

УДК 547.19

АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ВОДНО-СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТОВ *RHODODENDRON ADAMSII R.*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ЯКУТИИ

© *И.Д. Зыкова**, *Л.В. Наймушина¹*, *А.А. Ефремов^{1,2}*

¹ Сибирский федеральный университет, пр. Свободный, 79, Красноярск, 660049 (Россия), e-mail: izykova@sfu-kras.ru

² Институт космических технологий ФИЦ КНЦ СО РАН, Академгородок, 50, Красноярск, 660036 (Россия)

Изучены классы экстрактивных веществ рододендрона Адамса, произрастающего в Республике Саха (Якутия), содержащиеся в водном экстракте и экстрактах на основе 20, 40, 70 и 95%-ного этилового спирта. Показано, что в основном это фенольные соединения, в составе которых преобладают дубильные вещества и флавоноиды, причем их максимальное содержание отмечено в экстракте растения на основе 40%-ного водно-спиртового раствора.

Методом ВЭЖХ установлено наличие в экстрактах хлорогеновой, кофейной, галловой кислот, рутина, кверцетина и дигидрокверцетина.

В модельных реакциях со свободным стабильным 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил радикалом изучены антирадикальные свойства (АРА) экстрактов рододендрона Адамса. Результаты ДФПГ-тестов: максимальное значение АРА (60.2%) зарегистрировано для 40% водно-спиртового экстракта, минимальное – для 95%. По величине АРА экстракты можно расположить в следующий ряд: 40%-ный водно-спиртовой экстракт > 20%-ный водно-спиртовой экстракт > 70%-ный водно-спиртовой экстракт > водный экстракт > 95%-ный водно-спиртовой экстракт. Показано, что антирадикальная активность экстрактов хорошо коррелирует с содержанием в их составе фенольных соединений (коэффициент корреляции 0.98).

Ключевые слова: Рододендрон Адамса (*Rhododendron adamsii* Render), водные и водно-спиртовые экстракты, экстрактивные вещества, ВЭЖХ, антирадикальная активность, 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ).

Введение

Рододендрон Адамса (*Rhododendron adamsii* Render), или Саган-Дайля – вечнозеленый кустарник семейства Вересковые – зарекомендовал себя в качестве целебного растения еще со времен зарождения тибетской медицины. Его водные и спиртовые экстракты популярны среди народов Дальнего Востока и Северной Азии – основного ареала произрастания кустарника – как стимулирующее, тонизирующее и противовоспалительное средство. Ряд исследований показал, что тонизирующая способность спиртовых экстрактов рододендрона Адамса сравнима с таковой у аналогичных настоек известного своими стимулирующими свойствами элеутерококка [1–3]. Установлено наличие мнемотропной активности, а также противовоспалительное и антиоксидантное действие извлечений из *R. adamsii* [4, 5].

В народной медицине применяются все надземные вегетативные части растения: побеги, цветы, плоды, листья и стебли, в том числе одревесневшие. Например, в Бурятии и Восточных Саянах используют такой сбор для заваривания аутентичного ароматного и терпкого напитка – чая Саган-Дайля. В России в научной медицине рододендрон Адамса как лекарственное растение пока не зарегистрирован; но появля-

Зыкова Ирина Дементьевна – кандидат технических наук, доцент, e-mail: izykova@sfu-kras.ru

Наймушина Лилия Викторовна – кандидат химических наук, доцент, e-mail: izykova@sfu-kras.ru

Ефремов Александр Алексеевич – доктор химических наук, профессор, e-mail: aefremov@sfu-kras.ru

ются работы по разработке методов стандартизации растения в фармакологических целях [6].

Химический состав *R. adamsii* может различаться в различных органах кустарника, но преимущественно он представлен эфирными маслами, ре-

* Автор, с которым следует вести переписку.

