

УДК 612.392.72

DOI: 10.46548/21vek-2021-1054-0025

## LITCHI CHINENSIS КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

© 2021

**Помозова Валентина Александровна**, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник научно-образовательного центра «Технология инновационного развития»

*Уральский государственный экономический университет*

(620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62, e-mail: pomozo.va@mail.ru)

**Шкрабтак Наталья Викторовна**, доктор технических наук, профессор кафедры «Экономической теории и государственного управления»

**Фролова Нина Анатольевна**, кандидат технических наук,

доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности»,

*Амурский государственный университет*

(675027, Россия, Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21, e-mails: mmip2013@mail.ru, ninelfr@mail.ru)

**Аннотация.** В последние годы медицина стала уделять большое внимание функциональному питанию, которое выполняет дополнительную функцию, связанную с укреплением здоровья или профилактикой заболеваний. *Litchi chinensis* Sonn. – фруктовое дерево, принадлежащее к семейству *Sapindaceae*. Интерес к этой культуре связан с хорошими качествами ее плодов и высокой питательной ценностью. Целью наших исследований стал анализ химического состава дикорастущих плодов *Litchi chinensis* Sonn. для определения целесообразности использования в производстве функциональных продуктов. В результате проведенных исследований, было установлено, что мякоть плодов *Litchi chinensis* Sonn. богата редуцирующими сахарами (среднее их содержание за анализируемый период составило 20,71%) и пектиновыми веществами (среднее их содержание за анализируемый период составило 2,31%). Выявлено, что мякоть *Litchi chinensis* Sonn. достаточно богата витамином C (среднее его содержание за анализируемый период составило 35,29 мг/100 г). Активность по улавливанию радикалов была связана с уровнями общих фенолов. Это указывает на то, что мякоть *Litchi chinensis* Sonn., богата фенолами (проантоцианидинами, флавоноидами, изофлавонами) и может использоваться в качестве функциональных ингредиентов для пищевых целей.

**Ключевые слова:** личи, химический состав, пищевая ценность, редуцирующие сахара, фенолы, антиоксидантный потенциал.

## LITCHI CHINENSIS AS A BIOLOGICALLY SOURCE ACTIVE SUBSTANCES

© 2021

**Pomozova Valentina Aleksandrovna**, doctor of technical sciences, professor, leading researcher scientific and educational center "Technology of innovative development"

*Ural State University of Economics*

(620144, Russia, Yekaterinburg, st. 8 Marta, 62, e-mail: pomozo.va@mail.ru)

**Shkrabtak Natalya Viktorovna**, doctor of technical sciences, professor of the department of Economic Theory and Public Administration

**Frolova Nina Anatolievna**, candidate of technical sciences, associate professor of the department of Life Safety *Amur State University*

(675027, Russia, Blagoveshchensk, Ignatievskoe highway, 21, e-mails: mmip2013@mail.ru, ninelfr@mail.ru)

**Abstract.** In recent years, medicine has begun to pay great attention to functional nutrition, which performs an additional function related to health promotion or disease prevention. *Litchi chinensis* Sonn. is a fruit tree belonging to the *Sapindaceae* family. Interest in this crop is associated with the good qualities of its fruits and high nutritional value. The aim of our research was to analyze the chemical composition of the wild fruits of *Litchi chinensis* Sonn. to determine the feasibility of using functional products in the production. As a result of the studies carried out, it was found that the pulp of the fruits of *Litchi chinensis* Sonn. are rich in reducing sugars (their average content for the analyzed period was 20.71%) and pectin substances (their average content for the analyzed period was 2.31%). It was revealed that the pulp of *Litchi chinensis* Sonn. sufficiently rich in vitamin C (average content over the analyzed period was 35.29 mg / 100 g. Radical scavenging activity was associated with levels of total phenols. This indicates that the pulp of *Litchi chinensis* Sonn., is rich in phenols (proanthocyanidins, flavonoids, isoflavones) and can be used as functional ingredients for food purposes.

**Keywords:** litchi chinensis sonn., chemical composition, nutritional value, reducing sugars, phenols, antioxidant potential.

**Введение.** В последние годы медицина стала уделять большое внимание функциональному питанию, которое выполняет дополнительную функцию, свя-

занную с укреплением здоровья или профилактикой заболеваний. Поскольку хорошо известно, что неправильное питание и образ жизни могут способствовать

развитию рака, исследования все чаще делают ставку на некоторые защитные компоненты овощей и фруктов обладающих противоопухолевыми свойствами, которые могут оказывать профилактическое воздействие на рак [1].

