

***Camellia sinensis* L. antioksidatīvās un antiradikālās īpašības**

*Antra Broņka*¹, *Alise Silova*²,
*Andrejs Šķesters*², *Zigurds Zariņš*³

Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

¹ *Rehabilitācijas fakultāte,*

² *Bioķīmijas laboratorija,*

³ *Sporta un uztura katedra*

Kopsavilkums

Organismā brīvie radikāļi rodas nepārtraukti gan fizioloģiski bioķīmisko reakciju laikā, gan apkārtējās vides kaitīgo faktoru ietekmē. Pastiprināti tie veidojas smagas fiziskas slodzes apstākļos, stresa situācijās, iekaisuma procesos, drudža laikā. Radikāļi bojā organisma biomolekulas un veicina oksidatīvā stresa attīstību.

Camellia sinensis (*C. sinensis*) ir tējas krūms, kura lapas izmanto dažādu tēju ražošanā. Atkarībā no tējas lapu apstrādes, tiek iegūta zaļā, dzeltenā, baltā, uluns (*Oolong*) vai melnā tēja. Zaļā tēja ir nefermentēta, melnā – pilnīgi fermentēta, bet dzeltenā, baltā un uluns fermentācijas procesā ir starp zaļo un melno tēju.

Darba mērķis bija noskaidrot dažādu *C. sinensis* tēju kopējo antioksidantu daudzumu un antiradikālo aktivitāti un izvērtēt katras tējas šķirnes spēju saistīt kādu no radikāļiem (OH^\bullet , O_2^\bullet , NO^\bullet).

Rezultāti. No pētījumā testētajām septiņām *C. sinensis* tējām – zaļā, dzeltenā, baltā, uluns, uluns piena, melnā un Ķīnas zaļās tējas maisījums ar piparmētru un citronzāli – zaļajai tējai ir visaugstākie rādītāji 3 pozīcijās – spēja saistīt OH^\bullet , neitralizēt O_2^\bullet , vislielāko kopējo antioksidantu daudzumu, savukārt melnā tēja vislabāk saista NO radikāli.

Atslēgvārdi: brīvie radikāļi, antioksidanti, *Camellia sinensis*.

Ievads

Cilvēka organismā fizioloģiski bioķīmisko reakciju laikā – ksantīndehidrogenāzes, triptofān-dehidrogenāzes, aldehīddehidrogenāzes darbībā, imūnsistēmas atbildē (fagocitāzē), Hb oksidēšanā u. c. – nepārtraukti rodas brīvie radikāļi. Pastiprināti tie veidojas smagas fiziskas slodzes apstākļos, stresa situācijās, lietojot uzturā ar polinepiesātinātajām taukskābēm pārbagātu pārtiku, drudža laikā, iekaisuma procesos u. c. Arī kaitīgi apkārtējās vides faktori, piemēram, ultravioletais starojums, slāpekļa oksīdi, smagie metāli, smēķēšana, auto izplūdes gāzes, dioksāni un furāni, pesticīdi, medikamenti u. c. vielas, bieži vien rada nekontrolētu brīvo radikāļu pieaugumu organismā [2, 3].

Radikāļi ir ļoti reaģētspējīgas molekulas ar nepāra elektronu skaitu, kuras pastāv ļoti īsu laiku, pirms savienojas ar citu organismā esošu biomolekulu, tādējādi pārvēršoties stabilākā starpproduktā vai gala produktā. Pastāv arī otrs procesa attīstības ceļš, kurā veidojas jauns, aktīvs molekulāras dabas (H_2O_2) produkts vai jauns radikālis, kura aktivitāte var ievērojami pārspēt savu priekšgājēju.

Šādā procesā var tikt aizsāktas t. s. ķēdes reakcijas, kuru gaitā tiek bojātas nukleīnskābes, olbaltumvielas, lipīdi, šūnu membrānas un asins plazmas lipoproteīdi. Tas ir pamats daudzu patoloģisku stāvokļu attīstībai, piemēram, veidojas priekšnosacījumi onkoloģisko slimību, aterosklerozes, koronāro sirds slimību attīstībai, paātrinātas novecošanās procesam u. c. [2, 3].

