



ДУБИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ЗЕЛЕННОГО ЧАЯ (ОБЗОР)

Умарова Диера Дилмуроджон кизи

Магистр кафедры биологии по направлению биотехнология,
Андижанский государственный университет, 170100, г. Андижан,
Узбекистан.

Тухтабоева Феруза Муратовна

Кандидат биологических наук, доцент, Андижанский
государственный университет, 170100, преподаватель кафедры
биологии АГУ, г. Андижан, Узбекистан.

Тухтабоев Нозим Хошимжонович

Доктор химических наук, профессор, Кокандский университет
Андижанский филиал, начальник департамента развития стартапов
и инновационного предпринимательства, Кокандский университет
Андижанский филиал, 170110, г. Андижан, Узбекистан.

GREEN TEA TANNINS (REVIEW)

Umarova Diyora Dilmurodjon kizi

Master of Science (MSc) in Biotechnology, Department of Biology,
Andijan State University, Andijan, 170100, Uzbekistan.

Tukhtaboeva Feruza Muratovna

PhD in Biology, Associate Professor, Andijan State University, Andijan,
170100, Lecturer in the Department of Biology, Andijan State
University, Andijan, Uzbekistan.

Tukhtaboev Nozim Khoshimjonovich

Doctor of Chemical Sciences, Professor, Kokand University, Andijan
Branch, Head of the Department of Startup Development and Innovative
Entrepreneurship, Kokand University, Andijan Branch, Andijan, 170110,
Uzbekistan.



Аннотация: В данном тезисе осуществлен анализ научной литературы на тему дубильных веществ зеленого чая. В данном обзорном исследовании обобщены данные, полученные в результате структурированного поиска литературы в основных базах данных, с отбором исследований, изучавших комплекс полифенолов, преимущественно катехинов и танинов, основную роль дубильных веществ в зеленом чае,

А также представлены данные о действии основных компонентов чая на организм здорового человека.

Ключевые слова: зеленый чай, танин, дубильные вещества, полифенолы, катехин.

Abstract: This thesis analyzes the scientific literature on green tea tannins. This review summarizes data obtained through a structured literature search of major databases, selecting studies that examined the complex polyphenols, primarily catechins and tannins, and the key role of tannins in green tea.

It also presents data on the effects of the main components of tea on the healthy human body.

Keywords: green tea, tannin, tannins, polyphenols, catechin.

Введение. Несмотря на длительную историю изучения химического состава чая (*Camellia sinensis*), детальная идентификация его компонентов стала возможной лишь в последнее десятилетие благодаря развитию аналитических методов. Ключевой группой водорастворимых (экстрактивных) веществ являются дубильные соединения, доля которых варьируется от 15% до 30% в пересчете на сухое вещество. Данная фракция представляет собой гетерогенную смесь более чем тридцати полифенольных соединений, включая катехины, танины и их производные, которые детерминируют органолептические показатели



настоя — его цвет и вкус. Установлено, что концентрация экстрактивных веществ коррелирует с качеством сырья: наиболее высокое содержание полифенолов характерно для молодых вегетативных органов растения. Терапевтическая ценность зеленого чая детерминирована его полифенольным комплексом, обладающим антиоксидантным действием. Эффективность экстракции этих соединений напрямую зависит от условий приготовления напитка, обеспечивающих сохранение их нативной структуры и синергизм с другими нутриентами. Данный факт стимулирует научный интерес к изучению элементного состава чая как основы для разработки протоколов диетологической профилактики различных заболеваний. Целью настоящей работы является анализ научной литературы в области химического состава зеленого чая, формирование представления о биохимическом потенциале данного напитка.

Полифенолы представляют собой большое семейство соединений, образующихся в результате вторичного метаболизма растений в качестве химической защиты от хищников и агрессивных воздействий окружающей среды [1]. Дубильные вещества подразделяются на четыре различных семейства: (1) конденсированные дубильные вещества (или проантоцианидины); (2) гидролизуемые дубильные вещества; (3) флоротаннины (в основном присутствуют в бурых водорослях); и (4) сложные дубильные вещества. Гидролизуемые танины далее подразделяются на эллагитаннины и галлотаннины [2].