дуцирующими сахарами, фенольными соединениями – дубильными веществами, флавоноидами, фенолкарбоновыми кислотами (хлорогеновой, кофейной, ванилиновой, феруловой, о-кумаровой), а также витаминами (С, РР, Е, D) и минералами [7–12]. В составе надземных частей растения (листья, цветы, стебли) обнаружено более 170 метаболитов и устойчивых соединений, обладающих выраженной биологической активностью. Так, в листьях *R. adamsii* авторами [13] методом ВЭЖХ был изучен состав и содержание агликонов и гликозидов флавоноидов. В их составе преобладает кверцетин и дигидрокверцетин. В эфирном масле рододендрона Адамса, состав которого зависит от места произрастания растения, доминирующими компонентами являются неролидол, фарнезен, 4-фенил-2-бутанон и аромадендрен [8–10].

Известно, что в составе растения нет алкалоидов, а тонизирующим действием обладает витаминоподобное вещество – инозитол, контролирующее выработку дофамина и серотонина, а также устраняющее тревожность и депрессивное состояние [2]. Есть также данные о содержании в экстрактах минорных компонентов – аминокислот, сердечных гликозидов, арбутина [11]. Достаточно хорошо изучен состав липофильных компонентов эфирного экстракта *R. adamsii* и его активность против основной протеазы SARS-COV-2 [14].

Большинство исследований химических и фармакологических свойств *R. adamsii* посвящено его водным и спиртовым настойкам. В связи с этим представляет интерес исследование химического состава и антирадикальной активности водных и водно-спиртовых экстрактов исследуемого растения.

Цель работы – изучение антирадикальных свойств экстрактов *R. adamsii*, произрастающего в Якутии, в зависимости от концентрации в их составе этилового спирта.

Материалы и методы

Исходное сырье – листья и побеги рододендрона Адамса – в количестве, необходимом для исследования, было собрано в Якутии (Нерюнгринский район, хребет Западные Янги).

Экстрактивные вещества извлекали из измельченного сухого сырья фракции 2–3 мм водой и водно-спиртовыми растворами с концентрацией этанола 20, 40, 70, 95 об.%. Исходная навеска сырья для получения экстрактов составляла 1.00 грамм, гидромодуль процесса 1 : 100. Для установления природы экстрактивных веществ в исходном сырье использовали методы количественного химического анализа растительного сырья согласно [15–18].

Суммарное содержание полифенольных соединений в пересчете на галловую кислоту определяли с использованием реактива Фолина-Чокалтеу (AppliChem.Pancreas, Германия) [17]. Содержание дубильных веществ определяли фармакопейным перманганатометрическим методом титрования Левенталья в модификации А.Л. Курсанова согласно [18].

Содержание суммы флавоноидов определяли спектрофотометрически на основании батохромного сдвига при применении $AlCl_3$ в соответствии с [19].

Электронные спектры экстрактов регистрировали на спектрофотометре Shimadzu UV-1700 в диапазоне сканирования 190–900 нм. В случае необходимости исходные экстракты разбавляли. Идентификацию экстрактивных соединений проводили в соответствии с [19].

Для изучения антирадикальной активности (АРА) использовали реакцию компонентов полученных экстрактов со стабильным свободным 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил радикалом (ДФПГ) (Sigma-Aldrich, Германия), которая приводит к изменению полосы поглощения радикала при 517 нм. Реакцию проводили в кварцевых кюветах с плотно закрывающимися крышками (толщина кюветы 10 мм) при температуре 293 ± 1 К путем приливания к 3 мл 2.0×10^{-4} М раствора ДФПГ в 95%-ном этаноле 20 мкл исследуемых экстрактов. Измерения снижения величины оптической плотности проводили через 30 мин от момента добавления исследуемых экстрактов к раствору ДФПГ аналогично [20]. Расчет величины АРА (% ингибирования радикала ДФПГ) проводили по формуле

