

УДК 664.4

DOI: 10.46548/21vek-2021-1055-0025

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНОГО ПОТЕНЦИАЛА *SCHISANDRA CHINENSIS*

© 2021

**Фролова Нина Анатольевна**, кандидат технических наук, доцент  
Амурский государственный университет  
(675027, Россия, Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21, e-mail: ninelfr@mail.ru)  
**Резниченко Ирина Юрьевна**, доктор технических наук, профессор  
Кемеровский государственный университет  
(650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, e-mail: Reznichenko@gmail.com)  
**Шкрабтак Наталья Викторовна**, доктор технических наук, профессор  
Амурский государственный университет  
(675027, Россия, Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21, e-mail: mmip@mail.ru)

**Аннотация.** Растение *Schisandra chinensis* относится к эндемикам Дальневосточного региона. Актуальность его использования в пищевой промышленности для предприятий Дальневосточного региона основана на территориальной доступности произрастания и уникальности содержания комплекса биологически активных веществ, обладающих антиоксидантным и тонизирующим действием. В статье проведен анализ содержания лигнанов экстрактов листьев, семян и плодов *Schisandra chinensis* при помощи системы высокоэффективной жидкостной хроматографии. Исследованы параметры антиоксидантной способности с помощью нескольких методов (TEAC, DPPH, HAPX, окисление липосом цитохромом c). В ходе исследований установлено, что семена *Schisandra chinensis* содержат большое количество схизандрола A, схизандрола B, схизандрина A, схизандрина B и схизандрина C. Плоды *Schisandra chinensis* обладают более сильной антиоксидантной способностью, чем листья *Schisandra chinensis*. Комплексное использование различных частей *Schisandra chinensis* является перспективным направлением пищевой и перерабатывающей промышленности, являясь индикатором для создания функциональных продуктов и фармакопейных препаратов.

**Ключевые слова:** лимонник китайский, исследование, лигнаны, антиоксидантная активность.

RESEARCH ON THE ANTIOXIDANT POTENTIAL OF *SCHISANDRA CHINENSIS*

© 2021

**Frolova Nina Anatolyevna**, candidate of technical sciences, associate professor  
Amur State University  
(675027, Russia, Blagoveshchensk, Ignatievskoe highway, 21, e-mail: ninelfr@mail.ru)  
**Reznichenko Irina Yurievna**, doctor of technical sciences, professor  
Kemerovo State University  
(650000, Russia, Kemerovo, Krasnaya st., 6, e-mail: reznichenko@gmail.com)  
**Shkrabtak Natalia Viktorovna**, doctor of technical sciences, professor  
Amur State University  
(675027, Russia, Blagoveshchensk, Ignatievskoe highway, 21, e-mail: mmip@mail.ru)

**Abstract.** The plant *Schisandra chinensis* is endemic to the Far Eastern region. The relevance of its use in the food industry for enterprises of the Far Eastern region is based on the territorial availability of growth and the unique content of a complex of biologically active substances that have an antioxidant and tonic effect. The article analyzes the lignans of extracts of leaves, seeds and fruits of *Schisandra chinensis* using a high-performance liquid chromatography system. The parameters of the antioxidant capacity were studied using several methods (TEAC, DPPH, HAPX, liposome oxidation with cytochromium c). In the course of research, it was found that the seeds of *Schisandra chinensis* contain a large amount of schizandrol A, schizandrol B, schizandrin A, schizandrin B and schizandrin C. The fruits of *Schisandra chinensis* have a stronger antioxidant capacity than the leaves of *Schisandra chinensis*. The combined use of various parts of *Schisandra chinensis* is a promising direction of the food and processing industry, being an indicator for the creation of functional products and pharmacopoeia preparations.

**Keywords:** chinese lemongrass, research, lignans, antioxidant activity.

**Введение.** Пропаганда здорового образа жизни и полноценное питание ежегодно становится объектом повышенного внимания для потребителей. Интерес к полезным продуктам питания является главным стимулом для производителя к внедрению технологий на основе натурального сырья. Использование растительного сырья в пищевых технологиях способствует повышению биологической ценности готовых изделий, приданию специфических вкусовых свойств и

исключению из рецептуры синтетических пищевых добавок [1].

Лимонник китайский Turcz. (Baill.) (*Schisandra chinensis*) произрастает в Северо-Восточном Китае, Японии, Корее, Маньчжурии и на Дальнем Востоке России. Его пурпурно-красные ягоды называют плодами с пятью ароматами из-за сладкого, горького, острого, соленого и кислого вкуса. *Schisandra chinensis* широко используется в качестве травяной

добавки в традиционной китайской медицине, тогда как в России - как мощный адаптоген, улучшающий устойчивость к болезням и стрессу, а также повышающий энергию, выносливость и физическая работоспособность [2-5].