Dzīvajos organismos brīvo radikāļu līmenis tiek kontrolēts ar antioksidantu sistēmu. Šī sistēma tiek klasificēta kā enzimatiska (superoksīddismutāze (SOD), katalāze, glutationperoksīdāze, glutation-reduktāze) un kā neenzimatiska (vitamīni, karotinoīdi, flavonoīdi, cinks, selēns u. c.). Eksogēnajiem antioksidantiem ir izšķiroša loma, kad patoloģiju, vides, stresa, fizisko aktivitāšu u. c. gadījumos oksidantu un antioksidantu līdzsvars tiek novirzīts par labu radikāļiem un oksidatīvais bojājums pieaug [2].

Augus patlaban ir identificēti vairāki simti polifenolu, kas ir klasificēti atkarībā no fenola gredzena. Struktūras pamatā ir viena vai vairākas oksigrupas, kas saistītas ar aromātisko gredzenu. Augu fenoli ir ļoti spēcīgi antioksidanti [13].

Camellia sinensis L. (*C. sinensis*) ir tējas krūms (saukts arī par tējas augu, tējas koku), kura lapas un pumpuri tiek izmantoti tējas ražošanā.

Atkarībā no ievāktu *C. sinensis* tējas lapu apstrādes, tiek iegūts atšķirīgs tējas tips [14].

1. Zaļā tēja – gandrīz nefermentēta. Tējas lapas tiek apstrādātas ar tvaiku tikai dažas sekundes, lai inaktivētu lapās esošos enzīmus un novērstu to tālāku fermentāciju. Pēc tam lapas tiek saritinātas un izžāvētas.
2. Dzeltenā tēja – gandrīz nefermentēta. Tējas lapas apstrādā ar tvaiku dažas sekundes, tad tās tvaicē un tikai pēc tam saritina un izžāvē.
3. Baltā tēja – daļēji fermentēta. Tējas lapiņas tiek žāvētas saulē vai telpās, tad kaltētas, saritinātas un izžāvētas.
4. Uluns tēja – gandrīz pilnīgi fermentēta. Lapiņas tiek žāvētas saulē vai telpās, tad lapas pārliet speciālā grozā, kurā turpinās fermentācijas procesi, tālākā šķirnes veidošanas procesā lapas tiek kaltētas, saritinātas, izžāvētas un mazliet apdedzinātas.
5. Melnā tēja – pilnīgi fermentēta. Tējas lapas tiek žāvētas saulē vai telpās, tad lapiņas tiek sasmalcinātas, lai veicinātu pilnīgu fermentāciju, saritinātas un izžāvētas.

Būtībā zaļā un dzeltenā tēja ir gandrīz nefermentēta, baltā tēja – daļēji fermentēta, uluns tēja – gandrīz pilnīgi fermentēta, bet melnā – pilnīgi fermentēta.

Fermentācijas procesā tējas lapu citoplazmā esošie katehīni (bezkrāsaini) oksidējas un iegūst krāsu. Veidojas kondensētie jeb “sablīvētie” flavonoīdi – teaflavīns, tearubigēns, bisflavonols u. c., kuru vairs nav zaļajā tējā. Piemēram, ja zaļajā tējā kopējais polifenolu daudzums ir 30–50%, tad melnajā tējā tas ir tikai vidēji 15%. Arī miecvielu jeb tanīnu daudzums fermentētajās tējās palielinās, jo tanīni nešķeļas, bet gan sablīvējas (rodas flabofēns, kas iekrāso tēju). Tanīni rada tējas savelkošo garšu. Melnajā tējā ir arī vairāk kofeīna, ja sākotnēji kofeīns bija saistītā veidā, tad fermentācijas procesā tas atbrīvojas. Melnā tēja ir vairāk tonizējoša nekā zaļā [5, 7].

Tieši katehīni ir tā flavonoīdu apakšgrupa, kas it īpaši izceļas ar antioksidatīvajām īpašībām. Polifenoli ar lielu molekulmasu, piemēram, teaflavīns (melnajā tējā), ir mazāk biopieejami nekā epikatehīna galloatehīns (ECGC), epikatehīns vai epikatehīna gallāts. Jau pēc vienas tējas tases izdzeršanas asinīs ir iespējams noteikt polifenolus gan ķīmiski neizmainītus, gan metabolisma procesos izmainītus. Polifenolu absorbcija pārsvarā notiek tievajā zarnā. Neskartie metabolīti var sasniegt resno zarnu, kur tie tiek pakļauti mikroorganismu iedarbībai, rezultātā polifenoli tiek šķelti. Tējas polifenoli tiek ļoti ātri metilēti ar S-adenozil-L-metionīnu, ko katalizē enzīms katehol-O-metil-transferāze [5].