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

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

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

Хроматографический анализ индивидуальных соединений и веществ фенольной природы в исследуемых экстрактах осуществляли на жидкостном хроматографе Милихром А-02 (ЗАО Институт хроматографии «ЭкоНова», Новосибирск) в градиентном режиме элюирования на колонке «Silasorb» (SPH 5C18, 2×75 мм, $d_p=5$ мкм), элюенты: А – 0.01% раствор HCOOH, В – 100% ацетонитрил, скорость подачи подвижной фазы составляла 100 мкл/мин, градиент: 5–5.5% за 30 мин., при длинах волн детектирования: 210 (опорная), 230, 240, 250, 260, 280, 300 нм. Объем вводимой пробы – 5 мкл экстракта растения. Идентификацию проводили по временам удерживания и спектральным отношениям индивидуальных веществ в сравнении с аналогичными характеристиками ГСО галловой, хлорогеновой, кофейной кислот, рутина, кверцетина, ди-гидрокверцетина производства Sigma-Aldrich.

Результаты и обсуждение

В результате спектрофотометрического исследования установлено, что в электронном спектре водного экстракта *R. adamsii* регистрируются полосы поглощения, свидетельствующие о наличии в экстракте фенольных веществ различной природы. В соответствии с литературными данными максимумы поглощения в диапазоне 270–290 нм могут указывать на то, что в водном экстракте *R. adamsii*, возможно, присутствуют оксикоричные и оксибензойные кислоты [15]. В спектрах на рисунке 1а наблюдается широкая слабо дифференцированная полоса поглощения в диапазоне 320–400 нм, что косвенно может указывать на присутствие в экстракте флавонов, флавонолов и флавононов. Поскольку вода является хорошим растворителем дубильных веществ, сахаров, некоторых полярных кислот, то вследствие образования глобулярных полигидратных комплексов и последующего рассеивания излучения на спектрах их идентификация затруднена.

В спектре 70%-ного водно-спиртового экстракта (рис. 1б) зарегистрированы четкие максимумы полос поглощения при 664 и 606 нм, отражающие присутствие хлорофилла и хлорофилл-замещенных соединений; полосы поглощения при 536 и 507 нм – присутствие антоцианов и лейкоантоцианов.

Авторам работы [2] применение хромато-масс-спектрометрии позволило идентифицировать в составе экстрактов листьев рододендрона Адамса различные классы химических соединений, проявляющих биологическую активность: углеводы (сахара, полисахариды и пищевые волокна), простые фенольные гликозиды, тритерпеновые гликозиды, флавоноиды, замещенные фенолы, органические кислоты, производные бензойной кислоты, гидроксициннаматы, дигидрохалконы, катехины и процианидины. Поскольку многие из этих соединений проявляют восстановительные свойства и обеспечивают высокую антиоксидантную активность экстрактов растений, то представляло интерес определить антирадикальную активность водно-спиртовых экстрактов *R. adamsii*.

Результаты количественного анализа суммарного содержания в экстрактах фенольных соединений, а также отдельно содержания флавоноидов и дубильных веществ (в процентах от абсолютно сухой навески (а.с.н.) представлены в таблице.

Выявлено, что увеличение содержания этанола в составе экстрагента выше 40% ведет к снижению суммарного количества фенольных соединений.