*Schisandra chinensis* используется в качестве консерванта и добавки в пищевой промышленности для улучшения аромата, вкуса и питательной ценности пищи [6]. Полезен при лечении неврологических, сердечно-сосудистых и желудочно-кишечных расстройств [7], плоды и семена стимулируют иммунитет, действуют как тонизирующее [8, 9].

Плоды *Schisandra chinensis* содержат около 1,5% сахаров (полисахариды и моносахариды: глюкоза, фруктоза, галактоза и арабиноза), дубильные вещества (гидролизуемые, например, сложные эфиры галловой кислоты, и конденсированные, например проантоцианидины и дубильные вещества катехолового типа), красящие вещества (в основном антоцианы) и около 3% эфирных масел, причем сесквитерпены являются преобладающими соединениями.  $\alpha$ -бергамотен,  $\beta$ -хамигрен,  $\beta$ -химахален и иланген являются основными компонентами эфирных масел (около 75%), тогда как оксигенированные сесквитерпены, монотерпены и оксигенированные монотерпены составляют меньшую часть (около 5%) [10-14].

Химические исследования также выявили наличие в плодах *Schisandra chinensis* тритерпеноидов (тритерпеноиды и нортритерпеноиды ланостанового и циклоартанового ряда), органических кислот (винная, лимонная, яблочная, фумаровая), фенольных кислот (пара-гидроксibenзойная, сиригвая, пара-кумаровая и др.), флавоноиды (кверцетин, изокверцитрин, рутин и гиперозид), витамины C и E, фитостерины и биоэлементы (Cr, Cu, Co, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, B, Ni) [15, 16]. Однако исследования химического состава *Schisandra chinensis* продолжаются до сих пор [17-19].

**Целью** исследований является определение содержания лигнанов и параметров антиоксидантной способности спиртовых экстрактов листьев, семян и плодов *Schisandra chinensis*.

Объектами исследований явились листья, семена и плоды *Schisandra chinensis*, собранные на территории Амурской области в период 2017-2020 гг.,

**Материалы и результаты исследований.** Для определения содержания лигнанов экстрактов *Schisandra chinensis* использовали систему высокоэффективной жидкостной хроматографии Agilent 1100. Антиоксидантный потенциал экстрактов *S. chinensis* оценивали с помощью метода отбеливания DPPH, анализа эквивалентной антиоксидантной способности Trolox (TEAC), анализа ингибирования активности гемоглобина аскорбатпероксидазы (HAPX), ингибирования перекисного окисления липидов, катализируемого анализом цитохрома с и методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) с помощью спектроскопии.

Антиоксидантная активность растительного сырья является объектом изучения отечественных и зарубеж-

ных авторов. Уникальная способность антиоксидантов улавливать свободные радикалы и предотвращать перекисное окисление липидов, позволяет рассматривать их с точки зрения перспективных препаратов для предотвращения опухолевых заболеваний. Противоопухолевая активность *Schisandra chinensis* лигнаном снижается в присутствии гидроксильной группы в положении  $C_7$ , что приводит к повышенной гидрофильности и снижению проницаемости липидного бислоя, тогда как метилendioксигруппа между  $C_{12}$  и  $C_{13}$  усиливает противораковую активность [15]. Фрагмент 1,2,3-триметоксигруппы, 6-ацилокси-группа и отсутствие 7-гидроксигруппы приводят к ингибированию P-гликопротеина, а также к повышению противоопухолевой эффективности [16]. Экзоциклическая метиленовая группа в структуре лигнана *Schisandra chinensis* необходима для антиоксидантной активности, которая еще больше усиливается в присутствии бензоилоксигруппы.

В ходе проведения исследований было определено содержание основных лигнанов дибензоциклооктадиенового типа (табл. 1): схизандрола A, схизандрола B (гомизин A), схизандрина A, схизандрина B, схизандрина C в 70% экстрактах листа, плодов и семян *S. Chinensis*, полученных при помощи экстрагирования в водноэтанольной смеси.

Таблица 1 – Лигнаны *Schisandra chinensis*, мг/мл

Экстракт	схизандрол А	схизандрол В	схизандрин А	схизандрин В	схизандрин С
Листьев <i>Schisandra chinensis</i>	0,84 ± 0,06	0,41 ± 0,02	0,78 ± 0,04	0,67 ± 0,01	0,19 ± 0,02
Семян <i>Schisandra chinensis</i>	23,5 ± 1,00	3,79 ± 0,41	4,12 ± 0,18	9,4 ± 0,49	1,62 ± 0,05
Плодов <i>Schisandra chinensis</i>	13,1 ± 0,49	2,12 ± 0,17	2,28 ± 0,11	5,98 ± 0,41	1,02 ± 0,01

Табличные данные свидетельствуют о высоком содержании схизандрола A, схизандрола B, схизандрина A, схизандрина B и схизандрина C в экстрактах из семян *Schisandra chinensis*.

