

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ

УДК 582.477, 615.28, 661.74

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОРЫ *JUNIPERUS COMMUNIS* (CUPRESSACEAE)

© 2024 г. Н. В. Селиванова*, М. А. Пустынная, М. А. Гусакова, К. Г. Боголицын

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики УрО РАН, г. Архангельск, Россия

*e-mail: snatalia-arh@yandex.ru

Поступила в редакцию 04.05.2023 г.

После доработки 02.06.2023 г.

Принята к публикации 07.06.2023 г.

В работе представлены результаты исследования компонентного состава коры *Juniperus communis* L. (Cupressaceae). Показано, что по сравнению с древесиной кора содержит в 3.5 раза больше экстрактивных веществ. Методом хромато-масс-спектрометрии получены сведения об индивидуальном компонентном составе спиртового и петролейного экстрактов коры *J. communis*. Выявлены различия в компонентном составе спиртового и петролейного экстрактов коры. Основную часть компонентов спиртового экстракта составляют моносахариды, дисахариды и смоляные кислоты; петролейного экстракта – смоляные и жирные кислоты, стерины. Установлено, что спиртовой экстракт коры *J. communis* обладает высокой антирадикальной активностью. Степень ингибирования радикала ABTS для спиртового экстракта коры составила 86–87%. На основании проведенных исследований можно заключить, что кора *J. communis* субарктического региона является источником ценных биологически активных веществ.

Ключевые слова: *Juniperus communis*, кора, экстрактивные вещества, биологически активные вещества, антирадикальная активность

DOI: 10.31857/S0033994624010064, **EDN:** HBCAJU

Растущая потребность в лекарственных и биологически активных препаратах свидетельствует о необходимости поиска новых источников сырья или более подробном изучении ранее известных. Флора Северо-Западного региона России имеет свои характерные особенности по составу и разнообразию, что представляет интерес для получения ценных продуктов, обладающих высокой антирадикальной и антибактериальной активностью. Одним из растений, которое уже на протяжении долгого времени привлекает внимание исследователей, является можжевельник обыкновенный *Juniperus communis* L. (Cupressaceae). Известно, что компоненты растительной ткани растений, произрастающих в экстремальных условиях, могут обладать особыми физикохимическими и биологическими свойствами.

Результаты изучения фармацевтического рынка фитопрепаратов свидетельствуют о присутствии лекарственных средств из можжевельника. Согласно литературным данным, активному

изучению подвергались древесная зелень, древесина и шишкягоды можжевельника обыкновенного [1–6], в то время как работы по изучению свойств коры отсутствуют. Разнообразный компонентный состав, широкий спектр фармакологических свойств, широкий ареал произрастания можжевельника свидетельствуют об актуальности продолжения таких исследований.

При переработке древесины образуются отходы окорки, которые пока не имеют рационального применения. Вследствие этого основные направления переработки коры все еще ограничены ее утилизацией как органического материала в качестве топлива, в сельском хозяйстве и т.п. Редкие примеры использования коры отдельных древесных пород для выделения дубильных веществ, производства пробки, получения дегтя (из бересты березы) и выделения из коры растущих деревьев пихты пихтового балзама не улучшают, к сожалению, общую картину неэффективного использования содержащихся в коре ценных органических соединений. Обла-

дая уникальным компонентным составом, кора может быть использована в качестве сырья для получения широкого спектра продуктов, поэтому для разработки технологий более квалифицированного использования названных отходов необходимы сведения о составе древесной коры.

Особенности компонентного состава древесины и древесной зелени можжевельника обыкновенного рассмотрены нами ранее [3, 4, 6]. Цель данного исследования – изучение особенностей компонентного состава коры *Juniperus communis*, произрастающего на территории Архангельской обл.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Отбор проб коры *Juniperus communis* проводили с растущих экземпляров на высоте 1 м в 2021–2022 гг. в Приморском р-не Архангельской обл. (на ранее выбранных тестовых площадках) [3, 4]. Каждый образец содержал усредненную пробу с 5 здоровых (без признаков ослабления) особей можжевельника разного диаметра.

Образцы коры высушивали на воздухе, измельчали на лабораторной мельнице ЛМ 201 с водяным охлаждением, усредняли (размер фракции, взятой на исследование составил 1–2 мм) и определяли влажность. Схема анализа образцов коры *J. communis* приведена на рис. 1.

Компонентный состав коры определяли по общепринятым в химии древесины методикам [7]. Определение содержания целлюлозы осуществляли удалением нецеллюлозных компонентов азотно-спиртовой смесью, лигнина – методом Класона в модификации Комарова по данным четырех параллельных определений. Дубильные вещества определяли по методу Левенталя в модификации Л.А. Курсанова. Метод предусматривает определение суммарного содержания всех фенольных соединений, но использование пересчетного коэффициента Нейбауэра позволяет установить содержание дубильных веществ [8].

