
41. Корякова О.В., Саттарова В.В., Ковязина С.А. и др. ИК-спектроскопическое определение содержания растительного масла в углекислотном экстракте хвои пихты сибирской // Аналитика и контроль. 2002. №1. С. 43–46.
42. Кочева Л.С., Броварова О.В., Секушин Н.А. и др. Структурно-химическая характеристика недревесных видов целлюлозы // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2005. №5. С. 86–93.
43. Королева А.А., Карманова Л.П., Кучин А.В. Нейтральные вещества эмульсионного экстракта из древесной зелени пихты // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2008. Т. 51, вып. 2. С. 87–91.
44. Запрометов М.Н. Фенольные соединения и методы их исследования // Биохимические методы в физиологии растений. М., 1971. С. 185–207.
45. Костеша Н.Я., Гулик Е.С., Борило Г.А., Зибарева Л.Н. Биологическая активность светлой фракции экстракта пихты сибирской // Вестник Томского государственного университета. 2007. №299. С. 204–206.
46. Блажей А., Шутый Л. Фенольные соединения растительного происхождения. М., 1977. 240 с.
47. Муха С.А. Новые аспекты химии и физико-химии мальтола и его металлосодержащих комплексов: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Иркутск, 2008. 19 с.
48. Муха С.А., Антипова И.А., Медведева С.А. и др. Синтез и свойства металлохелатов на основе природного γ -пирона – мальтола // Химия в интересах устойчивого развития. 2007. Т. 15. №4. С. 457–466.
49. Патент №2171805 (РФ). Способ получения мальтола / С.А. Медведева, И.А. Антипова, С.А. Муха, Н.А. Тюкавкина. 2001.
50. Ушанова В.М., Зиганшин А.В., Репях С.М. Выделение мальтола из коры пихты сибирской углекислотным методом // Химия природных соединений. 1998. №1. С. 131–132.
51. Муха С.А., Антипова И.А., Медведева С.А. и др. Физиологическая активность производных γ -пирона: противоязвенное свойство мальтолата висмута и инсулиноподобное действие мальтолата цинка // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы III Всероссийской конференции. Барнаул, 2007. Т. 2. С. 360–363.
52. Карманова Л.П., Кучин А.В., Кучин В.А. Химическая переработка древесной зелени пихты – основа технологий получения биологически активных веществ // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2005. Т. 48 (2). С. 3–11.
53. Хасанов В.В., Рыжова Г.Л., Мальцева Е.В. Исследование антиокислительных свойств соединений с использованием реакции окисления сульфита натрия // Химия растительного сырья. 2004. №3. С. 77–85.
54. Егорова Н.О. Содержание полифенолов в надземной части кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.) // Материалы Всероссийской научной конференции студентов и аспирантов с международным участием «Молодая фармация – потенциал будущего». СПб., 2011. С. 42–44.
55. Мальцева Е.М., Егорова Н.О., Егорова И.Н. Количественное определение суммарного содержания флавоноидов в траве кровохлебки лекарственной // Вестник уральской медицинской академической науки. 2011. №3 (1). С. 68.
56. Меньщикова Е.В., Ланкин В.З., Кандалинцева Н.В. Фенольные антиоксиданты в биологии и медицине. Строение, свойства, механизмы действия. Saarbrücken, 2012. 495 с.
57. Okuda T., Ito H. Tannins of Constant Structure in Medicinal and Food Plants – Hydrolyzable Tannins and Polyphenols Related to Tannins // Molecules. 2011. Vol. 16. Pp. 2191–2217. DOI: 10.3390/molecules16032191.
58. Антонова Н.П., Калинин А.М., Прохвятилова С.С. и др. Оценка эквивалентности методов определения дубильных веществ, используемых для анализа лекарственного растительного сырья // Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения. 2015. №1. С. 11–16.
59. Савельева А.В., Иванов А.А., Юдина Н.В. и др. Каталитические свойства механоактивированных гуминовых препаратов в процессе электровосстановления кислорода // Журнал прикладной химии. 2004. Т. 77, вып. 1. С. 48–53.
60. Прида А.И., Иванова Р.И. Природные антиоксиданты полифенольной природы (антирадикальные свойства и перспективы использования) // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. 2004. №2. С. 76–78.
61. Лапин А.А., Борисенков М.Ф., Карманов А.П. и др. Антиоксидантные свойства продуктов растительного происхождения // Химия растительного сырья. 2007. №2. С. 79–83.
62. Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Пономарева Н.И., Васильева А.П. Сравнительная оценка антиоксидантных свойств водных экстрактов танидосодержащих лекарственных растений // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: химия, биология, фармация. 2011. Т. 57. №1. С. 52–56.
63. Вымятина З.К., Костеша Н.Я., Лопухова В.В., Борило Г.А. Влияние хвойного экстракта *Abies sibirica* Ledeb. на гемопоэз облученных крыс // Растительные ресурсы. 2000. Вып. 4. С. 83–89.
64. Боровикова Г.В., Лицкевич Л.А., Костеша Н.Я. Пострадиационные метаболические аспекты профилактического применения Абисибя // Материалы конференции, посвященной 90-летию со дня рождения В.А. Пегеля, «Механизмы адаптации организма». Томск, 1996. С. 73–74.
65. Лепехин А.В., Тарасова Т.А., Надькова Т.Н. и др. Влияние аэрозоля экстракта пихты сибирской (АБИСИБ) на *Staphylococcus aureus* // Экспериментальная медицина и микробиология. 2002. №2. С. 48–50.