Дубильные вещества напрямую влияют на основные органолептические свойства, в частности на такие вкусовые характеристики, как вяжущий и горький вкус [3]. Несколько исследований показывают, что вяжущий вкус часто сопровождается горечью, и что восприятие одного может влиять на восприятие другого, и эта ассоциация является источником путаницы между этими двумя



вкусовыми свойствами [4, 5, 6]. Сообщалось, что при одновременном восприятии в одном и том же продукте вяжущий вкус, по-видимому, воспринимается как вторичный признак [4,5].

Дубильные вещества представляют собой семейство универсальных природных фенольных биомолекул, основная роль которых заключается в защите растений от насекомых и грибов. Хотя эта группа включает в себя широкий спектр олигомеров и полимеров, можно выделить две основные категории дубильных веществ: гидролизуемые дубильные вещества (ГД) и проантоцианидины (ПЦ), известные также как конденсированные флавоноидные дубильные вещества, устойчивые к гидролитической деградации [7]. Дубильные вещества содержат ароматические кольца, несущие гидроксильные группы, которые придают им высокую химическую активность, заставляя их образовывать комплексы с другими макромолекулами, такими как углеводы [8] или клеточные мембраны бактерий [9]. Однако их основными характеристиками являются комплексообразование и осаждение белков [10]. Дубильные вещества обладают высокими антиоксидантными свойствами, применимыми в пищевой и медицинской промышленности [11]. Было показано, что они предотвращают заболевания, связанные с окислительным стрессом, такие как сердечно-сосудистые заболевания, рак и остеопороз. Благодаря своей химической реактивности, высокой доступности сырья и простоте и безопасности экстракции, дубильные вещества широко используются в пищевой, кожевенной и химической промышленности [7]. Примеры текущих или потенциальных применений включают их использование в производстве антикоррозионных грунтовок [12], в качестве «зеленых» альтернатив синтетическим гомологичным фенольным соединениям для производства клеев для древесины и древесностружечных плит [13], а также в функциональных полимерных материалах с переменными физико-химическими и



морфологическими свойствами [14]. Кроме того, пиролиз этих материалов, т.е. термическая обработка в инертной атмосфере при повышенных температурах, приводит к образованию клеточных углеродистых материалов [15], что еще больше расширяет спектр возможных применений.

Катехины – самые полезные компоненты чая, особенно зеленого [16]. Это восстановленные формы флавоноидов, содержащие одну или несколько гидроксильных групп, которые могут быстро окисляться и подвергаться полимеризации [31]. Чем больше в сухом чае полифенолов, тем выше качество настоя, тем лучше цвет, терпкость и аромат напитка [17]. В чае присутствует 8 катехинов, из них в наибольшем количестве содержатся галлокатехин, эпигаллокатехин, эпигаллокатехингаллат [27, 29]. Это водорастворимые бесцветные вещества, которые легко окисляются, особенно в щелочной среде, и вступают в реакции конденсации, образуя сложные соединения, относящиеся к дубильным веществам [25]. В отличие от других флавоноидов катехины гликозилированных форм, как правило, не образуют. Катехины чайного листа обеспечивают наиболее полезные свойства чая [20]. Они снижают хрупкость и проницаемость капилляров, нормализуют тканевое дыхание, предотвращают развитие атеросклероза [19]. Кроме того, катехины чая являются мощными антиоксидантами, нейтрализующими свободные радикалы [24, 28]. Полифенолы способствуют связыванию различных ядовитых веществ и выведению их из организма, оказывают вяжущее и бактериостатическое действие [18]. На их долю приходится 20–30% сухого вещества чая. Важно иметь в виду, что содержание катехинов в сухом чае не изменяется даже при хранении более 3 лет [30]. Катехины принимают активное участие в обмене сложных белков, влияют на активность ферментов, в частности фермента теломеразы, который обеспечивает регуляцию процессов деления клеток [21, 22].



Эпигаллокатехингаллат зеленого чая повышает активность ключевых ферментов остеогенеза, увеличивает минерализацию костной ткани, блокирует активность остеокластов [26]. Он эффективен при сепсисе и ревматоидном артрите [29].

Дубильные вещества – это смесь полифенольных соединений и их производных. На долю дубильных веществ приходится от 15 до 30%. Эти вещества препятствуют развитию онкологических процессов, понижают артериальное давление, обладают антимикробным, дезинфицирующим действием. Дубильные вещества являются активными антиоксидантами, препятствуя таким образом старению организма. Наиболее богаты дубильными веществами белые и зеленые чаи [23]. В черных чаях содержание дубильных веществ значительно ниже, что связано с процессами окисления, происходящими в чае во время ферментации. Одним из представителей дубильных веществ является танин или теотанин. Его содержание в зеленом чае в два раза больше, чем в черном. Это связано с тем, что в зеленых чаях танин находится в неокисленном состоянии, а в черном до 40–50% танина окислено [24].