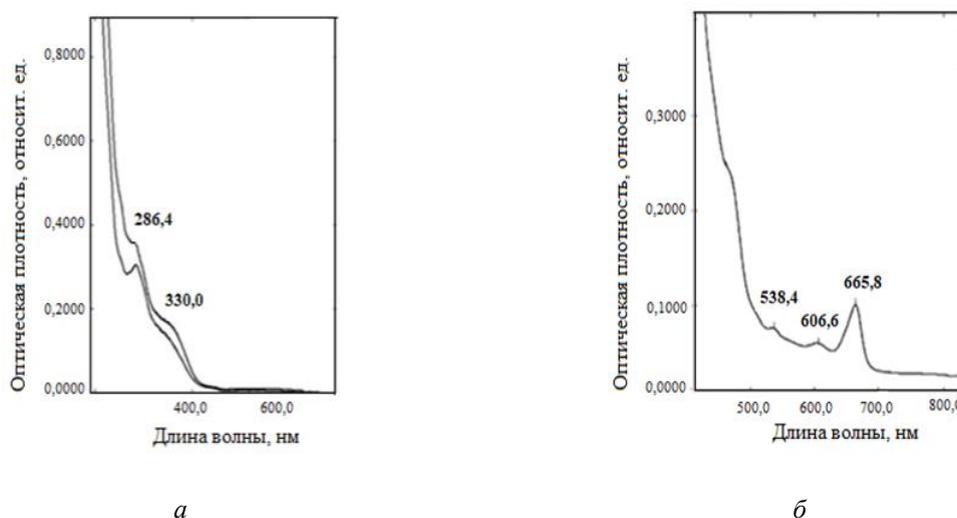


Рис. 1. Электронные спектры водно-спиртовых экстрактов экстрактов *R. adamsii*: а – 20%-ный (нижняя линия), 40%-ный (верхняя линия); б – 70%-ный

На рисунке 2 приведены результаты изучения АРА водно-спиртовых экстрактов *R. adamsii* в реакции с 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом. Все исследуемые экстракты восстанавливали ДФПГ, что говорит о наличии в их составе компонентов с антирадикальными свойствами. Самым эффективным антирадикальным агентом оказался 40%-ный водно-спиртовой экстракт.

Сравнивая содержание компонентов различных классов соединений в составе экстрактов *R. adamsii*, представляло интерес установление корреляционной зависимости АРА исследуемых экстрактов от содержания в них фенольных соединений. Такая зависимость была исследована с применением программы Excel. Высокий коэффициент корреляции ($R^2=0.98$) позволяет нам сделать вывод о прямой зависимости значений АРА экстрактов от общего количества в них фенольных соединений (рис. 3а). Для сравнения коэффициент корреляции для дубильных веществ, преобладающих в их составе, составляет 0.80 (рис. 3б).

Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в экстрактах *R. adamsii*, произрастающего в Якутии, было обнаружено от 25 до 30 соединений, в зависимости от концентрации этилового спирта в экстракте. Сопоставление времен удерживания и спектральных отношений пиков соединений на хроматограммах исследуемых образцов с временами удерживания и спектральными отношениями пиков стандартных образцов позволило идентифицировать в исследуемых экстрактах агликоны кверцетин, дигидрокверцетин и гликозид кверцетина рутин, а также кофейную, хлорогеновую и галловую кислоты, что не противоречит [21]. Идентификация других соединений оказалась невозможной ввиду отсутствия ГСО.

Содержание экстрактивных веществ в извлечениях *R. adamsii*

Экстрагент	Содержание, % от а.с.н.		
	Фенольные соединения	Флавоноиды	Дубильные вещества
Вода	7.65±0.40	2.02± 0.10	5.36±0.12
20% водно-спиртовой раствор	8.93±0.45	2.51±0.06	6.21±0.16
40% водно-спиртовой раствор	10.12±0.65	3.22±0.08	6.82±0.20
70% водно-спиртовой раствор	8.65±0.43	3.02±0.07	5.22±0.11
95% водно-спиртовой раствор	6.87±0.27	2.61±0.08	3.81±0.10

