

УДК 663.443.1; 663.443.49

DOI: 10.46548/21vek-2022-1157-0009

**САПОНИНЫ В КОРНЯХ *CODONOPSIS JAVANICA* (BLUME) HOOK.F. & THOMSON,  
ВЫРАЩЕННОГО В РАЗНЫХ РАЙОНАХ ВЬЕТНАМА  
И АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ**

© 2022

**Табакаева Оксана Вацлавовна**, доктор технических наук, доцент,  
профессор Департамента пищевых наук и технологий Института наук о жизни и биомедицины  
**Буй Зань Чунг**, аспирант Института наук о жизни и биомедицины  
Дальневосточный федеральный университет  
(690000, Россия, Приморский край, г.Владивосток, п.Аякс, 10,  
e-mails: yankovskaya68@mail.ru, danhchungbui@gmail.com)

**Аннотация.** Представлены результаты исследования содержания сапонинов в водно-спиртовых экстрактах корня *C. javanica*, выращенного в разных районах Вьетнама и антирадикальной активности экстрактов. Проведенными исследованиями установлено, что максимальное содержание сапонинов в корнях *C. javanica* характерно для корней возрастом 3 года, данные соединения относятся к группе стероидных. Корни *C. javanica*, выращенные в различных районах Вьетнама, характеризуются различным содержанием сапонинов, максимальное содержание определено в корнях из района Таунжанг. Водно-спиртовые экстракты корней *C. javanica* характеризуются высокой антирадикальной активностью, зависящей от содержания сапонинов. Максимальную антирадикальную активность проявляет экстракт корней *C. javanica* возрастом 3 года при концентрации 1000 мкг/мл. Результатами демонстрируется взаимосвязь антирадикальной активности и содержания сапонинов в экстракте корней *C. javanica*, увеличение концентрации приводит к повышению антирадикальной активности.

**Ключевые слова:** сапонины, экстракт, *C. javanica*, антирадикальная активность.

**STUDY OF CHANGES IN THE AMOUNT OF SAPONINS IN THE ROOTS OF *CODONOPSIS JAVANICA*  
(BLUME) HOOK.F. & THOMSON GROWN IN DIFFERENT AREAS OF VIETNAM**

© 2022

**Tabakaeva Oksana Vatslavovna**, doctor of technical sciences, associate professor,  
professor of the department of Food Sciences and Technologies of the Institute of Life Sciences and Biomedicine Far  
**Bui Zan Chung**, postgraduate student of the Institute of Life Sciences and Biomedicine  
Eastern Federal University  
(690000, Russia, Primorsky Krai, Vladivostok, Ajax, 10,  
e-mails: yankovskaya68@mail.ru, danhchungbui@gmail.com)

**Abstract.** The results of a study of the saponin content in water-alcohol extracts of *C. javanica* root grown in different regions of Vietnam and the antiradical activity of the extracts are presented. The conducted studies have established that the maximum saponin content in the roots of *C. javanica* is characteristic of roots aged 3 years, these compounds belong to the steroid group. The roots of *C. javanica* grown in different areas of Vietnam are characterized by different saponin content, the maximum content is determined in the roots from the Taunjang area. Water-alcohol extracts of the roots of *C. javanica* are characterized by high antiradical activity, depending on the content of saponins. The maximum antiradical activity is shown by the extract of *C. javanica* roots aged 3 years at a concentration of 1000 µg/ml. The results demonstrate the relationship between antiradical activity and saponin content in *C. javanica* root extract, an increase in concentration leads to an increase in antiradical activity.

**Keywords:** saponins, extract, *C. javanica*, antiradical activity.

**Введение.** Растительное сырье является поликомпонентным, характеризуется широким спектром веществ различного химического состава. В различных частях растений активно накапливаются вторичные метаболиты, как азотистые, так и безазотистые, в частности сапонины, являющиеся сложными веществами. Сапонины обладают поверхностно-активными свойствами, что позволяет их растворам образовывать густую стойкую пену при механическом воздействии. Растительные сапонины часто состоят из агликона (сапогенина) и углеводной части. Благодаря наличию этих 2 групп, сапонины обладают поверхностной активностью. Химическая природа агликона определяет деление сапонинов на 2 группы – тритерпеновые и стероидные. Тритерпеновые сапонины составляют

большую часть соединений данного класса, представленного в растениях [1].