Выраженный терапевтический эффект танинов обусловлен их антиоксидантным потенциалом и способностью к адсорбции токсичных соединений. Механизм детоксикации основан на формировании устойчивых химических комплексов с белками, металлами и кислотами, что способствует их эффективному выведению. В клинической практике это накладывает ограничения на сочетанный прием чая и медикаментов, поскольку дубильные вещества могут выступать в роли неспецифических сорбентов, препятствуя терапевтическому действию лекарственных средств.

Заключение

Дубильные вещества в чайном листе являются лабильными соединениями. В ходе ферментативной обработки они



трансформируются в хиноны, которые катализируют окисление сопутствующих органических веществ. Образующиеся при этом вторичные метаболиты обладают высокой ароматической активностью и вносят определяющий вклад в органолептические характеристики чайного настоя. Танины — мощные антиоксиданты, превосходящие по эффективности витамин Е в замедлении процессов клеточного старения. Они регулируют обмен липидов и защищают ткани полости рта. В составе чая эти соединения выступают важным источником витамина Р: они укрепляют капилляры, помогают снижать артериальное давление и значительно усиливают полезное действие витамина С, защищая его от разрушения. Концентрация дубильных веществ в белых и зеленых сортах чая почти вдвое превышает их содержание в черных. Это обусловлено минимальной степенью ферментации: в светлых чаях танин сохраняется в нативном (неокисленном) состоянии, тогда как в черном чае до 50% полифенолов подвергается окислению. Благодаря этому регулярное употребление слабоферментированных сортов обеспечивает мощную антиоксидантную защиту организма от негативных факторов внешней среды и способствует замедлению процессов старения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Bate-Smith, E.C.; Swain, T. Flavonoid compounds. In Comparative Biochemistry; Mason, H.S., Florkin, A.M., Eds.; Academic Press: New York, NY, USA, 1962; Volume 3.
2. Janet, A.M.K.; Garry, G.D. Flavonoids in Foods, in Flavonoids. Chemistry, Biochemistry and Applications; Andersen, O.M., Markham, K.R., Eds.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2006.
3. Spranger, I.; Sun, B.; Mateus, A.M.; De Freitas, V.; Ricardo-Da-Silva, J. Chemical characterization and antioxidant activities of oligomeric and



polymeric procyanidin fractions from grape seeds. *Food Chem.* 2008, 108, 519–532.

4. Arnold, R.A.; Noble, A.C.; Singleton, V.L. Bitterness and astringency of phenolic fractions in wine. *J. Agric. Food Chem.* 1980, 28, 675–678.

5. Green, B.G. Oral astringency: A tactile component of flavor. *Acta Psychol.* 1993, 84, 119–125.

6. Carpenter, G.; Cleaver, L.; Blakeley, M.; Hasbullah, N.; Houghton, J.; Gardner, A. Wine astringency reduces flavor intensity of Brussels sprouts. *J. Text. Stud.* 2018, 50, 71–74.

7. Quideau, S.; Deffieux, D.; Douat-Casassus, C.; Pouysgu, L. Plant Polyphenols: Chemical Properties, Biological Activities, and Synthesis. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2011, 50, 586–621.

8. Amoako, D.; Awika, J.M. Polyphenol interaction with food carbohydrates and consequences on availability of dietary glucose. *Curr. Opin. Food Sci.* 2016.

9. Smith, A.H.; Zoethendal, E.; Mackie, R. Bacterial Mechanisms to Overcome Inhibitory Effects of Dietary Tannins. *Microb. Ecol.* 2005, 50, 197–205.

10. Adamczyk, B.; Salminen, J.-P.; Smolander, A.; Kitunen, V. Precipitation of proteins by tannins: Effects of concentration, protein/tannin ratio and pH. *J. Food Sci. Technol.* 2012, 47, 875–878.

11. Chung, K.-T.; Wong, T.Y.; Wei, C.-I.; Huang, Y.-W.; Lin, Y. Tannins and Human Health: A Review. *Crit. Rev. Food Sci.* 1998, 38, 421–464.