66. Дрокина Т.И. Фитопрепараты «Виватон» и «Абисиб» в лечебной практике // Материалы научной конференции «Фитотерапия, лазеротерапия, биологически активные вещества естественного происхождения (БАВЕП) в XXI веке». Черноголовка, 2000. С. 33–34.
67. Вымятина З.К., Лопухова В.В., Борило Г.А., Костеша Н.Я. Влияние хвойного экстракта *Abies sibirica* Ledeb. на морфофункциональное состояние тонкого кишечника у облученных крыс // Растительные ресурсы. 2000. Вып. 3. С. 64–69.
68. Лукьяненко П.И., Костеша Н.Я. Повышение кардиорезистентности при первичной и вторичной профилактике сердечно-сосудистых заболеваний // Фундаментальные исследования. 2013. №9. С. 1038–1042.
69. Костеша Н.Я., Лукьяненко П.И., Чардынцова Н.В. и др. Экстракт пихты сибирской Абисиб и его применение в медицине и ветеринарии // Успехи современного естествознания. 2010. №12. С. 11–13.
70. Михеева Н.В., Татаринцева М.П., Иванова О.Г. и др. Применение экстракта пихты в комплексном лечении больных туберкулезом органов дыхания // Сибирское медицинское обозрение. 2011. №6. С. 113–116.
71. Смышляев А.В. Влияние экстракта пихты сибирской на физиологические характеристики организма при спортивных тренировках: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2000. 24 с.
72. Смышляев А.В. Адаптоген – экстракт пихты сибирской как фактор оптимизации тренировочного процесса спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2008. №7. С. 44–46.
73. Гулик Е.С., Костеша Н.Я. Противолучевая активность хитозана в водном экстракте пихты сибирской // Радиационная биология. Радиоэкология. 2004. Т. 44. №5. С. 563–565.
74. Кудряшов Ю.Б., Гончаренко Е.Н. Современные проблемы противолучевой химической защиты организмов // Радиационная биология. Радиоэкология. 1999. Т. 39. №2–3. С. 197–211.
75. Сафонова В.Ю. Иммунобиологическая оценка состояния облученных животных и способы повышения радиорезистентности организма: дисс. ... докт. биол. наук. Оренбург, 2009. 338 с.
76. Сафонова В.Ю., Сафонова В.А. Противолучевые свойства экстракта пихты сибирской // Известия Оренбургского ГАУ. 2012. №2 (34). С. 215–217.
77. Улитовский С.Б., Шаламай Л.И. Профилактика и лечение начальных форм заболеваний пародонта растительными лекарственными средствами // Пародонтология. 2002. №3. С. 33–37.
78. Хоменко Л.А., Соколовская Е.П. Фитотерапия стоматологических заболеваний // Новое в стоматологии. 1994. №1. С. 12.
79. Сулейменова Д.М., Таштаева Н.С., Холов К.А., Алимбаева А.А. Растительные препараты в лечении заболеваний пародонта // Актуальные научные исследования в современном мире. 2020. №11-4 (67). С. 102–105.
80. Сулейменова Д.М., Каниева Г.К. Препараты традиционной медицины в комплексном лечении заболеваний пародонта // Наука и здравоохранение. 2013. №2. С. 77–78.
81. Зазулевская Л.Я. Практическая пародонтология. Алматы, 2006. 300 с.
82. Ширшова В.М., Германова О.А., Астракова Е.Д. Исследование морфофункционального развития и состояния здоровья учащихся первых классов, принимавших препарат «Флорента» при адаптации к школе // Материалы II Республиканской научно-практической конференции «Мониторинг здоровья и физической подготовленности молодежи». Новосибирск, 2010. С. 170–173.
83. Ширшова В.М., Лысова Н.Ф., Айзман Р.И., Ширшова О.А. Влияние препарата «Флорента» на здоровье учащихся начальной школы в процессе адаптации их к школьной жизни // Материалы межрегиональной конференции «Проблемы теории и практики управления образованием». Барнаул, 2002. С. 142–145.
84. Ширшова В.М., Лысова Н.Ф., Айзман Р.И., Ширшова О.А. Влияние препарата «Флорента» на здоровье учащихся начальной школы в процессе адаптации их к школьной жизни // Педагогический университетский вестник Алтай. 2002. №1. С. 441–444.