Влияние сапонинов на организм человека может быть существенно разным и зависит от их химического состава и структуры. Отдельные представители являются достаточно эффективными гиполипидемическими средствами и используются в медицине при комплексном лечении сердечно-сосудистых заболеваний [2, 3]. Несмотря на определенные ограничения в использовании, необходимо отметить достаточно активное применение сапонинов в пищевых технологиях. Известные функционально-технологические свойства сапонинов позволяют применять их для формирования структуры продуктов, в частности для эмульгирования, пенообразования, солюбилизации

при производстве алкогольных пенных напитков и различных кондитерских изделий [4].

Во Вьетнаме широко распространено растение *Codonopsis javanica* (blume) Hook.f. & Thomson, корни которого относятся к лекарственному сырью. В корнях *C. javanica* содержатся определенные количества сапонинов, в среднем на уровне 6% [5]. Однако, накопление сапонинов в корнях растений зависит от многих факторов, в основном таких как: географические, почвенные и возрастные.

Таужанг, Контум и Далат – это основные районы, где выращиваются лекарственные растения в Южной части Вьетнама, в том числе и *C. javanica*. Однако, данные районы имеют определенные различия климатических условиях, конкретно – количество осадков и количество солнечного света, что может влиять на накопление содержания сапонинов в корнях *C. javanica*.

**Цель** исследования – определение содержания сапонинов в водно-спиртовых экстрактах корня *C. javanica*, выращенного в разных районах Вьетнама и антирадикальной активности экстрактов.

**Материалы и результаты исследования.** Для изучения накопления сапонинов в корнях, выращенных в разных районах Вьетнама (Таужанг, Контум и Далат), летними сезонами 2019 и 2020 гг, было собрано около 180 кг корней *C. javanica*.

Поскольку накопление сапонинов существенно зависит от размера, возраста и места выращивания растительного сырья, в данной работе целенаправленно отбирали объекты для исследования, удовлетворяющие следующим требованиям – вес корней 250-300 г, возраст корней (1 группа – 2 года, 2 группа – 3 года, 3 группа – 4 года). Объекты после сбора сортировали по возрасту, взвешивали и высушивали естественным образом в тени. Затем 1 г высушенных корней *C. javanica* измельчали в ультразвуковой мельнице (RETSCH ZM 200, Германия). Полученные порошки переносили в экстрактор, экстрагентом являлся раствор 70% изопропилового спирта в воде. При внесении экстрагента применяли тщательное перемешивание. Экстрагирование в ультразвуковой бане проводили 40 мин, температура 25-30°C (190 Вт, 35 кГц). Полученный экстракт центрифугировали 5 мин при 16000 об/мин. Путем добавления 2 порций свежего экстрагента (по 2 мл) к остаткам объекта на фильтре проверяли полноту осаждения. Затем повторно проводили экстрагирование. На следующем этапе проводили фильтрование с использованием пористого фильтра диаметром пор 0,45 мкм. Полученные образцы хранили в холодильнике при температуре 4°C не более 4 дней.

Количественное определение сапонинов в настоящее время является сложной задачей, так как все еще нет однозначных, общеприменяемых методов. Активно применяются различные физико-химические и химические методы, такие как гравиметрия, титриметрия и фотометрия. Оптические методы анализа, в частности колориметрия и спектрофотометрия используются наиболее часто. Сапонины и их

окрашенные комплексы способны поглощать монохроматический свет определенной длины волны, что используется при спектрофотометрическом методе количественного определения содержания [6-8].

Для различения стероидных от тритерпеновых сапонинов использовали реакцию, протекающую между ванилином и сильной неорганической кислотой и генином. Образовавшиеся продукты реакции являются окрашенными и максимально поглощают свет при длине волны 510-620 нм. Взаимодействие продукта с альдегидами в результате реакции дегидратации обеспечивает розовато-лиловый цвет за счет появления ненасыщенной этиленовой группы [9].

