

## **CAMELLIA SINENSIS CHARACTERIZATION AND BIOLOGICAL ACTIVE COMPOUNDS**

**Elena-Alina BUGA, Ioana-Maria TOPLICEAN\*, Adina-Daniela DATCU**

West University of Timisoara, Faculty of Chemistry, Biology, Geography, Department of Biology-Chemistry, Pestalozzi 16, Timișoara

\* Corresponding author e-mail: ioana.toplicean03@e-uvv.ro

Received 22 December 2023; accepted 30 December 2023

### **ABSTRACT**

*The purpose of this review is to discuss numerous aspects regarding Camellia sinensis main bioactive compounds. This plant species conducts to production of green and black teas. These beverages are the second most popular drinks worldwide, behind water. Camellia originates in Asia, but its leaves are consumed in the entire world. Between the most common bioactive compounds, theanine is widely known. Behind it, tea leaves contain aminoacids, alkaloids, organic acids, polyphenols, proteins or tannant substances. These compounds are responsible for the enjoyable taste, but also has some medical properties.*

**KEYWORDS:** polyphenols, green tea leaves, biochemical compounds, chemical fingerprinting, properties

### **1.Aspecte generale – introducere**

Cu excepția apei, ceaiului preparat din frunzele de *Camellia sinensis*, este cea mai consumată băutură din lume, după apă, iar popularitatea sa se datorează parțial aromei sale tipice și beneficiilor pentru sănătate (Zhua et al. 2020). Țările asiatice, în principal India, China și Sri Lanka, generează mai mult de jumătate din producția mondială de ceai, iar comerțul cu ceai a devenit o afacere importantă pentru aceste țări. Centrul probabil de origine al ceaiului este în sud-vestul Chinei. Ceaiul sălbatic crește în pădurea din diferite părți ale Chinei și este cultivat comercial în regiunile tropicale și subtropicale ale lumii. Principalele țări producătoare de ceai sunt China, India, Sri Lanka, Kenya, Indonezia, Vietnam, Turcia și Japonia, dar este cultivat și în Argentina, Georgia și alte țări (Kottawa-Arachchi et al. 2018).

Ceaiul a fost considerat un lichid zilnic necesar vieții și un element ritualic în China antică și, respectiv, Japonia. Savorea plăcută, aroma și gustul atractiv, pe lângă efectele sale de promovare a sănătății și fiind principala băutură cu cofeină la nivel mondial, o fac una dintre cele mai comune băuturi din lume (Hilal, 2017).

Componente chimice. O treime dintre cei aproape 4000 de compuși bioactivi găsiți în ceai sunt polifenoli (Tariq et al. 2010). Alți compuși includ

alcaloizi (cum ar fi cofeină, teofilină și teobromină), aminoacizi, carbohidrați, proteine, clorofilă, oligoelemente, fluor, aluminiu, minerale și compuși organici volatili (care sunt substanțe chimice care produc ușor vapori și contribuie la mirosul ceaiului) (Cabrera et al. 2003).

## 2. Istoric, consum global, evoluție, morfologie

Din punct de vedere istoric, ceaiul are roluri importante nu numai ca terapie antică pentru sănătate, ci și ca subiect al artelor vizuale și literare. Ceaiul a fost pictat, desenat și figurat pe textile și ceramică (Hilal, 2017).

*Camellia sinensis* este nativ Chinei, Tibetului și Japoniei. Nu este un arbore mare, ci mai degrabă un tufiș. Este mic, cu 1–2 m înălțime. Are multe tulpini. Frunzele sunt pielose, cu suprafețe mate. Deoarece frunzele sunt groase și dure, este dificil să recunoști nervurile din lamină. Lamina frunzei este eliptică și are un capăt obtuz. Baza este dreaptă. Marginea dințată (Hilal, 2017).

Trăsăturile morfologice, cum ar fi caracterele frunzelor, caracterele fructelor, caracterele florilor etc., sunt utilizate în mod regulat pentru determinarea diversității genetice între accesările de germoplasmă (Kottawa-Arachchi et al. 2018). Germoplasma este o parte integrantă a programelor de îmbunătățire genetică la orice specie de cultură (Kottawa-Arachchi et al. 2018).