Экстракт плодов по содержанию лигнанов уступает экстракту семян. В листьях содержится минимальное значение исследуемых лигнанов, поэтому перспективным с точки зрения богатого содержания лигнанов, является использование в пищевых технологиях семян *Schisandra chinensis*.

Исследование антиоксидантной способности экстрактов листьев и плодов *Schisandra chinensis* при помощи методов TEAC, DPPH и HAPX представлены на рисунках 1, 2.

Анализы DPPH и TEAC основаны на улавливании свободных радикалов за счет механизма переноса электронов. Ферментативный антиоксидантный анализ (HAPX) измеряет способность активных соединений экстракта гасить повреждение гемоглобина перекисью водорода. HAPX подразумевает взаимо-

действие между молекулами антиоксидантов с белком, разновидностями феррильного гемоглобина в результате действия перекиси водорода на гемоглобин железа.

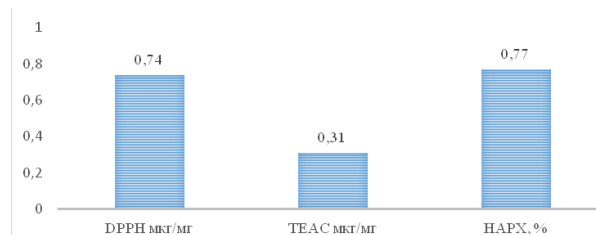


Рисунок 1 – Параметры антиоксидантной способности экстрактов из листьев *Schisandra chinensis*, полученные несколькими методами

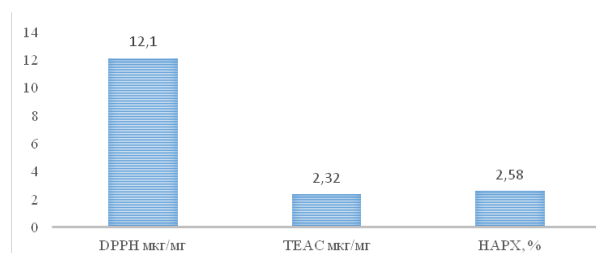


Рисунок 2 – Параметры антиоксидантной способности экстрактов из плодов *Schisandra chinensis*, полученные несколькими методами

Антиоксидантная способность DPPH выражена в виде эквивалентов кверцетина ( $R^2 = 0,998$ ). Анализ полученных данных свидетельствует о более низкой антиоксидантной способности листьев *Schisandra chinensis* по сравнению с плодами.

Для оценки антиоксидантной активности спиртовых экстрактов был использован также метод, основанный на пероксидазной активности цитохрома с (рис. 3).

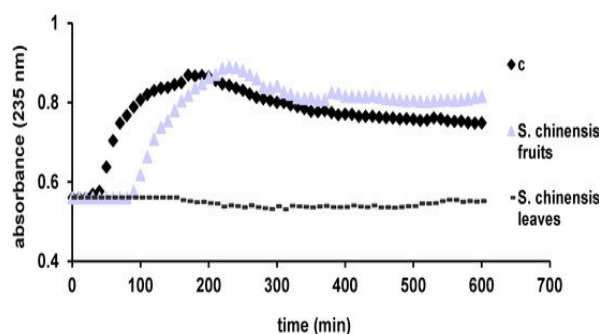


Рисунок 3 – Окисление липосом цитохромом с в экстрактах из листьев и плодов *Schisandra chinensis*

Окисление липосом цитохромом с в экстрактах из листьев и плодов *Schisandra chinensis* контролирует образование диснов, конъюгированных с липидами. С увеличением концентрации флавоноидов увеличивается ингибирование перекисного окисления липидов. Следовательно, оба экстракта продемонстрировали корреляцию с результатами DPPH и TEAC и высокую антиоксидантную активность, однако экстракт листьев *S. chinensis* проявил более сильную антиоксидантную, чем экстракт плодов *S. Chinensis* (экстракт

плодов задерживал перекисное окисление липидов в течение 90 мин, а как экстракт листьев полностью блокировал процесс в течение всего эксперимента – 600 мин.).

**Заключение.** Результаты проведенных исследований позволили установить, что *Schisandra chinensis* обладает сильным антиоксидантным потенциалом. Высокое содержание схизандрола А, схизандрола В, схизандрина А, схизандрина В и схизандрина С отмечено в экстрактах из семян *Schisandra chinensis*. Результаты, полученные с помощью анализа DPPH, также показали, что экстракт листьев обладает более низкой антиоксидантной активностью, чем экстракт плодов.