Поступила в редакцию 11 октября 2021 г.

После переработки 17 декабря 2021 г.

Принята к публикации 8 февраля 2022 г.

Для цитирования: Буркова В.Н., Сергун В.П., Иванов А.А. Химический состав и фармакологическая активность водного экстракта пихты сибирской (*Abies sibirica* L.) // Химия растительного сырья. 2022. №2. С. 19–34
DOI: 10.14258/jcrpm.20220210469.

*Burkova V.N., Sergun V.P., Ivanov A.A.** CHEMICAL COMPOSITION AND PHARMACOLOGICAL ACTIVITY OF AQUEOUS EXTRACT OF SIBERIAN FIR (*ABIES SIBIRICA* L.)

«Biolit» LLC, Akademicheskyy pr., 4/3, Tomsk, 634055 (Russia), e-mail: infobiolit@yandex.ru

The review summarizes literature data and presents the data obtained by the authors on the chemical composition, antioxidant and pharmacological activity of an aqueous extract of Siberian fir (*Abies sibirica* L.). Fir is widely used in folk medicine as a tonic, anti-cold, bactericidal, antiscorbutic agent. One of the most promising in terms of study and use as a herbal medicine is an aqueous extract of Siberian fir, obtained by water-steam distillation of fir paws. On the basis of this extract, a number of drugs have been created that have a wide spectrum of pharmacological action. The review presents data on the study of the chemical composition of an aqueous extract of Siberian fir, which demonstrate the complexity and multicomponent nature of its composition. The main biologically active substances of the water extract of fir are maltol, anthocyanins, terpene, tanning and other compounds. The authors found that the concentration of an aqueous extract of Siberian fir leads to an increase in its composition of tannins and an increase in the antioxidant activity of the extract. Analysis of the literature data and the results obtained by the authors on the study of pharmacological activity shows that the aqueous extract of Siberian fir has an adaptogenic, anti-hypoxic, anti-inflammatory, antimicrobial, antiradiation, antioxidant, immunomodulatory effect. The information presented in the review demonstrates that the aqueous extract of Siberian fir, due to the availability of raw materials, positive experience in the treatment and prevention of a wide range of diseases, is promising for its further study and creation on its basis of new effective medicinal, parapharmaceutical agents and other types of products.

Keywords: *Abies sibirica*, aqueous extract of Siberian fir, chemical composition, biologically active substances, antioxidant activity, pharmacological activity.