Выделение экстрактивных веществ осуществляли методом дефлегмации в аппарате Сокслета (экстрагенты: 96%-й этиловый спирт, изопропиловый спирт, гексан и петролейный эфир) при постоянном кипении в течение 5 ч. Определение в полученных экстрактах сухого остатка проводили по ГФ XI ОФС “Экстракты” [9].

Эфирное масло из коры можжевельника выделяли по методу Клевенджера, который осно-

ван на гидродистилляции эфирного масла из сырья в градуированный приемник [9]. Содержание эфирного масла (%) в абсолютно сухом сырье вычисляли по формуле:

$$\omega = \frac{0.95 \times V}{m_c} \times 100\%,$$

где V – объем эфирного масла, см³; 0.95 – плотность эфирного масла, г/см³; m_c – масса сухого сырья, г.

Идентификацию индивидуальных соединений спиртового и петролейного экстрактов коры проводили методом хромато-масс-спектрометрии с использованием газового хромато-масс-спектрометра GC-MS QP-2010 Ultra (Shimadzu, Япония). При подготовке проб к хромато-масс-спектрометрическому анализу предварительно проводили их дериватизацию силилирующим агентом BSTFA. Условия хроматографического анализа: колонка Rxi-5 Sil MS (длина колонки 30 м, внутренний диаметр 0.25 мм), изотермический режим при 50°C в течение трех минут, затем программированный подъем температуры со скоростью 10°C/мин до 320°C с выдержкой при конечной температуре 20 мин. Температура испарителя 230°C, температура ионизационной камеры 230°C, энергия ионизации 70 эВ. Идентификацию соединений осуществляли по библиотекам массспектров NIST 2011 и Wiley 2010 со степенью достоверности выше 80%.

Для определения антирадикальной активности (АРА) использовали метод на основе реакции компонентов водно-спиртового экстракта со стабильным предварительно генерированным радикальным катионом 2.2'-азино-бис-(3-этилбензотиазолин-6-сульфоновой кислоты) (ABTS) [10]. Оптическую плотность определяли на сканирующем спектрофотометре UV-1800 (Shimadzu, Япония) при длине волны 734 нм. Реакцию проводили в кварцевых кюветах с плотно закрывающимися крышками при комнатной температуре путем приливания к раствору катион-радикала ABTS рабочего раствора. В качестве контрольного образца использовали раствор ABTS, в качестве раствора сравнения – цитратный буферный раствор, содержащий этанол.

Антирадикальную активность (% ингибирования ABTS) вычисляли по формуле:

$$\% \text{ ингибирования} = \frac{D_{\text{контр}} - D_x}{D_{\text{контр}}} \times 100\%,$$