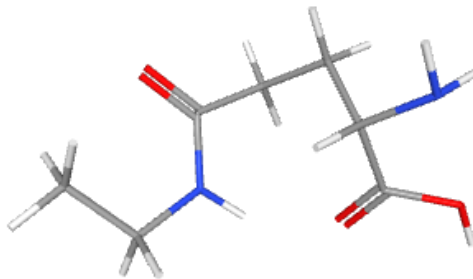


Fig.1.Structura chimică a theaninei.  
(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/439378#section=3D-Conformer>)

Teanina constituie între 10 și 30 mg g<sup>-1</sup> din greutatea frunzei uscate de ceai. Cu toate acestea, nivelul de teanină variază în funcție de o varietate de factori, inclusiv locația de creștere, calitatea ceaiului, varietatea și momentul recoltării (Kottawa-Arachchi et al. 2018). Pentru aminoacizi, compusul L-teanina, s-a dovedit a fi semnificativ mai mare în probele din aprilie, comparativ cu probele din alte luni (Zhua et al. 2020). Împreună cu glutamina

și alți aminoacizi liberi, teanina este rezervorul de azot non-proteic al plantei (Hilal, 2017). Teanina contracarează cofeina din ceai. Spre deosebire de cofeină, teanina (dependentă de doză) calmează sistemul nervos central. În plus, teanina are, împreună cu ceilalți aminoacizi, gust dulce și slăbește gustul amar al catechinelor (Hilal, 2017). De asemenea, teanina poate crește eliberarea hormonilor serotonină și dopamină și, astfel, poate îmbunătăți capacitatea de învățare. (Hilal, 2017). Teanina scade tensiunea arterială, care fusese crescută anterior prin administrarea de cofeina. Prin urmare, teanina poate avea efecte diferite asupra sistemului nervos central datorită dozelor diferite (Hilal, 2017).

**Vitamine și minerale din ceai.** Frunzele de ceai conțin o serie de vitamine în concentrație foarte scăzută. Excepție este vitamina C (acid ascorbic). Practic, fluorul este cel mai important mineral din ceai (Hilal, 2017).

**Polifenoli și catechine.** Lăstarii tineri de ceai sunt extrem de bogați în compuși polifenolici, iar polifenolii totali din fluxul de ceai variază între 20 și 30% pe bază de greutate uscată. Polifenolii din ceai includ în principal următoarele șase grupe de compuși: flavanoli, hidroxil-4-flavonoli, antociani, flavone, flavonoli și acizi fenolici. Dintre acestea, catechinele (flavan-3-oli) sunt cele mai importante și ocupă 60–80% din cantitatea totală de polifenoli din ceai (Kottawa-Arachchi et al. 2018). În frunzele proaspete și în ceaiul verde catechinele (Flavanols sau Flavan-3-ols) sunt grupul cel mai abundent de compuși fenolici. Cele mai multe beneficii medicinale ale ceaiului pot fi urmărite până la aceste catechine care reprezintă aproximativ 70% din fracția de flavonoide (Hilal, 2017). Flavonoidele sunt metabolizate secundari majori prezenți în ceai (*Camellia sinensis*). Acești compuși sunt strâns legați de aroma tipică a infuziilor de ceai și contribuie la beneficiile farmaceutice ale ceaiului asupra sănătății umane (Zhua et al. 2020). Catechinele au o serie de alte efecte atribuite, cum ar fi scăderea nivelului de colesterol, scăderea zahărului din sânge, efect anti-bacterian etc. (Hilal, 2017).

**Alcaloizi.** Dintre alcaloizi, cofeina (1,3,7-trimetilxantina), teobromina (3,7-dimetilxantina) sunt doi alcaloizi majori și urme de teofilină (1,3-dimetilxantina) au fost de asemenea detectate în ceai. Au fost detectați și alți alcaloizi purinici, cum ar fi teacrina (Kottawa-Arachchi et al. 2018).

**Aminoacizi.** Printre aminoacizii esențiali, alanina, arginina, asparagina, acidul aspartic, acidul glutamic, izoleucina, histidina, leucina, fenilalanina, serina, prolina, treonina și tirozina au fost determinate prin HPLC în ceaiurile verzi, albe și negre (Alcázar et al. 2007; Wang et al. 2010a).

**Acizi organici și acizi grași.** Acizii oxalic, malic, citric, izocitric și succinic sunt acizii organici predominanți în frunzele proaspete de ceai (Sanderson & Selvendran, 1965).

**Pigmenți vegetali.** Clorofilele sunt pigmenții verzi vitali pentru fotosinteză și în cazul speciei investigate, întâlnim clorofilele a și b fost raportate a fi prezente în toate plantele superioare. (Kottawa-Arachchi et al.2018)

### 3. Proprietăți

Diferite tipuri de ceai pot avea compuși biochimici diferiți și aceștia sunt factori importanți care contribuie la calitatea ceaiului, precum și la proprietățile farmacologice (Hilal, 2017).