Экспериментальное определение длины волны проводили следующим образом: 2,0 мл раствора в мерной колбе на 25 мл разбавляли 95% этиловым спиртом, получая раствор А. В отобранный полученный раствор объемом 1,0 мл добавляли концентрированную серную кислоту объемом 4,0 мл, затем осуществляли нагревание на кипящей водяной бане с постоянным перемешиванием в течение 15 мин. Затем раствор охлаждали и измеряли светопоглощение с использованием испытуемого раствора на спектрофотометре «UV-1800» («Shimadzu», Япония) в кюветках  $l=10$  мм при 25°C,  $\lambda = 190-690$  нм.

Количественное содержание сапонинов оценивали спектрофотометрическим методом. Сапонины из навески экстрагировали водой, затем смесью хлороформ – этиловый спирт 95% (5:1). Светопоглощение измеряли на сканирующем спектрофотометре «UV-1800» («Shimadzu», Япония),  $\lambda = 490$  нм [10].

**ДФПГ радикал анализ.** Способность взаимодействовать со стабильным свободным 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ) радикалом являлась оценкой антирадикальной активности экстрактов. Реакционная смесь состояла из 0,3 мМ ДФПГ в этаноле, 50 мМ трис-НCl-буфера, pH 7,4, и исследуемого экстракта [11].

Для количественного прохождения реакции смесь инкубировали при 25°C в течение 30 мин. Затем проводили измерение светопоглощения при  $\lambda = 517$  нм на сканирующем спектрофотометре «UV-1800» («Shimadzu», Япония), используемые кюветы  $l=10$  мм.

Радикалсвязывающую активность (РСА) рассчитывали по формуле

$$PCA (\%) = [A_0 - A_1] / A_0 \cdot 100, \quad (1) [11]$$

где  $A_0$  – оптическая плотность раствора контроля;

$A_1$  – оптическая плотность экстракта;

На первом этапе исследований определяли группу сапонинов в экстракте корней *C. javanica* из района Таунжанг методом спектрофотометрии. Спектр поглощения стандартного раствора стероидного сапонины и экстракта корней *C. javanica* представлен на рисунке 1. Данные спектра позволили определить рабочую длину волны – 550 нм, дальнейшие исследования проводили при данной волне. Исходя из рисунка 1 сапонины в экстракте, полученном из корней *C. javanica* района Таужанг по результатам светопоглощения принадлежат к группе стероидных.

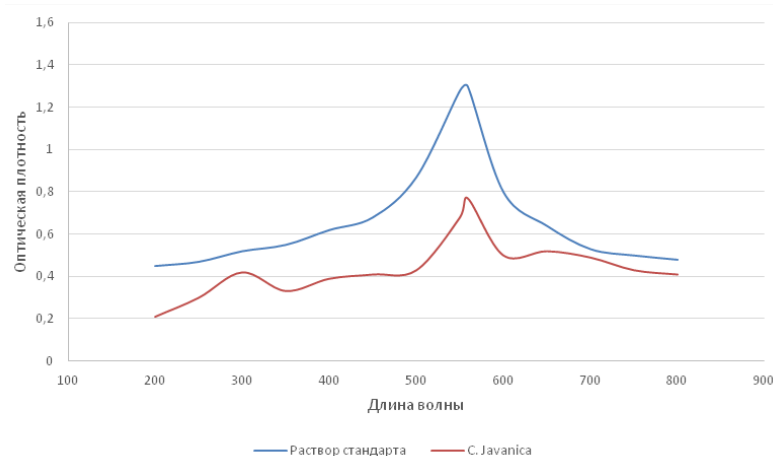


Рисунок 1 – Спектр поглощения стандартного раствора стероидного сапонина (Biobasic, Канада) и экстракта корней *C. javanica* район Таужанг

Следующим этапом было определение содержания сапонинов в экстрактах корней *C. javanica* различного возраста из разных районов Вьетнама. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание сапонинов в экстрактах корней *C. javanica* из разных районов Вьетнама