По мере повышения уровня жизни и осведомленности о здоровье, люди все больше обращают внимание на натуральные продукты, которые могут быть получены на основе местного растительного сырья и обладать особым физиологическим действием [2, 3]. На юго-востоке Китая в провинциях Гуандун и Фуцзянь произрастает *Litchi chinensis* Sonn., которые являются источником витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон и других, жизненно важных нутриентов, необходимых для нормального обеспечения обменных процессов.

*Litchi chinensis* Sonn. – фруктовое дерево, принадлежащее к семейству *Sapindaceae*, которое достигает до 19 м в высоту. Кора серо-черная, а ветви коричнево-красные. Листья 10-25 см с листочками от двух до четырех пар. Плоды созревают за 80-112 дней, в зависимости от климата, местоположения и сорта. Мясистая съедобная часть плода – это кожица, окружающая одно темно-коричневое несъедобное семя, длиной 1-3,3 см и шириной 0,6-1,2 см [4-6].

Его выращивают в Китае, Шри-Ланке, Тайване, Таиланде, Вьетнаме, Японии, Индии, Бангладеш, Пакистане, Непале, Австралии, Мексике и некоторых частях южной Африки. Индия является вторым по величине производителем личи в мире после Китая [4-6].

Плод известен своими хорошими вкусовыми и функциональными свойствами. Мякоть плодов *Litchi chinensis* Sonn. богата незаменимыми аминокислотами, витаминами, микроэлементами и флавоноидами, которые полезны для человека, поэтому ее употребляют в свежем виде, а также используют в Китае для производства традиционных китайских лекарств [7-9]. Несъедобные части плода *Litchi chinensis* Sonn. также используются в популярной китайской медицине. Экстракт семян *Litchi chinensis* Sonn. оказывает противоопухолевое и проапоптотическое действие на клетки колоректальной карциномы человека [10-12]. Было обнаружено, что антоцианы из перикарпия *Litchi chinensis* сильно ингибируют окисление линолевой кислоты и проявляют дозозависимую активность по улавливанию свободных радикалов [11-13].

В рамках реализации Распоряжения Правительства РФ № 1364-р 29 июня 2016 г. «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», поставлены задачи развития производства пищевых продуктов,

обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, в том числе для питания в организованных коллективах (трудовые, образовательные и др.).

**Целью** наших исследований стал анализ химического состава дикорастущих плодов *Litchi chinensis* Sonn. в период 2015-2019 гг., для определения целесообразности использования в производстве функциональных продуктов.

**Материалы и результаты исследований.** Статистический анализ проводился с помощью программы *Statistica*. Все аналитические исследования были выполнены в усредненной пробе (из пяти проб в 3-кратной повторности).

Объектами исследований являлись дикорастущие плоды *Litchi chinensis* Sonn.

Массовую долю титруемых кислот определяли методом потенциометрического титрования.

Массовую концентрацию сахаров определяли рефрактометрическим методом.

Определение содержания фенольных соединений и аскорбиновой кислоты проводили спектрофотометрическим методом.

В ходе визуальной оценки плодов дикорастущего *Litchi chinensis* Sonn. установлено, что плоды имеют овальную форму с грубой кожурой красноватого цвета, внутри – беловатая сочная мякоть и округлые темно-коричневые семена (рис. 1).

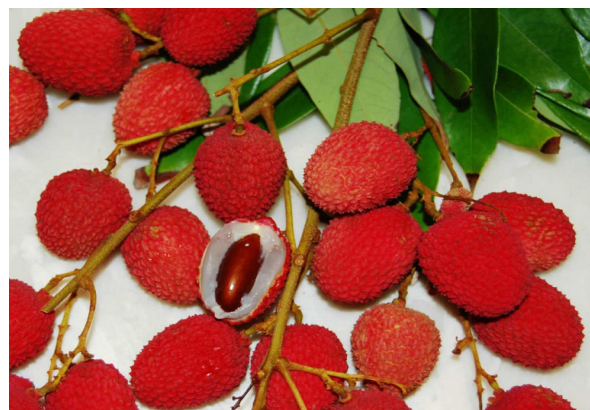


Рисунок 1 – Внешний вид плодов *Litchi chinensis* Sonn.

Плоды средних размеров, массой от 20,3 до 25,6 г. Для *Litchi chinensis* Sonn. характерен сладкий вкус с приятным ароматом, со слабой кислинкой. Вкусовые качества свежих плодов оценивали по разработанной 5-ти балльной шкале (табл. 1).

Таблица 1 - Помологическая характеристика плодов *Litchi chinensis* Sonn.