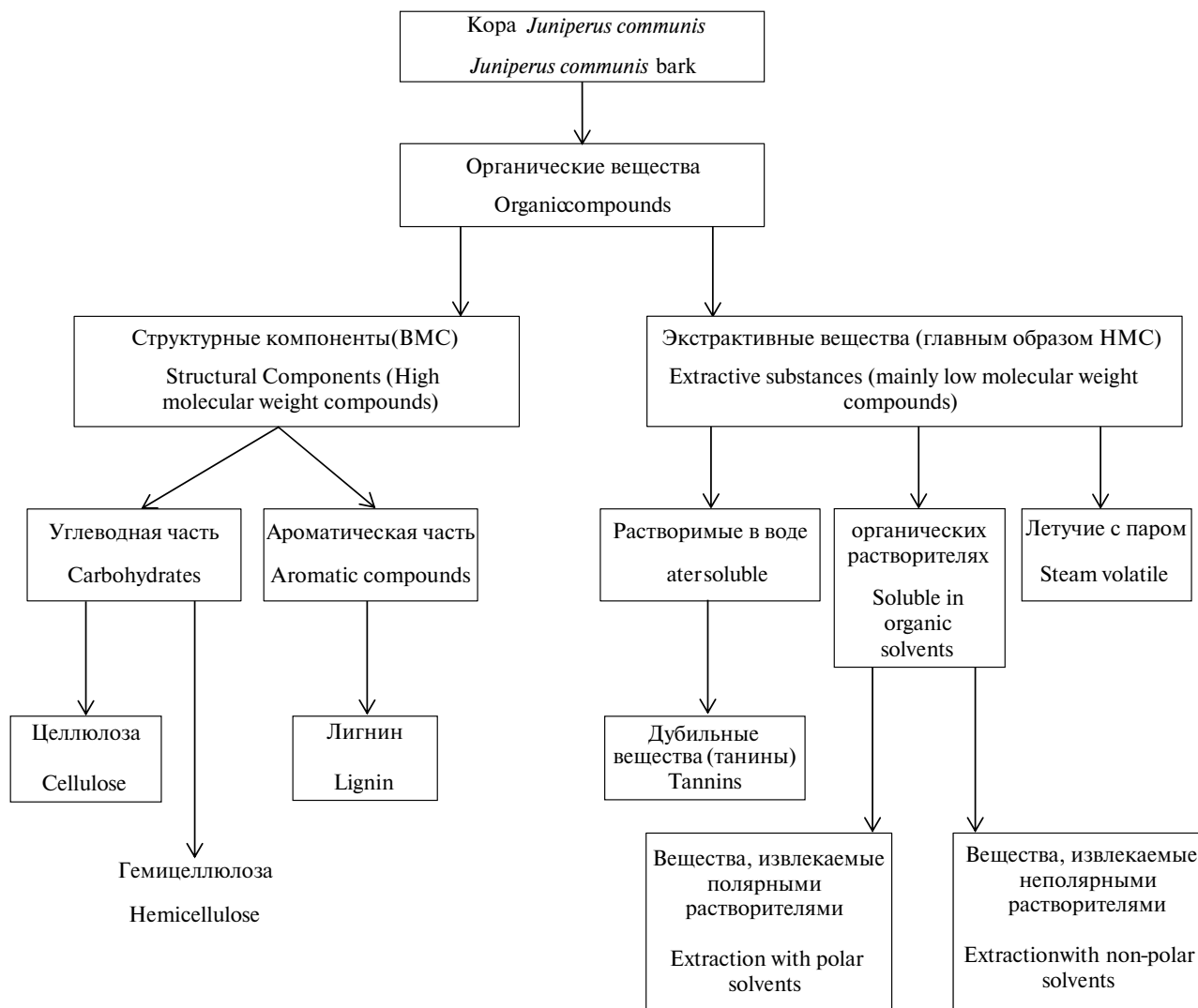


Рис. 1. Схема анализа коры *Juniperus communis*.
Fig. 1. Scheme of *Juniperus communis* bark analysis.

где D_x – оптическая плотность исследуемого раствора, $D_{\text{контр}}$ – оптическая плотность контрольного раствора.

Каждое определение проводили трижды, причем различия в полученных значениях АРА составляли не более 0.5% от определяемой величины.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате изучения компонентного состава коры *Juniperus communis* обнаружено, что он представляет собой комплекс соединений, основную долю которых составляют целлюлоза, лигнин и широкий спектр экстрактивных

веществ (табл. 1). Следует отметить, что компонентный состав коры *J. communis* заметно отличается от состава древесины. Это отличие обусловлено разным анатомическим строением и разной ролью в жизнедеятельности особи коры и древесины.

Количество целлюлозы в коре *J. communis* колеблется от 29.4 до 33.3%, гемицеллюлоз от 2.6–2.7%, что значительно меньше, чем в древесине. С другой стороны, кора можжевельника содержит большее количество лигнина – до 36.6% по сравнению с древесиной (29.8%), что соответствует данным, представленным в литературе [3, 13].

Характерной особенностью компонентного состава коры является высокое содержание

Таблица 1. Компонентный состав коры можжевельника обыкновенного, произрастающего на территории Архангельской области**Table 1.** The component composition of *Juniperus communis* bark from the Arkhangelsk region

Показатель Index	Значение Value		
	Кора Bark	Древесина [3, 6] Wood	Древесная зелень [4] Young shoots
Целлюлоза, % Cellulose, %	29.4–33.3	36.4–47.0	0.19–0.20
Лигнин Класона, % Klason Lignin, %	29.5–36.6	28.6–31.5	32.9–33.3
Гемичеселлюлозы, % Hemicelluloses, %	2.6–2.7	7.0–6.1	–
Экстрактивные вещества, % Extractive substances, %			
– экстрагируемые горячей водой extracted with hot water	8.9–12.0	2.14	14.5–32.3
– экстрагируемые этанолом extracted with ethanol	9.0–14.3	3.88	14.4–25.7
– экстрагируемые паром (эфирное масло) extracted by steam (essential oil)	0.5–0.7	0.12 [11]	2.7–4.7
– дубильные вещества tannins	13.7–14.1	–	2.0–7.6 [12]

экстрактивных веществ (до 15%) и наличие биологически активных веществ. Среди экстрактивных веществ коры особого внимания заслуживают фенольные и смолистые компоненты. Содержание фенольных веществ зависит от физиологической активности, интенсивности ростовых процессов [14], а также от физико-химических особенностей коры. Большая часть фенольных соединений коры, включая конденсированные дубильные вещества, являются водорастворимыми, их содержание, например, в коре сосны составляет 9–11% [15], лиственницы – 9–13% [16]. Как показывают полученные результаты, содержание дубильных веществ в коре можжевельника обыкновенного составляет 13.9%. С одной стороны, это свидетельствует о большей интенсивности окислительных процессов, происходящих в коре. С другой стороны, повышенное содержание дубильных веществ в коре можжевельника позволяет рассматривать ее как сырье для практического применения в качестве ингибиторов растений.