Darba mērķis

Noteikt *C. sinensis* dažādu veidu tēju kopējo antioksidatīvo un antiradikālo aktivitāti un izvērtēt katras tējas šķirnes spēju saistīt kādu no radikāļiem (OH^\bullet , NO^\bullet un O_2^\bullet).

Materiāls un metodes

Pētījumā analizēti septiņi *C. sinensis* tējas paraugi – zaļā, dzeltenā, baltā, uluns, uluns piena (*Garden of Stone*), melnā un Ķīnas zaļās tējas maisījums ar piparmētru un citronzāli. Salīdzināšanai tika izmantota pašmāju aveņu tēja un piparmētru lapu tēja. Tējnīcā ILLUSEUM Miera ielā 19, Rīgā [1] tika iegādāti seši *C. sinensis* tējas paraugi. Ķīnas zaļās tējas maisījums ar piparmētru un citronzāli, kā arī aveņu tēja tika nopirkta vairumtirdzniecības uzņēmumā “Rimi” Matīsa ielā 25, Rīgā. Savukārt piparmētru lapu tēja tika vākta 2013. gada vasaras sākumā Līvānu novada Turku pagastā, “Silakalns” saimniecībā un līdz 2013. gada decembrim žāvēta mājas apstākļos.

No katra tējas parauga nosvērām 10 mg, aplējām ar 50 ml uzvārīta un atdzesēta līdz 80 °C ūdens un ļāvām tai ievilkties 5 minūtes. Vārītais ūdens tika atdzesēts līdz 80 °C, jo tiek uzskatīts, ka visoptimālākā tējas apliešanas temperatūra ir nevis 100 °C, bet gan vidēji 80 °C. Protams, katras tējas veidam temperatūra atšķiras un ir specifiska, bet par pamatu tika ņemta vidējā [4]. Literatūrā tiek ieteikts ļaut tējai ievilkties vidēji tikai 3 minūtes, bet lēmums ļaut tai ievilkties ilgāk tika pieņemts, lai iegūtu labāku izvilkumu.

Tēju izvilkumos hidroksilradikāļa (OH[•]) un slāpekļa oksīda radikāļa (NO[•]) daudzumu noteicām manuāli, izmantojot spektrofotometru *Cary 50* [6, 9]. Kopējo antioksidantu daudzumu un superoksīdanjonradikāli (O₂^{•-}) noteicām automātiski ar klīniskās ķīmijas analizatoru *RX Daytona*, izmantojot *Randox Laboratories, Ltd.* (AK) reaģentu komplektus – *Total antioxidant status*, Kat. Nr. NX2332 un *RANSOD* Kat. Nr. SD125 [11, 16].

Iegūto datu apstrādei tika izmantota datorprogramma *Microsoft Office Excel* 2010.