În procesul de fermentație are loc oxidarea enzimatică a polifenolilor din ceai, ducând la formarea compușilor pigmentați, polifenolici, precum teaflavină și thearubigină, care sunt responsabili de aroma și culoarea caracteristică a ceaiurilor (Robertson, 1992).

În planta de ceai, majoritatea genelor structurale legate de flavonoide au fost identificate funcțional prin transformarea eterogenă în model (Zhua et al. 2020). Flavonolii au primit recent multă atenție datorită proprietăților lor antioxidante, antimicrobiene, anticancerigene, anti-aterosclerotice și anti-proliferative (Dreosti et al.1997; Wiseman et al. 1997; Kottawa-Arachchi et al.2018) În plantele de ceai, proprietățile enzimatică ale genelor biosintetice timpurii și târzii au fost studiate pe scară largă.in vitro (Wang et al. 2014; Zhao et al. 2017).

Dintre catechine, EGCG predomină nu doar cantitativ (până la 70% din conținutul total de catechine), se pare că este substanța care alcătuiește proprietățile de prevenire a cancerului ale ceaiului. În laborator, a fost detectată o gamă largă de efecte asupra celulelor tumorale (Clifford, 2001). Catechinele au o serie de alte efecte atribuite, cum ar fi scăderea nivelului de colesterol, scăderea zahărului din sânge, efect anti-bacterian etc. (Zhao, 2006; Gupta, 2008).

S-a raportat că aceste catechine contribuie în principal la proprietățile antioxidante ale infuziilor de ceai verde (Yang et al. 2018; Peluso & Serafini, 2017; Luo et al. 2020).

Conținutul de fluor solubil în apă din frunzele de ceai este foarte semnificativ. O ceașcă de ceai acoperă 10-15% din necesarul zilnic de fluor pentru a proteja împotriva cariilor dentare (Hilal 2017).

Antocianii sunt pigmenți vegetali găsiți în multe plante care conferă culoare fructelor, legumelor și florilor. Acești pigmenți s-au dovedit a fi cel mai mare și cel mai important grup de solubili în apă (Kottawa-Arachchi et al.2018).

Proprietăți terapeutice și farmacologice date de compușii enumerați anterior: activități anti-îmbătrânire (Harman, 1994; Polidori, 2003; Junqueira et al. 2004;Kitani et al. 2004), anti-Alzheimer (Choi et al. 2001; Levites et al.

2003; Jeon et al. 2003), antiparkinson (Youdim et al. 2000; Levites et al. 2001; Choi et al. 2002; Zheng et al. 2005), antiaccident vascular cerebral (Sato et al. 1989; Choi et al. 2004; Kurinyama et al. 2006; Arab et al. 2008), anticancer și antidiabetice (Setiawan et al. 2001; Tsuneki et al. 2004; Wu et al. 2004a,b; Singh et al. 2009).