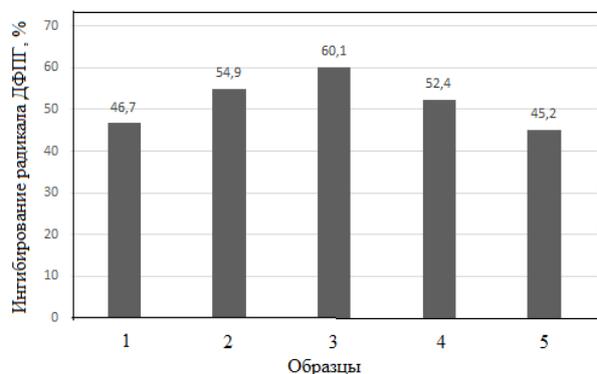
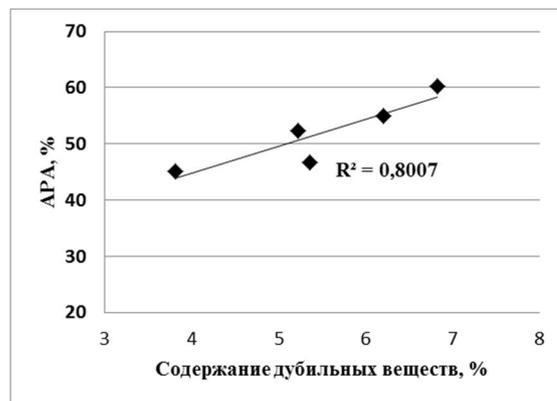
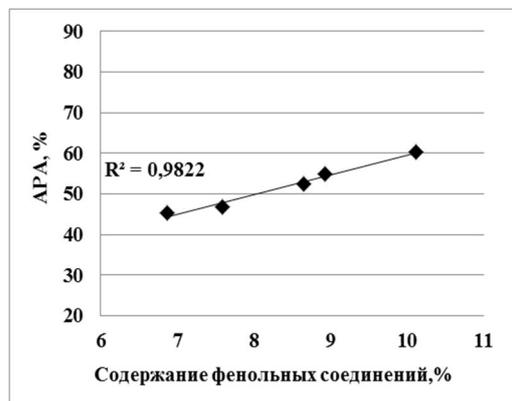


Рис. 2. Степень ингибирования радикала ДФПГ исследуемыми экстрактами *R. adamsii* за 30 мин (1 – водный экстракт; 20%-ный водно-спиртовой экстракт; 3 – 40%-ный водно-спиртовой экстракт; 4 – 70%-ный водно-спиртовой экстракт; 5 – 95%-ный водно-спиртовой экстракт)



а

б

Рис. 3. График корреляции антирадикальной активности в присутствии общего количества фенольных соединений (а) и дубильных веществ (б) в водно-спиртовых экстрактах *R. adamsii*.

Выводы

1. Значения АРА водного и водно-спиртовых экстрактов *R. adamsii* варьируют от 46.7 до 60.2% в зависимости от концентрации этилового спирта. Наибольшей антирадикальной активностью обладает 40%-ный экстракт, а наименьшей – 95%-ный. Коэффициент корреляционной зависимости АРА от содержания в экстрактах суммы фенольных соединений составил 0.98.

По величине АРА водно-спиртовые экстракты рододендрона Адамса, произрастающего в Якутии, можно расположить в следующий ряд: 40%-ный водно-спиртовой экстракт > 20%-ный водно-спиртовой экстракт > 70%-ный водно-спиртовой экстракт > водный экстракт > 95%-ный водно-спиртовой экстракт.

2. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии установлено наличие в экстрактах *R. adamsii*, произрастающего в Якутии, кверцетина, дигидрокверцетина, рутина, хлорогеновой, кофейной и галловой кислот.