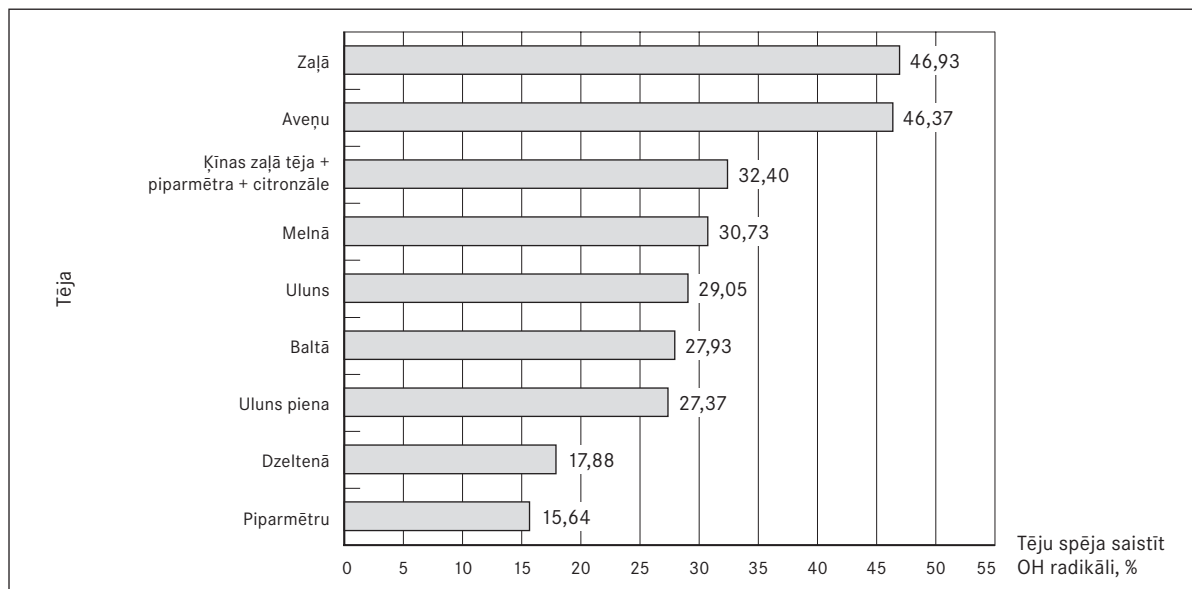
Rezultāti

No *C. sinensis* tējām vislielāko spēju saistīt OH[•] uzrādīja zaļā tēja (46,93%) (sk. 1. att.). Tai seko Ķīnas zaļās tējas maisījums ar piparmētru un citronzāli (32,40%), melnā (30,73%), uluns (29,05%), baltā (27,93%) un uluns piena (27,37%) tēja. Izņemot zaļo tēju, pārējās tējas rezultātu ziņā ir tuvu viena otrai (starpība 5% robežās). Stabili pēdējo vietu ieņēma dzeltenā tēja (17,88%).

No visām testētajām tējām aveņu tējas spēja saistīt OH[•] ir 46,37%, kas ierindoja to uzreiz aiz zaļās tējas, atpaliekot no tās tikai par 0,57%. Savukārt piparmētru tējai bija vēl mazāka spēja saistīt OH[•] (15,64%) nekā dzeltenajai, tāpēc piparmētru tēja ierindojās pēdējā vietā starp visām paraugu tējām.

1. attēls. Dažādu tēju spēja saistīt OH radikāli, %

Various tea ability to scavenge OH radical, %



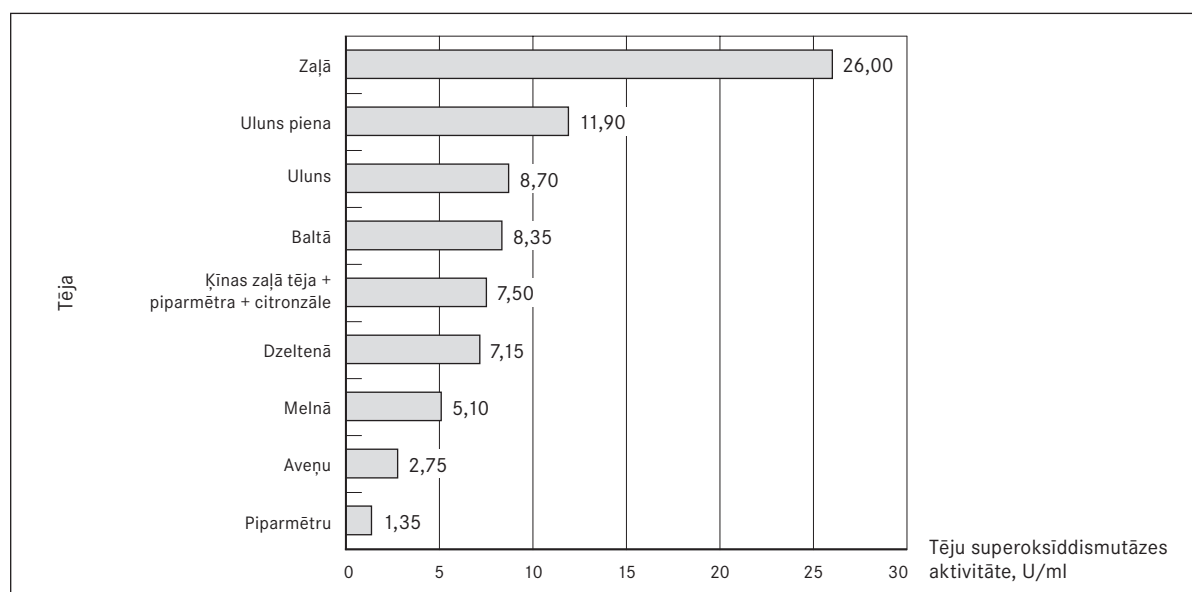
Kā redzams 2. attēlā, superoksīddismutāzes (SOD) aktivitātes ziņā (spējā neitralizēt $O_2^{\cdot-}$) izteikta līdere ir zaļā tēja (26,00 U/ml), kas 2,2 reizes apsteidz uluns piena tēju (11,90 U/ml). Tad seko uluns (8,70 U/ml), baltā (8,35 U/ml), Ķīnas zaļās tējas maisījums ar piparmētru un citronzāli (7,50 U/ml) un dzeltenā tēja (7,15 U/ml), kuru rādītāji ir ļoti tuvu viens otram (2 U/ml robežās). Melnajai tējai ir viszemākie rādītāji (5,10 U/ml) no visām *C. sinensis* tējām.