Год сбора	Помологическая характеристика плодов						
	Диаметр, см	Длина, см	Масса, г	Окраска мякоти	Консистенция мякоти	Отделяемость косточки	Вкус, балл
2015	2,9±0,01	3,7±0,06	20,3±0,03	светлая	желеобразная водянистая	плоды с отделяющейся косточкой	4,9
2016	3,4±0,05	3,1±0,01	22,7±0,07				5,0
2017	3,0±0,04	2,9±0,08	21,1±0,01				4,9
2018	3,1±0,07	3,9±0,03	25,6±0,05				5,0
2019	3,0±0,02	3,5±0,02	25,1±0,01				5,0
Среднее стандартное отклонение плодов (n=65)							

Анализ химического состава свежих плодов *Litchi chinensis* Sonn. проводили на стадии максимальной зрелости сразу после сбора через 95 дней (табл. 2).

В результате проведенных исследований установлено, что мякоть *Litchi chinensis* Sonn. достаточно богата аскорбиновой кислотой, содержание которой варьировалось от 32,63 до 36,74 мг/100 г. Достаточно сладкий вкус плодов обусловлен содержанием редуцирующих сахаров от 19,84 до 21,73 %. Содержание пектиновых веществ варьировалось от 2,16 до 2,42 %. Все части плода *Litchi chinensis* Sonn. (околоплодник,

мякоть и семена) содержат большое количество фенольных соединений.

Содержание фенольных соединений в мякоти *Litchi chinensis* Sonn. играет ключевую роль в обеспечении питательной ценности, поскольку это непосредственно съедобная часть. Установлено, что общее содержание фенольных соединений составило от 179,09 до 207,55 мг/100 г. Считается, что полифенолы обладают свойствами, предотвращающими многие заболевания, включая рак и сердечно-сосудистые заболевания [14-17].

Таблица 2 - Среднестатистические данные химического состава мякоти *Litchi chinensis* Sonn., 2015-2019 гг

	Год сбора				
	2015	2016	2017	2018	2019
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на лимонную кислоту), %	0,72±	0,68±	0,70±	0,66±	0,70±
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	20,52±	19,840,01	21,73±	19,92±	21,56±
Массовая доля пектиновых веществ, %	2,23±	2,38±	2,39±	2,16±	2,42±
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г	35,11±	32,63±	36,74±	36,02±	35,98±
Массовая концентрация фенольных соединений, мг/100 г	203,18±	179,09±	198,61±	207,55±	200,05±

Кроме того, для питания очень важны минералы, особенно микроэлементы. Хотя их дозы невелики (менее 100 мг в день, например, Fe, Cu или Zn), они выполняют очень важные регулирующие функции в организме человека и отвечают за правильное функционирование, например, крови или нервной системы [18-19]. Был исследован уровень некоторых минералов (Ca, Mg, Fe, Cu, Zn и Mn) в мякоти *Litchi chinensis* Sonn. (табл. 3).

Таблица 3 – Минеральный состав мякоти *Litchi chinensis* Sonn., мг/100 г

Химический элемент	Плоды	Уточненная физиологическая потребность для взрослых согласно МР 2.3.1.2432-08, мг/сут.
Ca	1,78±0,01	1000
Mg	13,05±0,32	400
Fe	0,93±0,04	10- для мужчин, 18-для женщин
Cu	0,12±0,01	1,0
Zn	0,25±0,01	12
Mn	0,06±	2,0

Магний и кальций оказались доминирующими минералами, их содержание составило 13,05 мг/100 г и 1,78 мг/100 г. Отмечалось достаточно высокое содержание железа 0,93±0,04 мг/100 г, и меди, что составляет 9,3% и 12% от суточной нормы соответственно. Поэтому мякоть *Litchi chinensis* Sonn. можно рассматривать как хороший источник железа и меди для организма индивида.

Далее была определена антиоксидантная активность мякоти *Litchi chinensis* Sonn. Антирадикальные свойства мякоти *Litchi chinensis* Sonn. рассчитывались по значению IC50 DPPH (мг/г) - концентрации антиоксидантов, которые ингибируют свободные радикалы DPPH на 50%. Установлено, что активность по поглощению радикалов кислорода и активность по улавливанию радикалов DPPH мякоти *Litchi chinensis* Sonn. составила 1659,32 мкмоль тролокса / 100 г сырой массы и 10,97 мг / г (IC50).