Referenses

1. Buckle J. *Clinical Aromatherapy: Essential Oils in Practice*. Elsevier Health Sciences, 2014, 214 p.
2. Poaty B., Lahlah J., Porquieres F., Bouafif H. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 2015, vol. 31, no. 6, pp. 907–919. DOI: 10.1007/s11274-015-1845-y.
3. Zadorozhnyy A.M., Koshkin A.G., Sokolov S.Ya., Shreter A.I. *Spravochnik po lekarstvennym rasteniyam*. [Handbook of medicinal plants]. Moscow, 1988, 416 p. (in Russ.).
4. Zoteyeva Ye.A. *Botanika: morfologiya i sistematika rasteniy: uchebnoye posobiye*. [Botany: morphology and taxonomy of plants: textbook]. Yekaterinburg, 2019, 76 p. (in Russ.).
5. Kapitsa Ye.A. *Mikogennyi ksiloliz pney i valezha v lesnykh ekosistemakh yevropeyskoy chasti tayezhnoy zony: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk*. [Mycogenic xylolysis of stumps and deadwood in forest ecosystems of the European part of the taiga zone: autoref. dis. ... cand. biol. Sciences]. St. Petersburg, 2008, 23 p. (in Russ.).
6. Krylov G.V., Maradudin I.I., Mikheyev N.I., Kozakova N.F. *Pikhta*. [Fir]. Moscow, 1986, 240 p. (in Russ.).
7. Bobrov Ye.G. *Lesoobrazuyushchiye khvoynnye SSSR*. [Forest-forming conifers of the USSR]. Leningrad, 1978, 189 p. (in Russ.).
8. Sorokina T.S. *Atlas istorii meditsiny: Pervobytnoye obshchestvo. Drevniy Mir. Ucheb. posobiye dlya med. in-tov. 2-ye izd., pererab. i dop.* [Atlas of the History of Medicine: Primitive Society. Ancient world. Proc. allowance for medical in-comrade. 2nd ed., revised. and additional]. Moscow, 1987, 168 p. (in Russ.).
9. Ayupova R.B. *Vestnik KGMA im. I.K. Akhunbayeva*, 2011, no. 1, pp. 99–101. (in Russ.).
10. Danilenko V.F., Khoruk M.S. *Preparaty iz pikhty i ikh primeneniye v lechebnoy praktike*. [Preparations from fir and their use in medical practice]. Khabarovsk, 1989, 62 p. (in Russ.).
11. Pavolotskiy Sh.I. *Ekspierimental'no-klinicheskoye issledovaniye fitontsidnykh preparatov pikhty*. [Experimental and clinical study of phytoncidal preparations of fir]. Vladivostok, 1961, 448 p. (in Russ.).
12. Kolesnikova R.D., Tagil'tsev Yu.G. *Bibliograficheskiy ukazatel' po meditsinskomu ispol'zovaniyu efirnykh masel i preparatov iz drevesnoy zeleni khvoynnykh*. [Bibliographic index on the medical use of essential oils and preparations from coniferous tree greens]. Khabarovsk, 1988, 48 p. (in Russ.).
13. Tagil'tsev Yu.G., Kolesnikova R.D., Izotov D.V. i dr. *Lesnyye lekarstvennyye rasteniya – prirodnyye tseliteli: (annot. bibliogr. ukaz.)*. [Forest medicinal plants – natural healers: (annotated bibliography. cit.)]. Khabarovsk, 2016, 106 p. (in Russ.).
14. Duke J.A., Bogenschutz-Godwin M.J., du Cellier J., Duke P.-A.K. *Handbook of medicinal herbs*. CRC Press, Boca Raton, 2002, 737 p.
15. Koshcheva N.Ya., Luk'yanenok P.I., Strelis A.K. *Ekstrakt pikhty sibirskoy Abisib i yego primeneniye v meditsine*. [Siberian fir extract Abisib and its use in medicine]. Tomsk, 1997, 160 p. (in Russ.).
16. *Les – sel'skomu khozyaystvu* [Forest for agriculture], ed. A.Ya. Kalnin'sh. Moscow, 1973, 360 p. (in Russ.).
17. Stepen' R.A. *Utilizatsiya drevesnykh otkhodov. Pikhtovareniye: Uchebnoye posobiye*. [Utilization of wood waste. Fir making: Textbook]. Krasnoyarsk, 2015, 148 p. (in Russ.).
18. Lamotkin S.A., Kolnogorov K.P., Vladykina D.S. i dr. *Trudy BGTU*, 2016, no. 4, pp. 149–155. (in Russ.).
19. Ushanova V.M. *Khvoynnye boreal'noy zony*, 2013, no. 1–2, pp. 138–142. (in Russ.).
20. Vasil'yev S.N., Roshchin V.I., Yagodin V.I. *Rastitel'nyye resursy*, 1995, vol. 31, no. 2, pp. 79–119. (in Russ.).
21. Vshivtsev N.N. *Proizvodstvo pikhtovogo masla*. [Production of fir oil]. Moscow; Leningrad, 1941, 108 p. (in Russ.).
22. Karmanova L.P., Kuchin A.V., Kuchin V.A. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*, 2005, vol. 48 (2), pp. 3–11. (in Russ.).
23. Tsyupko V.A. *Efirnyye masla i florentimaya voda dal'nevostochnykh vidov pikht (Abies hill.) (khimicheskaya kharakteristika i mediko-biologicheskoye svoystvo): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk*. [Essential oils and florentine water of