## CONCLUZII

Frunzele de ceai – *Camellia sinensis* conțin numeroși compuși biologic activi, din diverse clase. Dintre aceștia, cei mai importanți sunt teanina, compus cu efecte neuroprotective, dar și polifenoli, vitamine sau catechine, cu rol antioxidant. Dintre minerale, frunzele de ceai au concentrații relativ mari de potasiu, calciu, dar și de fier. Toți acești compuși concurează la numeroasele proprietăți farmaceutice. Ceaiurile verde și negru sunt adesea utilizate nu doar pentru gustul unic, dar și pentru capacitatea de a preveni infarctul miocardic acut, pentru reglarea concentrației de glucoză din sânge, pentru reducerea nivelului de colesterol de tip LDL, dar are efecte și asupra scăderii în greutate și în afecțiuni dermatologice. Prin urmare, consumul regulat de ceai nu este doar plăcut, ci și benefic pentru sănătate.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- Alcazar A., Ballesteros O., Jurado J.M. 2007. Differentiation of green, white, black, Oolong, and Pu-erh teas according to their free amino acids content. *J Agric Food Chem* 55:5960–5965
- Arab L., Liu W., Elashoff D. 2008. Green and black tea consumption and risk of stroke. A meta-analysis. *Stroke* 40(5): 1786-92.
- Cabrera C., Gimenez R., Lopez M.C. 2003. Determination of tea components with antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 51(15): 4427-35.
- Choi J.Y., Park C.S., Kim D.J., Cho M.H., Jin B.K., Pie J.E., Chung W.G. 2002. Prevention of nitric oxide-mediated 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine-induced Parkinson's disease in mice by tea phenolic epigallocatechin 3-gallate. *Neurotoxicol.* 23(3): 367-74.
- Choi Y.B., Kim Y.I., Lee K.S., Kim B.S., Kim D.J. 2004. Protective effect of epigallocatechin gallate on brain damage after transient middle cerebral artery occlusion in rats. *Brain Res.* 1019(1-2): 47-54.
- Choi Y.T., Jung C.H., Lee S.R., Bae J.H., Baek W.K., Suh M.H., Park J., Park C.W., Suh S.I. 2001. The green tea polyphenol (-)-Epigallocatechin gallate attenuates beta-amyloid-induced neurotoxicity in cultured hippocampal neurons. *Life Sci.* 70(5): 603-14
- Clifford M. 2001. A nomenclature for phenols with special reference to tea. *J Food Sci & Nut.* 41:393–397.
- Dreosti I.E., Wargovich M.J., Yang C.S. 1997. Inhibition of carcinogenesis by tea: the evidence from experimental studies. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 37(8):761-70.
- Gupta J., Siddique Y.H., Beg T., Ara G., Afzal M. 2008. A review on the beneficial effects of tea polyphenols on human health. *J International Journal of Pharmacology.* 4(5):314–338.
- Harman D. 1994. Free-radical theory of aging. Increasing the functional life span. *Annals of the New York Academy of Sci.* 717: 1-15.
- Hilal Y. 2017. Morphology, Manufacturing, Types, Composition and Medicinal Properties of Tea (*Camellia sinensis*). *Jurnal of Basic and applied Plant Science.*
- Jeon S.Y., Bae K., Seong Y.H., Song K.S. 2003. Green tea catechins as a BACE1 (beta-secretase) inhibitor. *Bioorganic Medicinal Chemistry Letters* 13(22): 3905-08.
- Junqueira V.B., Barros S.B., Chan S.S., Rodrigues L., Giavarotti L., Abud R.L., Deucher G.P. 2004. Aging and oxidative stress. *Molecular Aspects of Medicine* 25(1-2): 5-16.
- Kitani K., Yokozawa T., Osawa T. 2004. Interventions in aging and age-associated pathologies by means of nutritional approaches. *Annals of the New York Academy of Sci.* 1019: 424-26.
- Kottawa-Arachchi D.J., Gunasekare K.T.M., Ranatunga B.A.M. 2018. Biochemical diversity of global tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] germplasm and its exploitation: a review *Genet Resour. Crop. Evol.* 66:259–273