12. Hornus Sack, S.; Romagnoli, R.; Vetere, V.F.; Eisner, C.I.; Pardini, O.; Arnalvy, J.I.; Di Sarli, A.R. Evaluation of Steel/Primer Based On Chestnut Tannin/Paint Film Systems by EIS. *J. Coat. Technol.* 2002, 74, 63–69.

13. Matsumae, T.; Horito, M.; Kurushima, N.; Yoshikazu Yazaki, Y. Development of bark-based adhesives for plywood: Utilization of flavonoid compounds from bark and wood. II. *J. Wood Sci.* 2019, 65, 9.



14. Celzard, A.; Szczurek, A.; Prasanta, J.; Fierro, V.; Basso, M.-C.; Bourbigot, S.; Stauber, M.; Pizzi, A. Latest progresses in the preparation of tannin-based cellular solids. *J. Cell. Plast.* 2015, 51, 89–102.
15. Szczurek, A.; Fierro, V.; Pizzi, A.; Celzard, A. Mayonnaise, whipped cream and meringue, a new carbon cuisine. *Carbon* 2013, 58, 245–248.
16. Запрометов, М. Н. О механизме биосинтеза катехинов / М. Н. Запрометов // Биохимия. – 1962. – Т. 27, № 5. – С. 366.
17. Запрометов, М. Н. Фенольные соединения / М. Н. Запрометов. – М.: Наука, 1993. – 272 с.
18. Кравченко, Л. В. Влияние экстракта зеленого чая и его компонентов на антиоксидантный статус и активность ферментов метаболизма ксенобиотиков у крыс / Л. В. Кравченко и др. // Вопр. пит. – 2011.
19. Маслов, Л. Н. О перспективах применения флавоноидов для профилактики атеросклероза и атеротромбоза / Л. Н. Маслов // Клиническая фармакология и терапия. – 2007. – Т. 16, № 3. – С. 60-67.
20. Племенков, В. В. Химия изопреноидов : учеб. пособие / В. В. Племенков. – Барнаул: Изд-во ун-та, 2007. – 322 с.
21. Aline de O, Sandra DA, Lee HL, Sean RM, Stephen DH, Jeffrey R. Hammond Inhibition of herpes simplex virus type 1 with the modified green tea polyphenol palmitoyl-epigallocatechingallate. *Food and Chemical Toxicology* 2013.
22. Chiu FL, Lin JK. Hplc analysis of naturally occurring methylated catechins, 3- and 4-methyl-epigallocatechin gallate, in various fresh tea leaves and commercial teas and their potent inhibitory effects on inducible nitric oxide synthase in macrophages. *J Agric Food Chem* 2005.
23. Graham H.N. Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry // *Prev. Med.* – 1992. – Vol.21, № 3. – P.334-350.



24. Hashimoto FN, Nishioka GI. Tannins and related compounds Lxix. Isolation and structure elucidation of b,b₂-linked bisflavanoids, theasinensins d-g and oolongtheanin from oolong tea. Chem Pharm Bull 1988.
25. Ikeda H, Moriwaki H, Matsubara T, Yukawa M, Iwase Y, Yukawa E. Mechanism of interaction between risperidone and tea catechininfluence of presence of galloyl group in catechin on insoluble complex formation with risperidone.YakugakuZasshi. 2012.
26. Mak, J.C. Potential role of green tea catechins in various disease therapies: Progress and promise. Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. 2012.
27. Nakagawa K, Miyazawa T. Chemiluminescence-high-performance liquid chromatographic determination of tea catechin (–)-epigallocatechin 3-gallate, at picomole levels in rat and human plasma. Anal Biochem 1997.
28. Sang S, Yang I, Buckley B, Ho CT, Yang CS. Autoxidative quinone formation in vitro and metabolite formation in vivo from tea polyphenol (–)-epigallocatechin-3-gallate: studied by real-time mass spectrometry combined with tandem mass ion mapping. Free Radic Biol Med 2007.
29. Tanaka T., Inoue K., Betsumiya Y., Mine C., Kouno I. Two types of oxidative dimerization of the black tea polyphenol theaflavin // J. Agric. Food Chem. – 2001. – Vol.49, № 12.
30. Tanaka T., Matsuo Y., Kouno I. A novel black tea pigment and two new oxidation products of epigallocatechin-3-O-gallate // J. Agric. Food Chem. – 2005. – Vol.53, № 19.
31. Tsung O. Cheng All teas are not created equal. The Chinese green tea and cardiovascular health /International Journal of Cardiology 108. 2006.