Экстрактивные вещества, содержащиеся в большом количестве в коре, представляют особый интерес. В ряде случаев комплекс биологически активных соединений в составе экстракта

оказывает более разностороннее действие, чем отдельные его компоненты. Какие действующие и сопутствующие вещества перейдут в экстракт при извлечении, зависит от метода экстракции и применяемого растворителя. Поэтому для оценки содержания биологически активных веществ в коре можжевельника определяли содержание экстрактивных веществ, извлекаемых паром и растворителями различной степени полярности. При экстракции полярными растворителями (этиловый спирт, изопропиловый спирт, вода) из коры преимущественно извлекаются флавоноиды, фенольные соединения. Неполярными растворителями (петролейный эфир, бензин, гексан) извлекается большая группа веществ, обладающих биологической активностью и имеющих практическое применение. Эти вещества представлены смоляными, жирными и нейтральными соединениями (алканы, сложные эфиры, жирные спирты и стерини).

Сравнительный анализ данных, полученных различными методами экстракции, показал, что выход эфирного масла из коры составляет 0.6%, что в 3–4 раза меньше, чем из древесной зелени можжевельника (табл. 1). Наибольшее количество смолистых веществ из коры можжевельника

извлекается этиловым и изопропиловым спиртами — 14.3 и 13.4% соответственно, тогда как петролевым эфиром и гексаном извлекается соответственно 4.0 и 4.2%.

Для идентификации и количественного определения содержания индивидуальных компонентов в полученных спиртовом и петролеином экстрактах применяли метод хромато-масс-спектрометрии. На рис. 2 и 3 приведены хроматограммы спиртового и петролеинового экстрактов. В табл. 2 и 3 указано содержание основных компонентов спиртового и петролеинового экстрактов коры, идентифицированных с достаточной высокой степенью вероятности, относительное содержание которых выше 1%.

Анализ данных, приведенных в табл. 2 и 3, показал, что изученный компонентный состав спиртового и петролеинового экстрактов отличается не только в качественном, но и в количественном отношении. В спиртовом экстракте коры можжевельника было обнаружено 43 компонента, из них идентифицировано 33 компонента. В петролеином экстракте был обнаружен 41 компонент, из которых идентифицировано 23 компонента. В петролеином экстракте, например, на долю смоляных кислот приходится более 62% от общего содержания веществ, а в спиртовом экстракте — чуть больше 18%. Кро-

ме того, в составе спиртового экстракта присутствуют сахара, которые отсутствуют в составе петролеинового экстракта.

Согласно литературным данным, выделенный комплекс экстрактивных веществ спиртового экстракта обладает выраженной антиоксидантной активностью. Так, пинитол, обнаруженный в спиртовом экстракте, подавляет процессы образования свободных радикалов и перекисное окисление липидов; катехины — органические вещества из группы флавоноидов, являются сильными антиоксидантами [17–19]. Это подтверждают и полученные нами экспериментальные данные по антирадикальной активности (АРА), которая является оценкой биохимической активности экстрактов. Степень ингибирования радикала АВТS для спиртового экстракта коры составила 85.8–86.6%, что почти в 2 раза выше, чем для спиртового экстракта хвои можжевельника (46.8–48.0% ингибирования).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исследования компонентного состава коры можжевельника обыкновенного *Juniperus communis* L. (Cupressaceae), произрастающего на территории Архангельской обл., показали, что он значительно отличается от