Возраст	Количество сапонинов в экстракте, мкг/мл		
	<i>C. javanica</i> района Таужанг	<i>C. javanica</i> . района Контум	<i>C. javanica</i> . района Далат
2 года	3,45	3,93	2,21
3 года	4,78	4,44	3,75
4 года	4,74	4,04	3,78

Представленные в таблице 1 данные показывают, что максимальное количество сапонинов в корнях *C. javanica* накапливается в возрасте 3-х лет, на 4-й год содержание незначительно снижается. Известно, что *C. javanica* имеет жизненный цикл до 4-5 лет. Возможно, именно на периоде третьего года развития накапливается максимальное количество сапонинов и происходит приостановление роста корней, а на 4 и 5-ом годах растение постепенно погибает. Количество сапонинов в корнях *C. javanica* района Таужанг, выше чем в корнях *C. javanica* районов Контум или Далат. Полученные данные свидетельствуют о том, что в районе Таужанг оптимальные условия для выращивания *C. javanica*, так как суммарное среднегодовое количество осадков достигает от 2800 до 3400 мм, среднегодовая температура колеблется в пределах 14,0 – 18,0°C, среднегодовой объем испарения от 670 – 770 мм, средняя влажность довольно высокая, от 85,5 до 87,5%, затемнение до 70%. Для дальнейших исследований выбран экстракт корней *C. javanica* района Таужанг.

Присутствие сапонинов в экстрактах корней *C. javanica* может обеспечивать им способность к поглощению свободных радикалов. Разнообразная био-

логическая активность сапонинов напрямую связана со строением их составляющих каркасов, агликонов и углеводных частей. Стероидные сапонины имеют широкий спектр фармакологических применений, включая использование в качестве отхаркивающих средств и ингибирования агрегации тромбоцитов, а также обладают гемолитическими, инсектицидными, противовоспалительными, противоопухолевыми, антидиабетическими, противогрибковыми, антибактериальными, противопаразитарными, антигиперлипидемическими и антиоксидантными свойствами [12-15]. Также они обеспечивают иммуномодулирующий эффект путем активации иммунного ответа на антигены, действуют как адъюванты, которые улучшают эффективность перорально вводимых вакцин, облегчая абсорбцию больших молекул [16]. Также сапонины идентифицированы как индукторы гибели клеток. Процесс гибели клеток необходим для поддержания клеточного и тканевого гомеостаза, поскольку нарушение баланса между клеточной пролиферацией и гибелью клеток приводит к нескольким патологиям, включая рак. Во многих исследованиях показано, что содержание стероидных сапонинов тесно связано с антиоксидантной активностью [17-19].

На следующем этапе провели исследование антирадикальной активности экстракта корней *C. javanica* по способности поглощения свободного радикала ДФПГ. Использованные концентрации экстрактов – 31,25; 62,5; 125,0; 250,0; 500,0 и 1000,0 мкг/мл. В качестве раствора сравнения использована аскорбиновая кислота. Способность экстракта корней *C. javanica* ингибировать свободные радикалы представлена в таблице 2. Полученные данные демонстрируют, что максимально высокую антирадикальную активность проявляет экстракт корней *C. javanica* возрастом 3 года, при концентрации 1000 мкг/мл она достигает 96,82%.

Таблица 2 – Антирадикальная активность экстракта корней *C. javanica* района Таужанг

Возраст корней	Содержание сапонинов мкг/мл	Антирадикальная активность (%) при концентрации мкг/мл				
		1000	500	250	62.5	31.25
2 года	3.45	65,23 ± 1,1	53,61 ± 2,7	32,83 ± 2,6	27,34 ± 1,9	15,17 ± 2,0
3 года	4.78	96,82 ± 4,3	83,45 ± 3,3	72,94 ± 1,4	67,17 ± 1,6	45,35 ± 1,5
4 года	4.74	95,61 ± 2,1	81,55 ± 3,3	69,89 ± 4,9	52,63 ± 3,1	40,05 ± 2,6