Список литературы

1. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Химический состав российских продуктов питания: справочник. М., 2002. 236 с.
2. Olennikov D.N., Nikolaev M.V., Chirkova N.K. Sagan Dalya Tea, a New «Old» Probable Adaptogenic Drug: Metabolic Characterization and Bioactivity Potentials of *Rhododendron adamsii* Leaves // *Antioxidants*. 2021. Vol. 10. №6. P. 863. DOI: 10.3390/antiox10060863.
3. Усов Л.А., Минович В.М., Левента А.И., Кичигина Е.Л. К сравнительной оценке тонизирующего и стимулирующего действия рододендрона Адамса // *Сибирский медицинский журнал*. 1995. №3. С. 37–40.
4. Усов Л.А., Левента А.И., Одинец А.Д. Анксиолитические и мнотропные эффекты извлечений из горноколосника и рододендрона Адамса в эксперименте на лабораторных животных // *Сибирский медицинский журнал*. 2010. №5. С. 125–128.
5. Макаров В.Е., Минович В.М., Федосеев А.П., Федосеева Г.М. Исследование антиоксидантных свойств спиртовых извлечений из рододендронов // Четвертый международный конгресс молодых ученых и специалистов «Науки о человеке». Томск, 2003. С. 209–210.
6. Паисова О.И., Минович В.М., Федосеева Г.М., Макаренко С.П., Петрова И.Г. Разработка метода стандартизации сухого экстракта из побегов рододендрона Адамса // *Сибирский медицинский журнал*. 2006. №9. С. 98–99.
7. Белоусов М.В., Саратиков А.С., Ахмеджанов Р.Р., Березовская Т.П., Юсубов М.С., Дмитрук С.Е., Басова Е.В. Биологическая активность видов семейства Ericaceae флоры Сибири и Дальнего Востока // *Растительные ресурсы*. 2006. Т. 42. №2. С. 90–101.
8. Белоусов М.В., Басова Е.В., Юсубов М.С., Березовская Т.П., Покровский Л.М., Ткачев А.В. Эфирные масла некоторых видов рода *Rhododendron* L. // *Химия растительного сырья*. 2000. №3. С. 45–64.
9. Минович В.М., Коненкина Т.А., Федосеева Г.М. Компонентный состав эфирного масла рододендронов Адамса и мелколистного, произрастающих в Восточной Сибири // *Сибирский медицинский журнал*. 2008. №1. С. 79–82.
10. Rogachev A.D., Fomenko V.V., Sal'nikova O.I., Pokrovskii L.M., Salakhutdinov N.F. Comparative analysis of essential oil compositions from leaves and stems of *Rhododendron adamsii*, *R. aureum*, and *R. dauricum* // *Chemistry of Natural Compounds*. 2006. Vol. 42. Pp. 426–430.
11. Минович В.М., Федосеев А.П., Федосеева Г.М., Киборт Р.В., Макаров В.Е., Носкова Л.К. Биолого-фармакологическое действие и настоек из растений, представителей рода *Rhododendron* L. // *Сибирский медицинский журнал*. 2003. Т. 40. №5. С. 69–71.
12. Морозова Ю.А., Суботялов М.А. Биологическая активность и компонентный состав некоторых видов рода *Rhododendron* флоры России // *Растительные ресурсы*. 2018. №3(54). С. 347–360.
13. Карпова Е.А., Каракулов А.В. Флавоноиды некоторых видов *Rhododendron* L. флоры Сибири и Дальнего Востока // *Химия растительного сырья*. 2013. №2. С. 119–126. DOI: 10.14258/jcrpm.1302119.
14. Кукина Т.П., Елшин И.А., Сальникова О.И., Колосов П.В., Сандаг Ц., Каракай Д.А., Бондарева М.А., Нефедов А.А., Чиркова В.Ю., Шарлаева Е.А., Беленькая С.В., Щербаков Д.Н. Состав липофильных компонентов эфирного экстракта рододендрона Адамса и активность против основной протеазы SARS-COV-2 // *Химия растительного сырья*. 2022. №4. С.153–162. DOI: 10.14258/jcrpm.20220411584.
15. Жаворонкова М.Е., Александрова М.С., Фурса Н.С. Фенольный комплекс рододендронов – одна из субстанций для создания лекарственного средства // *Вестник Пермской гос. фармацевт. академии*. 2010. №7. С. 72–73.
16. Струсовская О.Г. Определение веществ полифенольной структуры в некоторых растениях Соловецкого архипелага // *Научные ведомости. Серия медицина. Фармация*. 2012. №16 (135). Вып. 19. С. 128–131.
17. Разарёнова К.Н., Жохова Е.В. Сравнительная оценка содержания дубильных веществ в некоторых видах рода *Geranium* L. флоры Северо-Запада // *Химия растительного сырья*. 2011. №4. С. 187–192.
18. Кузнецова И.В. Определение флавоноидов в листьях стевии (*Stevia rebaudiana bertonii*) // *Химия растительного сырья*. 2015. №4. С. 57–61.
19. Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений. М., 1974. 214 с.
20. Molyneux P. The use of the stable free radical diphenilpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity // *Songklanakarin J. Sci. Technol*. 2004. Vol. 26. N2. Pp. 211–219.