* Corresponding author.

- the Far Eastern species of firs (*Abies hill.*) (chemical characteristics and biomedical properties): author. dis. ... cand. biol. Sciences]. Vladivostok, 2002, 22 p. (in Russ.).
24. Nikiforov G.V., Kalinin A.M. *Proizvodstvo pikhtovogo masla*. [Production of fir oil]. Moscow, 1977, 128 p. (in Russ.).
 25. Repyakh S.M., Rubchevskaya L.P. *Khimiya i tekhnologiya pererabotki drevesnoy zeleni*. [Chemistry and technology of wood greens processing]. Krasnoyarsk, 1994, 320 p. (in Russ.).
 26. Stepen' R.A., Nevzorov V.N., Nevzorova T.V. *Organizatsiya pikhtovarennoy proizvodstva*. [Organization of fir production]. Krasnoyarsk, 2010, 104 p. (in Russ.).
 27. Ushanova V.M., Ushanov S.V., Repyakh S.M. *Sostav i pererabotka drevesnoy zeleni i kory pikhty sibirskoy*. [Composition and processing of tree greens and Siberian fir bark]. Krasnoyarsk, 2008, 259 p. (in Russ.).
 28. Adamovich E.I. *Pikhta sibirskaya: izucheniye vozmozhnostey prizhiznennogo ispol'zovaniya lesa na Urale*. [Siberian fir: studying the possibilities of lifetime use of forests in the Urals]. Molotov, 1942, 34 p. (in Russ.).
 29. Kozlova L.P., Kukina T.P., Malykhin Ye.V. i dr. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2004, no. 2, pp. 39–46. (in Russ.).
 30. Kostesha N.Ya., Strelis A.K., Luk'yanenok P.I., Matveyeva L.A. i dr. *Ekstrakt pikhty sibirskoy ABISIB i yego primeneniye v meditsine i veterinarii*. [Siberian fir extract ABISIB and its use in medicine and veterinary medicine]. Tomsk, 2005, vol. 2, 140 p. (in Russ.).
 31. Patent 2120801 (RU). 1998. (in Russ.).
 32. Garnov I.O., Kuchin A.V., Mazina N.K. i dr. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN*, 2014, no. 3 (19), pp. 44–52. (in Russ.).
 33. Safonova V.Yu. *Izvestiya Orenburgskogo GAU*, 2014, no. 2 (46), pp. 149–151. (in Russ.).
 34. Khasanov V.V., Ryzhova G.L., Kuryayeva T.T., Dychko K.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2009, no. 4, pp. 83–88. (in Russ.).
 35. Lobanov V.V. *Kompleksnaya pererabotka drevesnoy zeleni v usloviyakh malogo pikhtovarennoy proizvodstva: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk*. [Complex processing of woody greens in the conditions of small-scale fir production: Abstract of the thesis. dis. ... cand. tech. Sciences]. Krasnoyarsk, 2006, 19 p. (in Russ.).
 36. Stepen' R.A., Repyakh S.M. *Letuchiye terpenoidy osnovnykh lesov*. [Volatile terpenoids of pine forests]. Krasnoyarsk, 1998, 406 p. (in Russ.).
 37. Stepen' R.A., Repyakh S.M., Shelepkov V.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2002, no. 2, pp. 143–146. (in Russ.).
 38. Tagil'tsev Yu.G., Kolesnikova R.D. *Itogi issledovaniy i prognozy po podsochke, nedrevesnomu, pishchevomu i lekarstvennomu lesnomu rastitel'nomu syr'yu na Dal'nem Vostoke Rossii (desyatiletiya truda i vdokhnove-niya). K 75-letiyu Dal'nevostochnogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva*. [Results of research and forecasts on tapping, non-wood, food and medicinal forest plant raw materials in the Russian Far East (decades of work and inspiration). To the 75th anniversary of the Far East Research Institute of Forestry]. Khabarovsk, 2014, 522 p. (in Russ.).