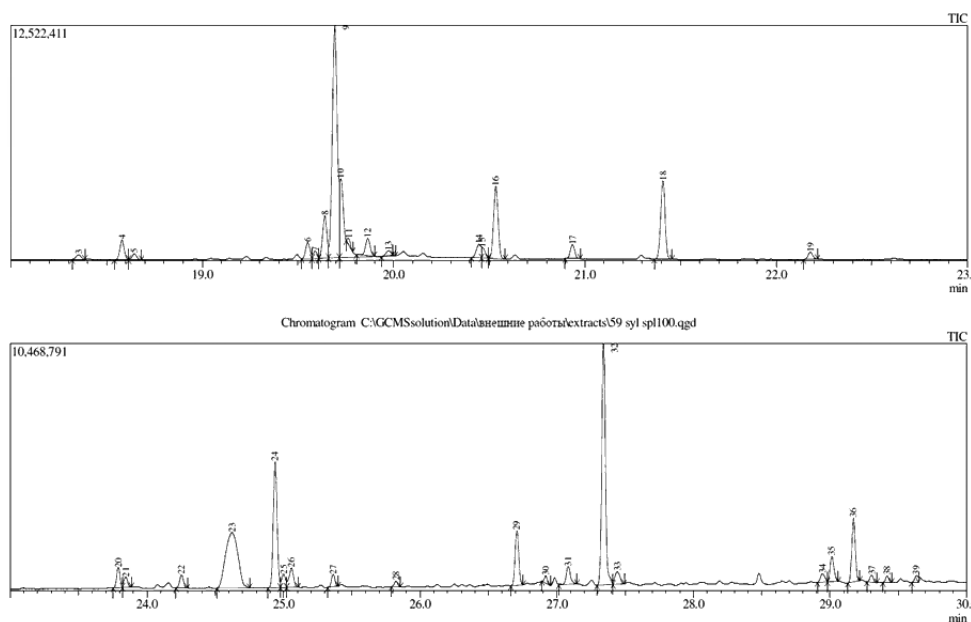
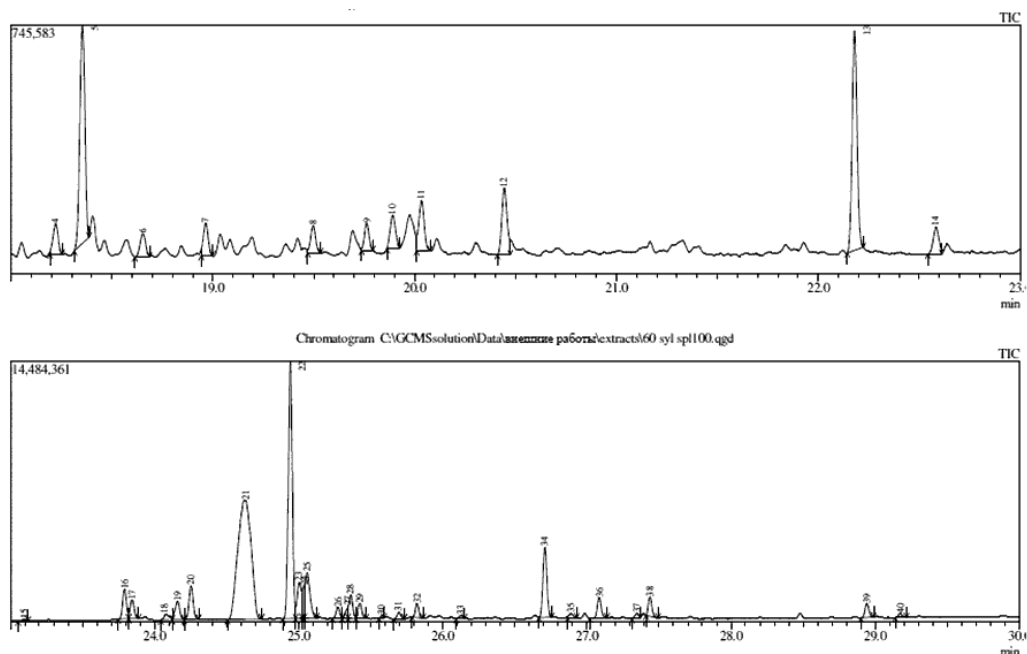


Рис. 2. Хроматограмма спиртового экстракта коры *Juniperus communis*.
Fig. 2. Chromatogram of the *Juniperus communis* bark alcohol extract.

Рис. 3. Хроматограмма петролейного экстракта коры *Juniperus communis*.Fig. 3. Chromatogram of the *Juniperus communis* bark petroleum extract.Таблица 2. Основные компоненты летучей части спиртового экстракта коры *Juniperus communis*
Table 2. Major volatile compounds of *Juniperus communis* bark alcoholic extract

Наименование компонента Identified compound	Время удерживания, мин* Retention time, min	Относительное содержание, % Relative content, %
Пинитол Pinitol	19.963	16.59
Сахароза Sucrose	27.342	14.41
Пимаровая кислота Pimaric acid	24.624	10.87
Изомер пимаровой кислоты Isomer of pimaric acid	24.939	7.70
Тагатопираноза Tagatopyranose	19.724	7.32
Глюкопираноза Glucopyranose	21.408	5.06
Изомер глюкопиранозы β -D-glucopyranose	20.535	4.62
Катехин Catechin	29.172	3.56
Фруктофураноза Fructofuranose	19.641	2.58
Изомер сахарозы α -D-glucopyranose	33.260	1.91
Катехин Catechin	29.013	1.55

* – Время удерживания, мин соответствует времени удерживания ТМС-производных перечисленных соединений.

* – Retention time corresponds to the retention time of TMS derivatives of the listed compounds.