Таким образом, плодов *Litchi chinensis* Sonn. содержит значительное количество биологически активных

веществ, благодаря чему могут быть рекомендованы к применению в качестве важного функционального ингредиента для производства пищевых продуктов. Рынок этих продуктов быстро растет, и пищевая промышленность постоянно ищет способы представить новые продукты и / или изменить состав традиционных продуктов. В будущих исследованиях идентификация и выделение новых химических компонентов *Litchi chinensis* Sonn. для разработки конкретных продуктов будет ключевой областью исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пальцев А.И. Образ жизни и здоровье человека. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2008. - 340 с.
2. 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.
3. Степакова Н.Н., Резниченко И.Ю., Киселева Т.Ф., Шкрабтак Н.В., Фролова Н.А., Праскова Ю.А. Растительное сырье Дальневосточного региона как источник биологически активных веществ // Пищевая промышленность. - 2020. - № 3. - С. 16-21.
4. Duan X. et al. Antioxidant properties of anthocyanins extracted from litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit pericarp tissues in relation to their role in the pericarp browning // Food Chemistry. - 2007. - Т. 101. - №. 4. - P. 1365-1371.
5. Prasad NK et al. Влияние обработки под высоким давлением на выход экстракта, содержание фенолов и антиоксидантную активность околоплодника плодов личи (*Litchi chinensis* Sonn.) // Международный журнал пищевой науки и технологий. - 2009. - Т. 44. - №. 5. - С. 960-966.
6. Duan X. et al. Antioxidant properties of anthocyanins extracted from litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit pericarp tissues in relation to their role in the pericarp browning // Food Chemistry. - 2007. - Т. 101. - №. 4. - P. 1365-1371.
7. Duan X., Wu G., Jiang Y. Evaluation of the antioxidant properties of litchi fruit phenolics in relation to pericarp browning prevention // Molecules. - 2007. - Т. 12. - №. 4. - P. 759-771.
8. Sarni-Manchado P. et al. Phenolic composition of litchi fruit pericarp // Journal of Agricultural and Food Chemistry. - 2000. - Т. 48. - №. 12. - P. 5995-6002.
9. Ma Q. et al. Flavonoids from the pericarps of *Litchi chinensis* // Journal of agricultural and food chemistry. - 2014. - Т. 62. - №. 5. - P. 1073-1078.
10. Xu X. et al. A-type proanthocyanidins from lychee seeds and their antioxidant and antiviral activities // Journal of Agricultural and Food Chemistry. - 2010. - Т. 58. - №. 22. - P.

11667-11672.

11. Yu-Chi Lin, Jia-Chen Chang, Shi-Yie Cheng, Chao-Min Wang, Yun-Lian Jhan, I-Wen Lo, Yuan-Man Hsu, Chia-Ching Liaw, Chi-Chuan Hwang, and Chang-Hung Chou. New Bioactive Chromanes from Litchi chinensis. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2015, 63 (9) , 2472-2478.

12. Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity //LWT-Food science and Technology. – 1995. – Т. 28. – №. 1. – С. 25-30.

13. Натович А.А., Соломонова Е.В., Трусов Н.А., Ноздрина Т.Д. Оценка лечебных свойств плодов Litchi chinensis // Матер. VI международ. науч.-прак. конф., посвященной 130-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Луганской народной республики; Министерство образования и науки Луганской народной республики; ГОУ ЛНР "Луганский национальный аграрный университет". -2017. - С. 195-196.

14. Bhoopat L. et al. Hepatoprotective effects of lychee (Litchi chinensis Sonn.): a combination of antioxidant and anti-apoptotic activities //Journal of Ethnopharmacology. – 2011. – Т. 136. – №. 1. – С. 55-66.

15. Ren, S.; Zhao, Y.; Wang, Z.; Zhu, H.; Zhang, J. Optimization of extraction and separation process of total flavonoids from Litchi Seed and determination of hypoglycemic activity in vitro. Shizhen Tradit. Chin. Med. 2017, 28, 2834–2837.

16. Hu, L. Study on Changes of Polyphenols in Litchi Pulp During Storage Browning and Microbial Transformation. Ph.D. Thesis, Jiangxi Agricultural University, Nanchang, China, 2016.

17. Yamanishi R. et al. The anti-inflammatory effects of flavanol-rich lychee fruit extract in rat hepatocytes //PLoS One. – 2014. – Т. 9. – №. 4. – С. e93818.

18. Gurib-Fakim A. Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow //Molecular aspects of Medicine. – 2006. – Т. 27. – №. 1. – С. 1-93.

19. Miura T, Kitadate K, Fujii H (2010) The function of the next generation polyphenol, "Oligonol." In: Bagchi D, Lau FC, Ghosh DK, editors. Biotechnology in Functional Foods and Nutraceuticals. CRC Press: Boca Raton, FL. pp. 91–101.

*Статья поступила в редакцию 18.03.2021*

*Статья принята к публикации 16.06.2021*