 39. Burkova V.N., Ivanov A.A., Sergun V.P. *Pikhta sibirskaya (Abies sibirica L.) – istochnik polucheniya sovremen-nykh ozdorovitel'nykh sredstv*. [Siberian fir (*Abies sibirica L.*) is a source of modern health products]. Tomsk, 2021, 184 p. (in Russ.).
 40. Sergun V.P., Burkova V.N., Ivanov A.A., Poznyakovskiy V.M. *Zdorov'yesberegayushchiye tekhnologii pererabotki syr'yevykh resursov Sibiri: nauka i praktika: monografiya*. [Health-saving technologies for the processing of raw materials in Siberia: science and practice: a monograph]. Moscow, 2021, 508 p. (in Russ.).
 41. Koryakova O.V., Sattarova V.V., Kovyazina S.A. i dr. *Analitika i kontrol'*, 2002, no. 1, pp. 43–46. (in Russ.).
 42. Kocheva L.S., Brovarova O.V., Sekushin N.A. i dr. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal*, 2005, no. 5, pp. 86–93. (in Russ.).
 43. Koroleva A.A., Karmanova L.P., Kuchin A.V. *Izvestiya VUZov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*, 2008, vol. 51, no. 2, pp. 87–91. (in Russ.).
 44. Zaprometov M.N. *Biokhimicheskiye metody v fiziologii rasteniy*. [Biochemical methods in plant physiology]. Moscow, 1971, pp. 185–207. (in Russ.).
 45. Kostesha N.Ya., Gulik Ye.S., Borilo G.A., Zibareva L.N. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2007, no. 299, pp. 204–206. (in Russ.).
 46. Blazhey A., Shutyy L. *Fenol'nyye soyedineniya rastitel'nogo proiskhozhdeniya*. [Phenolic compounds of plant origin]. Moscow, 1977, 240 p. (in Russ.).
 47. Mukha S.A. *Novyye aspekty khimii i fiziko-khimii mal'tola i yego metallosoderzhashchikh kompleksov: avtoref. dis. ... kand. khim. nauk*. [New aspects of chemistry and physico-chemistry of maltol and its metal-containing complexes: Ph.D. dis. ... cand. chem. Sciences]. Irkutsk, 2008, 19 p. (in Russ.).
 48. Mukha S.A., Antipova I.A., Medvedeva S.A. i dr. *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya*, 2007, vol. 15, no. 4, pp. 457–466. (in Russ.).
 49. Patent 2171805 (RU). 2001. (in Russ.).
 50. Ushanova V.M., Ziganshin A.V., Repyakh S.M. *Khimiya prirodnykh soyedineniy*, 1998, no. 1, pp. 131–132. (in Russ.).
 51. Mukha S.A., Antipova I.A., Medvedeva S.A. i dr. *Novyye dostizhe-niya v khimii i khimicheskoy tekhnologii rastitel'nogo syr'ya: materialy III Vserossiyskoy konferentsii*. [New achievements in chemistry and chemical technology of plant raw materials: materials of the III All-Russian Conference]. Barnaul, 2007, vol. 2, pp. 360–363. (in Russ.).
 52. Karmanova L.P., Kuchin A.V., Kuchin V.A. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*, 2005, vol. 48 (2), pp. 3–11. (in Russ.).
 53. Khasanov V.V., Ryzhova G.L., Mal'tseva Ye.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2004, no. 3, pp. 77–85. (in Russ.).
 54. Yegorova N.O. *Materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii studentov i aspirantov s mezhdunarodnym uchastiyem «Molodaya farmatsiya – potentsial budushchego»*. [Proceedings of the All-Russian Scientific Conference of Students and Postgraduates with International Participation "Young Pharmacy – the Potential of the Future"]. St. Petersburg, 2011, pp. 42–44. (in Russ.).