21. Жаворонкова М.Е., Белоусов М.В., Фурса Н.С. ВЭЖХ-анализ фенольных соединений листьев рододендрона кавказского // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2011. №3/1. С. 58.

Поступила в редакцию 10 марта 2023 г.

После переработки 7 июля 2023 г.

Принята к публикации 27 августа 2023 г.

Для цитирования: Зыкова И.Д., Наймушина Л.В., Ефремов А.А. Антирадикальная активность водно-спиртовых экстрактов *Rhododendron adamsii* R., произрастающего в Якутии // Химия растительного сырья. 2023. №4. С. 317–323. DOI: 10.14258/jcrpm.20230412646.

Zykova I.D.^{1*}, Naimushina L.V.¹, Efremov A.A.^{1,2} ANTIRADICAL ACTIVITY OF WATER-ALCOHOL EXTRACTS OF RHODODENDRON ADAMSII R., GROWING IN YAKUTIA

¹ Siberian Federal University, pr. Svobodny, 79, Krasnoyarsk, 660049 (Russia), e-mail: izykova@sfu-kras.ru

² Institute of Space Technologies FRC KSC SB RAS, Akademgorodok, 50, Krasnoyarsk, 660036 (Russia)

Classes of extractive substances of rhododendron Adams, growing in the Republic of Sakha (Yakutia), contained in an aqueous extract and extracts based on 20, 40, 70 and 95% ethyl alcohol were studied. It is shown that these are mainly phenolic compounds, tannins and flavonoids. Moreover, the maximum amount of them is contained in an extract based on 40% ethyl alcohol.

The HPLC method revealed the presence of chlorogenic, caffeic, gallic acids, rutin, quercetin and dihydroquercetin in extracts.

In model reactions with a free stable 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical, the antiradical properties of water-alcohol solutions of Adams rhododendron were studied. The results of the DPPH test showed that the antiradical activity (ARA) is minimal for an extract based on 95% alcohol and increases from 46.7% in the case of an aqueous extract to 60.2% for a 40% aqueous alcohol extract, which is due to the peculiarity of their chemical composition. It is shown that the antiradical activity of extracts correlates well with the content of phenolic compounds in their composition (correlation coefficient 0.98).

According to the size of the ARA, water-alcohol extracts can be arranged in the following row: 40% extract > 20% extract > 70% water-alcohol extract > water extract > 95% alcohol extract.

Keywords: Rhododendron Adams (*Rhododendron adamsii* Render), extracts, antiradical activity, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), HPLC.

References

1. Skurikhin I.M., Tutel'yan V.A. *Khimicheskiy sostav rossiyskikh produktov pitaniya: Spravochnik*. [Chemical composition of Russian food products: Directory]. Moscow, 2002, 236 p. (in Russ.).
2. Olennikov D.N., Nikolaev M.V., Chirkova N.K. *Antioxidants*, 2021, vol. 10, no. 6, p. 863. DOI: 10.3390/antiox10060863.
3. Usov L.A., Mirovich V.M., Leventa A.I., Kichigina Ye.L. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 1995, no. 3, pp. 37–40. (in Russ.).
4. Usov L.A., Leventa A.I., Odinets A.D. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2010, no. 5, pp. 125–128. (in Russ.).