Таблица 3. Основные компоненты летучей части петролейного экстракта коры *Juniperus communis*
Table 3. Major volatile compounds of *Juniperus communis* bark petroleum extract

Наименование компонента Identified compound	Время удерживания, мин* Retention time, min*	Относительное содержание, % Relative content, %
Пимаровая кислота Pimaric acid	24.632	33.03
Изомер пимаровой кислоты Isomer of pimaric acid	24.943	21.70
Стигмастерол Stigmasterol	33.228	4.09
Изомер пимаровой кислоты Isomer of pimaric acid	25.005	3.19
Изомер пимаровой кислоты Isomer of pimaric acid	24.254	2.93
Линолевая кислота Linoleic acid	23.792	2.40
5,8,11 – Эйкозатриеновая кислота 5,8,11 – Eicosatrienoic acid	25.363	1.86
Изомер пимаровой кислоты Isomer of pimaric acid	27.085	1.67
Олеиновая кислота Oleic acid	23.844	1.53

* – Время удерживания, мин соответствует времени удерживания ТМС-производных перечисленных соединений.

* – Retention time corresponds to the retention time of TMS derivatives of the listed compounds.

состава древесины этого вида. По сравнению с древесиной кора *J. communis* содержит в 3.5 раза больше экстрактивных веществ. Методом хромато-масс-спектрометрии было выявлено, что основную часть компонентов спиртового экстракта составляют моносахариды, дисахариды и смоляные кислоты; петролейного экстракта – смоляные и жирные кислоты, стерин. Установлено, что выделенный комплекс экстрактивных веществ спиртового экстракта обладает выраженной антирадикальной активностью. На основании проведенных исследований можно заключить, что кора можжевельника обычно-

венного является важным источником биологически активных веществ.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования проведены в рамках государственного задания ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН 2022–2024 гг. “Физико-химические основы селективных методов выделения, характеристики и применение биологически активных комплексов растительных объектов высоких широт для решения задач экологического контроля и здоровьесбережения” (№ 122011700252-1) с использованием оборудования ЦКП КТ РФ-Арктика (ФИЦКИА УрО РАН).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герлинг Н.В., Пуногов В.В., Груздев И.В. 2016. Компонентный состав эфирного масла можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) под пологом елового древостоя на Европейском Северо-Востоке России. – Химия растит. сырья. 2: 89–96.
<https://doi.org/10.14258/jcprm.2016021028>

2. Корниенко И.В., Новиков О.О., Писарев Д.И., Малютина А.Ю. 2015. Сравнительный химический анализ эфирного масла шишкоягод *Juniperus communis* L. из разных регионов Российской Федерации. – Научный результат. Серия Медицина и фармация. 3: 80–88.
<https://doi.org/10.18413/2313-8955-2015-1-3-80-88>
3. Зубов И.Н., Хвиюзов С.С., Лобанова М.А., Боголицын К.Г., Гусакова М.А. 2012. Влияние абиотических факторов на формирование лигноуглеводной матрицы древесины можжевельника. – Известия вузов. Лесн. журн. 1: 113–120.
http://lesnoizhurnal.ru/issuesarchive/?ELEMENT_ID=34579
4. Самсонова Н.А., Гусакова М.А., Боголицын К.Г., Селиванова Н.В. 2020. Компонентный состав и антибактериальная активность эфирного масла древесной зелени *Juniperus communis* L. Субарктической зоны России. – Сибирский лесн. журн. 2: 31–39.
<https://doi.org/10.15372/SJFS20200204>
5. Нарчуганов А.Н., Ефремов А.А., Оффан К.Б. 2010. Экстрактивные вещества лапки хвойных Эвенкии, извлекаемые при спиртовой обработке с использованием ультразвука. – Химия растит. сырья. 1:105–108.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=13859323>
6. Bogolitsyn K., Krasikova A., Gusakova M., Ivakhov A., Gravitis J. 2019. Selective extraction of terpenoid compounds of *Juniperus communis* L. wood in the medium of a binary solvent (supercritical CO₂ with modifier). – Phytochem. Anal. 30(6): 609–616.
<https://doi.org/10.1002/pca.2833>
7. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. 1991. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: Учебное пособие для вузов. М. 320 с.
8. Азовцев Г.Р. 1973. Изучение фенольных веществ Западно-Сибирских представителей рода *Sanguisorba* L.: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 28 с.
9. Государственная Фармакопея СССР, XI изд.: в 2 вып. 1987. М. Вып. 1. 336 с. 1990. Вып. 2. 400 с.
10. Одарюк В.В., Одарюк И.Д., Каниболоцкая Л.В., Шендрик А.Н. 2014. Антирадикальная способность фенольных антиоксидантов по отношению к катион-радикалу 2,2'-азино-бис(3-этилбензтиазолин-6-сульфоно-вой кислоты). – Вестник Донецкого нац. университета. Сер. А: Природные науки. 2: 121–125.
http://donnu.ru/public/journals/vestnikA/archive/files/Вестник%20ДонНУ_Серия%20А_2014_2.pdf
11. Marongiu B., Porcedda S., Piras A., Sanna G., Murreddu M., Loddo R. 2006. Extraction of *Juniperus communis* L ssp. pana Wild. essential oil by supercritical carbon dioxide. – Flavour Fragr. J. 21(1): 148–154.
<https://doi.org/10.1002/ffj.1549>
12. Никитина Ю.О., Сарбаева Е.В. 2017. Содержание дубильных веществ в хвое и шишкоягодах можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.). – В сб.: Современные проблемы медицины и естест. наук: Сборник статей Всероссийской научной конференции. Йошкар-Ола. С. 219–222.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=29180501>
13. Никитин Н.И. 1978. Химия древесины и целлюлозы: Учебное пособие. Л. 711с.
14. Высочина Г.И. 2004. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск. 240 с.
15. Дейнеко И.П., Дейнеко И.В., Белов Л.П. 2007. Исследование химического состава коры сосны. – Химия растит. сырья. 1: 19–24.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=9482860>
16. Эрнст Л.К., Науменко З.М., Ладинская С.И. 2010. Кормовые ресурсы леса. М. 369 с.
17. Dewangan P., Verma A., Kesharwani D. 2014. Isolation of D-pinitol: A bioactive carbohydrate from the leaves of *Bauhinia variegata* L. – Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res. 24(1). 43–45.
<https://globalresearchonline.net/journalcontents/v24-1/08.pdf>
18. Альмагамбетов А.М., Темиргазиев Б.С., Заварзин И.В., Качала В.В., Кудабаяева П.К., Тулеуов Б.И., Адекенов С.М. 2016. Новый перспективный растительный источник D-пинитола, обладающего антидиабетическими и гипогликемическими свойствами. – Химия растит. сырья. 3: 79–84.
<https://doi.org/10.14258/jcprgm.2016031004>
19. Меньщикова Е.В., Ланкин В.З., Кандалицева Н.В. 2012. Фенольные биоантиоксиданты в биологии и медицине. Структура, свойства, механизмы действия. Saarbrücken. 495 с.