55. Mal'tseva Ye.M., Yegorova N.O., Yegorova I.N. *Vestnik ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*, 2011, no. 3 (1), p. 68. (in Russ.).
56. Men'shchikova Ye.V., Lankin V.Z., Kandalintseva N.V. *Fenol'nyye antioksidanty v biologii i meditsine. Stroyeniye, svoystva, mekhanizmy deystviya*. [Phenolic antioxidants in biology and medicine. Structure, properties, mechanisms of action]. Saarbrücken, 2012, 495 p. (in Russ.).
57. Okuda T., Ito H. *Molecules*, 2011, vol. 16, pp. 2191–2217. DOI: 10.3390/molecules16032191.
58. Antonova N.P., Kalinin A.M., Prokhvatilova S.S. i dr. *Vedomosti Nauchnogo tsentra ekspertizy sredstv meditsinskogo primeneniya*, 2015, no. 1, pp. 11–16. (in Russ.).
59. Savel'yeva A.V., Ivanov A.A., Yudina N.V. i dr. *Zhurnal prikladnoy khimii*, 2004, vol. 77, no. 1, pp. 48–53. (in Russ.).
60. Prida A.I., Ivanova R.I. *Pishchevyye ingridiyenty. Syr'ye i dobavki*, 2004, no. 2, pp. 76–78. (in Russ.).
61. Lapin A.A., Borisenkov M.F., Karmanov A.P. i dr. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2007, no. 2, pp. 79–83. (in Russ.).
62. Ryabinina Ye.I., Zotova Ye.Ye., Ponomareva N.I., Vasil'yeva A.P. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: khimiya, biologiya, farmatsiya*, 2011, vol. 57, no. 1, pp. 52–56. (in Russ.).
63. Vymyatnina Z.K., Kostesha N.Ya., Lopukhova V.V., Borilo G.A. *Rastitel'nyye resursy*, 2000, no. 4, pp. 83–89. (in Russ.).
64. Borovikova G.V., Litskevich L.A., Kostesha N.Ya. *Materialy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu so dnya rozhdeniya V.A. Pegelya, «Mekhanizmy adaptatsii organizma»*. [Proceedings of the conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of V.A. Pegel, Mechanisms of adaptation of the organism]. Tomsk, 1996, pp. 73–74. (in Russ.).
65. Lepekhin A.V., Tarasova T.A., Nadykova T.N. i dr. *Ekspirimental'naya meditsina i mikrobiologiya*, 2002, no. 2, pp. 48–50. (in Russ.).
66. Drokina T.I. *Materialy nauchnoy konferen-tsii «Fitoterapiya, lazeroterapiya, biologicheski aktivnyye veshchestva yestestvennogo proiskhozhdeniya (BAVEP) v XXI veke»*. [Proceedings of the scientific conference "Phytotherapy, laser therapy, biologically active substances of natural origin (BAVEP) in the XXI century"]. Chernogolovka, 2000, pp. 33–34. (in Russ.).
67. Vymyatnina Z.K., Lopukhova V.V., Borilo G.A., Kostesha N.Ya. *Rastitel'nyye resursy*, 2000, no. 3, pp. 64–69. (in Russ.).
68. Luk'yanenok P.I., Kostesha N.Ya. *Fundamental'nyye issledovaniya*, 2013, no. 9, pp. 1038–1042. (in Russ.).
69. Kostesha N.Ya., Luk'yanenok P.I., Chardyntseva N.V. i dr. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*, 2010, no. 12, pp. 11–13. (in Russ.).
70. Mikheyeva N.V., Tatarintseva M.P., Ivanova O.G. i dr. *Sibirskoye meditsinskoye obozreniye*, 2011, no. 6, pp. 113–116. (in Russ.).