* Corresponding author.

5. Makarov V.Ye., Mirovich V.M., Fedoseyev A.P., Fedoseyeva G.M. *Chetvertyy mezhdunarodnyy kongress molodykh uchennykh i spetsialistov «Nauki o cheloveke»*. [The Fourth International Congress of Young Scientists and Specialists "Human Sciences"]. Tomsk, 2003, pp. 209–210. (in Russ.).
6. Paisova O.I., Mirovich V.M., Fedoseyeva G.M., Makarenko S.P., Petrova I.G. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2006, no. 9, pp. 98–99. (in Russ.).
7. Belousov M.V., Saratikov A.S., Akhmedzhanov R.R., Berezovskaya T.P., Yusubov M.S., Dmitruk S.Ye., Basova Ye.V. *Rastitel'nyye resursy*, 2006, vol. 42, no. 2, pp. 90–101. (in Russ.).
8. Belousov M.V., Basova Ye.V., Yusubov M.S., Berezovskaya T.P., Pokrovskiy L.M., Tkachev A.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2000, no. 3, pp. 45–64. (in Russ.).
9. Mirovich V.M., Konenkina T.A., Fedoseyeva G.M. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2008, no. 1, pp. 79–82. (in Russ.).
10. Rogachev A.D., Fomenko V.V., Sal'nikova O.I., Pokrovskii L.M., Salakhutdinov N.F. *Chemistry of Natural Compounds*, 2006, vol. 42, pp. 426–430.
11. Mirovich V.M., Fedoseyev A.P., Fedoseyeva G.M., Kibort R.V., Makarov V.Ye., Noskova L.K. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2003, vol. 40, no. 5, pp. 69–71. (in Russ.).
12. Morozova Yu.A., Subotyalov M.A. *Rastitel'nyye resursy*, 2018, no. 3(54), pp. 347–360. (in Russ.).
13. Karpova Ye.A., Karakulov A.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2013, no. 2, pp. 119–126. DOI: 10.14258/jcprm.1302119. (in Russ.).
14. Kukina T.P., Yelshin I.A., Sal'nikova O.I., Kolosov P.V., Sandag TS., Karakay D.A., Bondareva M.A., Nefedov A.A., Chirkova V.Yu., Sharlayeva Ye.A., Belen'kaya S.V., Shcherbakov D.N. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 4, pp. 153–162. DOI: 10.14258/jcprm.20220411584. (in Russ.).
15. Zhavoronkova M.Ye., Aleksandrova M.S., Fursa N.S. *Vestnik Permskoy gos. farmats. akademii*, 2010, no. 7, pp. 72–73. (in Russ.).
16. Strusovskaya O.G. *Nauchnyye vedomosti. Seriya meditsina. Farmatsiya*, 2012, vol. 16 (135), no. 19, pp. 128–131. (in Russ.).
17. Razaronova K.N., Zhokhova Ye.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2011, no. 4, pp. 187–192. (in Russ.).
18. Kuznetsova I.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2015, no. 4, pp. 57–61. (in Russ.).
19. Zaprometov M.N. *Osnovy biokhimii fenol'nykh soyedineniy*. [Fundamentals of biochemistry of phenolic compounds]. Moscow, 1974, 214 p. (in Russ.).
20. Molyneux P. *Songklanakar J. Sci. Technol.*, 2004, vol. 26, no. 2, pp. 211–219.
21. Zhavoronkova M.Ye., Belousov M.V., Fursa N.S. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*, 2011, no. 3/1, p. 58. (in Russ.).

Received March 10, 2023

Revised July 7, 2023

Accepted August 27, 2023

For citing: Zykova I.D., Naimushina L.V., Efremov A.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 4, pp. 317–323. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230412646.