Максимальную антирадикальную активность продемонстрировал экстракт корней *C. javanica* возрастом 3 года концентрация 1000  $\mu\text{г/мл}$ , минимальную – экстракт корней *C. javanica* возрастом 2 года концентрация 31,25  $\mu\text{г/мл}$ . С увеличением концентрации экстракта корней *C. javanica* антирадикальная активность также возрастает. По результатам исследования можно сказать, что количество сапонинов в экстракте корней *C. javanica* имеет достаточно тесную связь с антирадикальной активностью. Данные таблицы 2 доказывают, что при возрастании содержания сапонинов растет и антирадикальная активность экстракта.

Полученные результаты антиоксидантного действия экстракта корней *C. javanica* аналогичны результатам, полученными другими учеными для видов того же рода *Codonopsis*. Так, установлено, что экстракты *Codonopsis lanceolata*, полученные под высоким давлением и ферментации паром проявляют высокие антиоксидантные свойства [20]. Путем изучения ингибирования *iNOS* и окисления белков выявлено, что метанольный экстракт *Codonopsis pilosula* обладает выраженным антиоксидантным действием *in vivo*. Изучены противодиабетические и антиоксидантные эффекты комбинации *SR10*, в которую входит экстракт корней астрагали, корней *Codonopsis* и *Cortex Lycii*, на модели мышей с диабетом. Результаты показали, что *SR10* эффективен в снижении уровня сахара в крови при хроническом лечении за счет улучшения функции бета-клеток. Кроме того, *SR10* не оказывал токсического воздействия на организм [21].

**Заключение.** Проведенными исследованиями установлено, что максимальное содержание сапонинов в корнях *C. javanica* накапливается в период 3 года после посадки, данные соединения относятся к группе стероидных. Корни *C. javanica*, выращенные в различных районах Вьетнама характеризуются различным содержанием сапонинов, наиболее богаты растения из района Таунжанг. Водные экстракты корней *C. javanica* характеризуются высокими антиоксидантными свойствами, зависящими от содержания сапонинов. Максимальную антирадикальную активность проявляет экстракт корней *C. javanica* возрастом 3 года при концентрации 1000  $\mu\text{г/мл}$ , что выше антирадикальной активности аскорбиновой кислоты концентрации 50  $\mu\text{г/мл}$  на 11,14%. Количество сапонинов в экстракте корней *C. javanica* имеет достаточно тесную связь с антирадикальной активностью, при возрастании содержания сапонинов растет и антирадикальная активность экстракта.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Горовиц М. Б., Сапонины // Химическая энциклопедия, т. Т. 4, Полимерные, Ред., М.: Трипсин, 1995, р. С. 292–294.
2. Attele A. S., Wu J. A., Yuan C. S. Ginseng pharmacology: Multiple constituents and multiple actions // Biochem. Pharmacol. 1999. Vol. 58. № 11. P. 1685–1693.
3. Sparg S. G., Light M. E., van Staden J. Biological activities and distribution of plant saponins // J. Ethnopharmacol. 2004. Vol. 94. № 2–3. P. 219–243.
4. Щекалёва Р. К., Черевач Е. И. Разработка технологии безалкогольных напитков эмульсионного типа с использованием биоресурсов Дальнего Востока // Наука и образование:

сохраняя прошлое, создаём будущее Пенза: 05 февраля 2019 г: Сборник статей XIX Международной научно-практической конференции: в 2 ч. 2019. С. 100–103.

5. Vincken J P, Heng L, de Groot A, Gruppen H., «Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom», Phytochemistry, 2007. V. 68, p. 275–297.

6. Георгиевский В.П., Комиссаренко П. Ф., Дмитрук С.Е., «Биологически активные вещества лекарственных растений», Наука, 1990. 333 с.

7. Арзамасцев А. П. и др., Анализ лекарственных смесей : учеб. пособие для студ. фарм. ин-тов и фарм. фак. мед. вузов, М.: Компания Спутник, 2000. 275 с..