71. Smyshlyayev A.V. *Vliyaniye ekstrakta pikhty sibirskoy na fiziologicheskkiye kharakteristiki organizma pri sportivnykh trenirovках: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk*. [Influence of Siberian fir extract on the physiological characteristics of the body during sports training: abstract of the thesis. dis. ... cand. biol. Sciences]. Novosibirsk, 2000, 24 p. (in Russ.).
72. Smyshlyayev A.V. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2008, no. 7, pp. 44–46. (in Russ.).
73. Gulik Ye.S., Kostesha N.Ya. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2004, vol. 44, no. 5, pp. 563–565. (in Russ.).
74. Kudryashov Yu.B., Goncharenko Ye.N. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 1999, vol. 39, no. 2–3, pp. 197–211. (in Russ.).
75. Safonova V.Yu. *Immunobiologicheskaya otsenka sostoyaniya obluchennykh zhitvnykh i sposoby povysheniya radiorezistentnosti organizma: diss. ... dokt. biol. nauk*. [Immunobiological assessment of the state of irradiated animals and ways to increase the body's radioresistance: diss. ... doc. biol. Sciences]. Orenburg, 2009, 338 p. (in Russ.).
76. Safonova V.Yu., Safonova V.A. *Izvestiya Orenburgskogo GAU*, 2012, no. 2 (34), pp. 215–217. (in Russ.).
77. Ulitovskiy S.B., Shalamay L.I. *Parodontologiya*, 2002, no. 3, pp. 33–37. (in Russ.).
78. Khomenko L.A., Sokolovskaya Ye.P. *Novoye v stomatologii*, 1994, no. 1, p. 12. (in Russ.).
79. Suleymenova D.M., Tashtayeva N.S., Kholov K.A., Alimbayeva A.A. *Aktual'nyye nauchnyye issledovaniya v sovremenom mire*, 2020, no. 11-4 (67), pp. 102–105. (in Russ.).
80. Suleymenova D.M., Kaniyeva G.K. *Nauka i zdravookhraneniye*, 2013, no. 2, pp. 77–78. (in Russ.).
81. Zazulevskaya L.Ya. *Prakticheskaya parodontologiya*. [Practical periodontology]. Almaty, 2006, 300 p. (in Russ.).
82. Shirshova V.M., Germanova O.A., Astrakova Ye.D. *Materialy II-y Respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Monitoring zdorov'ya i fizicheskoy podgotovlennosti molodezhi»*. [Proceedings of the II Republican Scientific and Practical Conference "Monitoring of Health and Physical Fitness of Youth"]. Novosibirsk, 2010, pp. 170–173. (in Russ.).
83. Shirshova V.M., Lysova N.F., Ayzman R.I., Shirshova O.A. *Materialy mezhregional'noy konfe-rentsii «Problemy teorii i praktiki upravleniya obrazovaniyem»*. [Proceedings of the interregional conference "Problems of the theory and practice of education management"]. Barnaul, 2002, pp. 142–145. (in Russ.).
84. Shirshova V.M., Lysova N.F., Ayzman R.I., Shirshova O.A. *Pedagogicheskiy universitetskiy vestnik Altaya*, 2002, no. 1, pp. 441–444. (in Russ.).

Received October 11, 2021

Revised December 17, 2021

Accepted February 8, 2022

For citing: Burkova V.N., Sergun V.P., Ivanov A.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 2, pp. 19–34. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcpm.20220210469.