Bioactive Compounds From The Bark Of *Juniperus Communis* (Cupressaceae)

N. V. Selivanova*, M. A. Pustynnaya, M. A. Guskova, K. G. Bogolitsyn

Federal Research Center for Comprehensive Study of the Arctic Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia

*e-mail: snatalia-arh@yandex.ru

Abstract – The paper presents the results of the study of *Juniperus communis* L. (Cupressaceae) bark composition. It is shown that the juniper's bark contains 3.5 times more extractives than its wood. Individual component composition of ethanol and petroleum extracts of *J. communis* bark was confirmed using gas chromatography – mass spectrometry. Difference in the component composition of ethanol and petroleum bark extracts was determined. The major constituents of *J. communis* ethanol extract are monosaccharides, disaccharides and resin acids; of petroleum extract – resin and fatty acids, and sterols. It has been established, that ethanol extract of *J. communis* bark exhibit high antioxidant activity. The ABTS radical inhibition activity of the bark alcoholic extract reached 86–87%. Based on the conducted research, it can be concluded that in the subarctic region the bark of *J. communis* is a source of valuable bioactive substances.

Keywords: *Juniperus communis*, bark, extractives, biologically active substances, antioxidant activity

ACKNOWLEDGMENTS

The research was carried out within the framework of the state assignment of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research (FECIAR) of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences for 2022–2024. “Physics and chemistry of selective methods for isolating, characterizing and using biologically active complexes of plant objects of high latitudes to solve problems of environmental control and health protection” (No. 122011700252-1) using the the instrumentation of the Core Facility Center “Arktika” of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research.