- Kuriyama S., Shimazu T., Ohmori K., Kikuchi N., Nakaya N., Nishino Y. 2006. Green tea consumption and mortality due to cardiovascular disease, cancer and all causes in Japan: The Ohsaki Study. *JAMA* 296(10): 1255-65.
- Levites Y., Amit T., Mandel S., Youdim M.B. 2003. Neuroprotection and neurorescue against A beta toxicity and PKC-dependent release of nonamyloidogenic soluble precursor protein by green tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate. *J. FASEB* 17(8): 952-54.
- Levites Y., Weinreb O., Maor G., Youdim M.B., Mandel S. 2001. Green tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate prevents N-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine-induced dopaminergic neurodegeneration. *J. Neurochemistry* 78(5): 1073-82.
- Luo Q., Zhang R.J., Li B.H., Wu T.D., Geng F., Corke H., Wei L.X., Gan Y.R. 2020 Green Extraction of Antioxidant Polyphenols from Green Tea (*Camellia sinensis*). *Antioxidants* 9, 785:1-15
- Peluso I., Serafini M. 2017. Antioxidants from black and green tea: From dietary modulation of oxidative stress to pharmacological mechanisms. *Br. J. Pharmacol.* 174, 1195–1208.
- Polidori M.C. 2003. Antioxidant micronutrients in the prevention of age-related diseases. *J. Postgraduate Medicine* 49(3): 229-35.
- Robertson A. 1992. The chemistry and biochemistry of black tea production—the non-volatiles. In: Willson KC, Clifford MN (eds) *Tea: cultivation to consumption*. Chapman & Hall Publication 555–601
- Sanderson G.W., Selvendran R.R. 1965. The organic acids in tea plants. A study of the non-volatile organic acids separated on silica gel. *J. Sci. Food Agric* 16:251–258.
- Sato Y., Nakatsuka H., Watanabe T., Hisamichi S., Shimizu H., Fujisaku S. 1989. Possible contribution of green tea drinking habits to the prevention of stroke. *Tohoku J. Exp. Med.* 157(4): 337-43.
- Setiawan V.W., Zhang Z.F., Yu G.P., Lu Q.Y., Li Y.L., Lu M.L., Wang M.R., Guo C.H., Yu S.Z., Kurtz R.C., Hsieh C.C. 2001. Protective effect of green tea on the risks of chronic gastritis and stomach cancer. *Int. J. Cancer* 92(4): 600-604.
- Singh M., Tyagi S., Bhui K., Prasad S., Shukla Y. 2009. Regulation of cell growth through cell cycle arrest and apoptosis in HPV 16 positive human cervical cancer cells by tea polyphenols. *Invest New Drug.*
- Tariq M., Naveed A., Barkat Ali K. 2010. The morphology, characteristics and medicinal properties of 'Camellia sinensis' tea. *J. Med. Plants Res.* 4(19): 2028-33.
- Tsuneki H., Ishizuka M., Terasaw M., Wu J., Sasaoka T., Kimura I., 2004. Effect of green tea on blood glucose levels and serum proteomic patterns in diabetic (db/db) mice and on glucose metabolism in healthy humans. *BMC Pharm.* 4: 18.
- Wang L., Xu R., Hu B. 2010a. Analysis of free amino acids in Chinese teas and flower of tea plant by high performance liquid chromatography combined with solid-phase extraction. *Food Chem* 123:1259–1266.
- Wang Y.S., Xu Y.J., Gao L.P., Yu O., Wang X.Z., He X.J., Jiang X.L., Liu Y.J., Xia T. 2014. Functional analysis of Flavonoid 3',5'-hydroxylase from Tea plant (*Camellia sinensis*): critical role in the accumulation of catechins. *BMC Plant Biol.* 14: 347.
- Wiseman S.A., Balentine D.A., Frei B. 1997. Antioxidants in tea. *Crit Rev Food Sci Nutr* 37:705–718
- Wu L.Y., Juan C.C., Ho L.T., Hsu Y.P., Hwang L.S. 2004a. Effect of green tea supplementation on insulin sensitivity in Sprague and Dawley rats. *J. Agricultural and Food Chemistry* 52(3): 643-48.
- Wu L.Y., Juan C.C., Hwang L.S., Hsu Y.P., Ho P.H., Ho L.T. 2004b. Green tea supplementation ameliorates insulin resistance and increases glucose transporter IV content in a fructose-fed rat model. *European J. Nutrition* 43(2): 116-24.
- Yang H., Xue X.J., Li H., Apandi S.N., Tay-Chan S.C., Ong S.P., Tian E.F. 2018. The relative antioxidant activity and steric structure of green tea catechins—a kinetic approach. *Food Chem.* 257, 399–405.
- Youdim M.B., Gassen M., Gross A., Mandel S., Grunblatt E. 2000. Iron chelating, antioxidant and cytoprotective properties of dopamine receptor agonist; apomorphine. *J. Neural Transmission Supplementum* 58: 83-96.
- Zhao B. 2006. The health effects of Tea Polyphenols and their antioxidant mechanism. *J Clin Biochem Nutr.* 38:59–68.
- Zhao L., Jiang X.L., Qian Y.M., Wang P.Q., Xie D.Y., Gao L.P., Xia T. 2017. Metabolic characterization of the anthocyanidin reductase pathway involved in the biosynthesis of Flavan-3-ols in elite shuchazao tea (*Camellia sinensis*) cultivar in the field. *Molecules* 22: 2241.
- Zheng H., Weiner L.M., Bar-Am O., Epsztejn S., Cabantchik Z.I., Warshawsky A., Youdim M.B., Fridkin M. 2005. Design, synthesis and evaluation of novel bifunctional iron-chelators as potential agents for neuroprotection in Alzheimer's, Parkinson's and other neurodegenerative diseases. *Bioorganic Medicinal Chemistry* 13(3): 773-83.
- Zhua J., Xub Q., Zhaoa S., Xia X., Yana X., Ana Y., Mia X., Guoa L., Samarina L., Weia C. 2020. Comprehensive co-expression analysis provides novel insights into temporal variation of flavonoids in fresh leaves of the tea plant (*Camellia sinensis*). *Plant Science* 290: 110306:1-11.