При исследовании окисления липосом цитохромом с установлено, что экстракт образца листьев *S. chinensis* имеет более высокую антиоксидантную способность, чем образец плодов. Таким образом, комплексное использование различных частей *Schisandra chinensis* является перспективным направлением пищевой и перерабатывающей промышленности, являясь индикатором для создания функциональных продуктов и фармакопейных препаратов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Карташова Н.В., Самылина И.А., Стреляева А.В., Бобкова Н.В., Кузнецов Р.М. Исследование химического состава настойки семян лимонника китайского (*Schisandra chinensis* baill.) с помощью метода хромато-масс-спектрометрии // Биофармацевтический журнал. – 2019. – Т. 11. – № 6. С. 25-27.
2. Карташова Н.В., Самылина И.А., Стреляева А.В., Кузнецов Р.М. Изучение химического состава эфирного масла, полученного из лекарственного растительного сырья семян лимонника китайского (*Schisandra chinensis* baill.) с помощью метода хромато-масс-спектрометрии // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2017. – № 4 (21). – С. 206-210.
3. Резниченко И.Ю. Влияние климатических условий на биологическую ценность ягодного сырья Амурской области/ И.Ю. Резниченко, Н.А. Фролова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 4. – С. 92-100.
4. Marc Cohen Rosehip. An evidence based herbal medicine for inflammation and arthritis // Reprinted from Australian Family Physician, 2012. – Vol. 41. – No. 7. – PP. 495-498.
5. Barros L., Carvalho A.M., Ferreira I.C.F.R. Exotic fruits as a source of important phytochemicals: Improving the traditional use of Rosa canina fruits in Portugal // Food Research International al. – 2011. – Vol. 44. – PP. 2233-2236.
6. Мальцева А.А., Тамилина И.А., Недосекова М.А., Тринеева О.В., Сливкин А.И., Чистякова А.С. // Изучение лигнанов в листьях лимонника методом ТСХ // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2015. – № 1. – С. 147-151.
7. Фролова Н.А., Резниченко И.Ю. Исследование химического состава плодово-ягодного сырья Дальневосточного региона как перспективного источника пищевых и биологически активных веществ // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88 – № 2. – С. 83-90. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10021.
8. Галиахметова Э. Х., Кудашкина Н. В., Хасанова С. Р. Исследование содержания кверцетина в листьях лимонника китайского // Сеченовский вестник. – 2018. – № 2.
9. Фотина Н. В., Асякина Л. К. Перспективы использования биологически активных веществ лимонника китайского (*Schisandra chinensis* (Turcz.) ball) // Актуальные направления научных исследований: технологии, качество и безопасность. – 2020. – С. 90-92.
10. Сливкин А. И., Добрин Ю. В. Элементный состав листьев и плодов лимонника китайского, произрастающего в Воронежской области // Фармация. – 2019. – Т. 68. – № 6. – С. 31-36.
11. Ермолаева А. В. Применение плодов лимонника даль-

невосточного в производстве пищевых продуктов // Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. – 2017. – С. 31-34.

12. Табала Е.Б. Направления повышения пищевой ценности сахаристых кондитерских изделий // Товароведно-технологические аспекты повышения качества и конкурентоспособности продукции. – 2018. – С. 96-101.

13. Запорожский А. А. и др. Перспективы научных исследований в области разработки продуктов геродиетического назначения // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2012. – Т. 326. – №. 2-3.

14. Marc Cohen Roschip. An evidence based herbal medicine for inflammation and arthritis // Reprinted from Australian Family Physician, 2012. – Vol. 41. – No. 7. – PP. 495-498.

15. Barros L., Carvalho A.M., Ferreira I.C.F.R. Exotic fruits as a source of important phytochemicals: Improving the traditional use of Rosa canina fruits in Portugal // Food Research International. – 2011. – Vol. 44. – PP. 2233-2236.

16. Макарова Н.В., Дмитриева А.Н., Мусифуллина Э.В., Стрюкова А.Д., Соболев Г.И., Антипенко М.И., Азаров О.И. Ягоды-исходное сырье с антиоксидантными свойствами // Пищевая промышленность. – 2013. – № 4. – С. 25-27.

17. Кротова И.В., Пьянков Д.Г. Специализированные пищевые продукты на основе плодов лимонника китайского // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 4 (91). – С. 254-257.

18. Добрина Ю.В., Мальцева А.А., Сорокина А.А., Сливкин А.И. Изучение химического и элементного состава листьев лимонника китайского, заготовленных в Воронежской области // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2016. – № 1. – С. 136-139.

19. Praskova Y.A., Frolova N.A. Skrabak (Babi) N.V., Reznichenko I. Yu. Physical and mechanical methods of intensification of the process of extraction of substances from plant raw materials. Agritech 2019\_4038 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 315 (2019) 052038.

*Статья поступила в редакцию 10.05.2021*

*Статья принята к публикации 15.09.2021*