REFERENCES

1. Gerling N.V., Punegov V.V., Gruzdev I.V. 2016. Component composition of essential oil of common juniper (*Juniperus communis* L.) under the canopy of spruce forests in the European North-East Russia). – Khimija Rastitel'nogo Syr'ja. 2: 89–96.
<https://doi.org/10.14258/jcprm.2016021028> (In Russian)
2. Kornienko I.V., Novikov O.O., Pisarev D.I., Malyutina A. Yu. 2015. Comparative analysis of the essential oil chemical composition of *Juniperus communis* L. cone from different regions of the Russian Federation. – Research Result. Ser. Medicine and Pharmacy. 3: 80–88.
<https://doi.org/10.18413/2313-8955-2015-1-3-80-88> (In Russian)
3. Zubov I.N., Khviyuzov S.S., Lobanova M.A., Guskova M.A., Bogolitsyn K.G., 2012. Influence of abiotic factors on the juniper wood lignocarbhydrate matrix formation. – Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal). 1: 113–120. http://lesnoizhurnal.ru/en/archive/article_index_years.php?ELEMENT_ID=165021 (In Russian)
4. Samsonova N.A., Guskova M.A., Bogolitsyn K.G., Selivanova N.V. 2020. Componential composition and antibacterial activity of essential oil of wood greenery of *Juniperus communis* L. in the Subarctic region of Russia. – Siberian Journal of Forest Science. 2: 31–39.
<https://doi.org/10.15372/SJFS20200204> (In Russian)
5. Narchuganov A.N., Yefremov A.A., Offan K.B. 2010. Extractive substances of the conifers' green shoots form Evenkia extracted by ultrasonic-assisted alcohol treatment. – Khimija Rastitel'nogo Syr'ja. 1: 105–108.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=13859323> (In Russian)
6. Bogolitsyn K., Krasikova A., Guskova M., Ivakhov A., Gravitis J. 2019. Selective extraction of terpenoid compounds of *Juniperus communis* L. wood in the medium of a binary solvent (supercritical CO₂ with modifier). – Phytochem. Anal. 30(6): 609–616.
<https://doi.org/10.1002/pca.2833>
7. Obolenskaya A.V., Yel'nitskaya Z.P., Leonovich A.A. 1991. [Laboratory sessions on the chemistry of wood and pulp: A manual for universities]. Moscow. 320 p. (In Russian)
8. Azovtsev G.R. 1973. [The study of phenolic substances of the West-Siberian representatives of the *Sanguisorba* L. genus.: Abstr. ... Dis. Cand. (Biology) Sci.]. Novosibirsk. 28 p. (In Russian)

9. [State Pharmacopoeia of the USSR, XI edition: in 2 volumes]. Moscow. 1987. Vol. 1. 336 p. 1990. Vol 2. 400 p. (In Russian)
10. *Odaryuk V.V., Odaryuk I.D., Kanibolotska L.V., Shendrik A.N.* 2014. Antiradical ability of phenolic antioxidants with in reaction with 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) radical action. – Bulletin of Donetsk National University. Ser. A: Natural Science. 2: 121–125.
http://donnu.ru/public/journals/vestnikA/archive/files/Вестник%20ДонНУ_Серия%20А_2014_2.pdf
(In Russian)
11. *Marongiu B., Porcedda S., Piras A., Sanna G., Murreddu M., Loddo R.* 2006. Extraction of *Juniperus communis* L. subsp. *nana* Wild. essential oil by supercritical carbon dioxide. – Flavour Fragr. J. 21(1): 148–154.
<https://doi.org/10.1002/ffj.1549>
12. *Nikitina Y.O., Sarbayeva E.V.* 2017. [The content of tannins in needles and pine cones of the common juniper (*Juniperus communis* L.)]. – In: [Modern problems of medicine and nature. Proc. of the Russian scientific conference]. Yoshkar-Ola. P. 219–222.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=29180501> (In Russian)
13. *Nikitin N.I.* 1978. [Chemistry of Wood and Cellulose: Textbook]. Leningrad. 711 p. (In Russian)
14. *Vysochina G.I.* 2004. [Phenolic compounds in the taxonomy and phylogeny of the buckwheat family]. Novosibirsk. 240 p. (In Russian)
15. *Deineko I.P., Deineko I.V., Belov L.P.* 2007. [Investigation of the chemical composition of pine bark]. – Khimija Rastitel'nogo Syr'ja. 1: 19–24.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=9482860> (In Russian)
16. *Ernst L.K., Naumenko Z.M., Ladinskaya S.I.* 2010. [Fodder resources of the forest]. Moscow. 369 p. (In Russian)
17. *Dewangan P., Verma A., Kesharwani D.* 2014. Isolation of D-pinitol: A bioactive carbohydrate from the leaves of *Bauhinia variegata* L. – Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res. 24(1): 43–45.
<https://globalresearchonline.net/journalcontents/v24-1/08.pdf>
18. *Almagambetov A.M., Temirgaliev B.S., Zavarzin I.V., Kachala V.V., Kudabaeva P.K., Tuleuov B.I., Adekenov S.M.* 2016. New prospective herbal source of D-pinitol, possessing anti-diabetic and hypoglycemic properties. – Khimija Rastitel'nogo Syr'ja. 3: 79–84.
<https://doi.org/10.14258/jcprm.2016031004> (In Russian)
19. *Menshchikova E.B., Lankin V.Z., Kandalintseva N.V.* 2012. Phenolic antioxidants in biology and medicine. Structure, properties, mechanisms of action. Saarbrücken. 495 p. (In Russian)