8. Аксёнова Э.Н., Андриянова О.Н., Арзамасцев А.П. и др., Руководство к лабораторным занятиям. По фармацевтической химии : учебное пособие, 2-е изд. ред., п. р. А. Арзамасцева, Ред., М.: ГЭОТАР-Медиа., 2005.-640 с.

9. Плетенёва Т.В., Успенская Е.В., Мурадова Л.И., Контроль качества лекарственных средств: учебник для медицинских училищ и колледжей, п. р. Т. Плетенёвой, Ред., М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2014, 546 с.

10. Заркуа, Т.Г. Количественное определение сапонинов в многокомпонентной растительной композиции / Т.Г. Заркуа, Д.М. Попов, А.Д. Бакурдзэ // Научные труды ВНИИФ «Современные аспекты изучения лекарственных растений». – Москва. 1995.– С. 177.

11. Utkina N.K., Pokhilo N.D. Free radical scavenging activities of naturally occurring and synthetic analogues of sea urchin naphthazarin pigments // Nat. Prod. Commun. – 2012. – Vol. 7, N 7. – P. 901–904

12. Zhu L, Tan J, Wang B, Guan L, Liu Y, Zheng C., «In-vitro antitumor activity and anti-fungal activity of pennogenin steroidal saponins from Paris polyphylla var. yunnanensis», Iran J Pharm Res, 2011. V.10(2), p. 279–286.

13. Sparg SG, Light ME, van Staden J., «Biological activities and distribution of plant saponins. J», Ethnopharmacology, 2004. V.94, p. 219–243.

14. Hongmei Zhang, Quancheng Zhou, «Tyrosinase Inhibitory Effects and Antioxidative Activities of Saponins from Xanthoceras Sorbifolia Nutshell», PLOS ONE, 2013, V.6(3), p.325–331..

15. Mikhail Olugbemiro Nafiu, Anofi Omotayo Tom Ashafa, «Antioxidant and inhibitory effects of saponin extracts from Dianthus basuticus Burt Davy on key enzymes implicated in type 2 diabetes In vitro», Department of Plant Sciences, Phytomedicine and Phytopharmacology Research Group, University of the Free State, Phuthaditjhaba 9866, South Africa, 2017, V. 13(52), pp. 576–582.

16. Nguyen Thi Thuy, Ngo Ha Linh Trang, Nguyen Thi Thanh Binh, Bui Thanh Tung, «Evaluation of Antioxidant and  $\alpha$ -glucosidase Inhibitory Activities of *Codonopsis javanica* (Blume) Hook. f. Thoms' Root Extract», VNU Journal of Science: Medical and Pharmaceutical Sciences, 2020, V.36(3), pp. 57–65.

17. Challinor VL, De Voss J J., «Open-chain steroidal glycosides, a diverse class of plant saponins.», Nat Prod Rep, 2013. V.30, p. 429–454.

18. N. Huong, «Suppressive Effects of Vietnamese Ginseng Saponin and Its Major Component Majonoside-R2 on Psychological Stress-Induced Enhancement of Lipid Peroxidation in the Mouse Brain», Pharmacology Biochemistry and Behavior, 2016. V.5(3), p.125–130.

19. Sang-Min Jeon, So-Young Kim, In-Hye Kim, «Antioxidant activities of processed Deoduck (*Codonopsis lanceolata*) extracts», Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 2013, V.42(6), pp. 924–932.

20. Chang-Seon Yoo và Sung-Jin Kim, «Methanol extract of *Codonopsis pilosula* inhibits inducible nitric oxide synthase and protein oxidation in lipopolysaccharide-stimulated raw cells», Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 2013. V.12(5), 705–710.

21. Judy Yuet-Wa Chan, Fung-Chun Lam, Ping-Chung Leung, «"Antihyperglycemic and antioxidative effects of a herbal formulation of Radix Astragali, Radix Codonopsis and Cortex Lycii in a mouse model of type 2 diabetes mellitus"», Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives, № 23(5), pp. 658–665, 2009.

Статья поступила в редакцию 16.01.2022

Статья принята к публикации 10.03.2022