Pašmāju aveņu tēja (2,75 U/ml) un piparmētru tēja (0,35 U/ml) ierindojās pēdējās vietās.

NO radikāli vislabāk no *C. sinensis* tējām spēja saistīt melnā tēja (2,23 mkM/l) (sk. 3. att.). Uluns (1,71 mkM/l) un baltā tēja (1,63 mkM/l) atrodas ļoti tuvu viena otrai (0,1 mkM/l robežās). Uluns piena un Ķīnas zaļās tējas maisījums ar piparmētru un citronzāli NO radikāli spēj saistīt vienlīdz labi (0,71 mkM/l). Zaļā (0,67 mkM/l) un dzeltenā tēja (0,39 mkM/l) NO radikāli no visām tējām saista visvājāk.

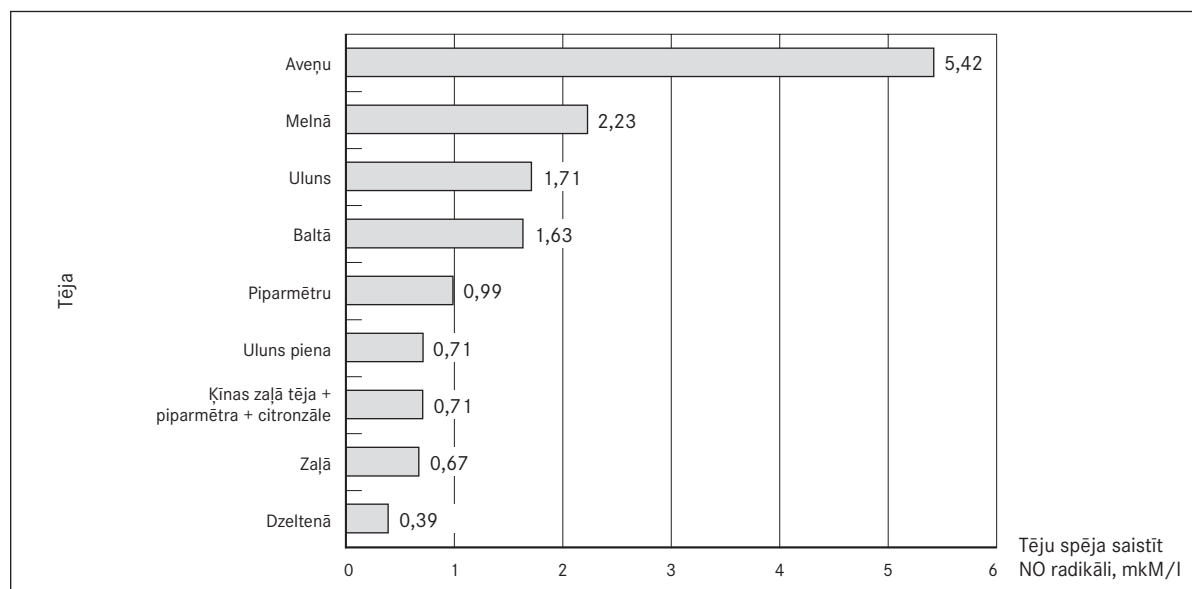
2. attēls. Dažādu tēju superoksīddismutāzes aktivitāte jeb spēja neitralizēt $O_2^{\cdot-}$ (U/ml)

Various tea SOD activity or ability to dismutate $O_2^{\cdot-}$ (U/ml)



3. attēls. Dažādu tēju spēja saistīt NO radikāli (mkM/l)

Various tea ability to scavenge NO radical (mkM/l)

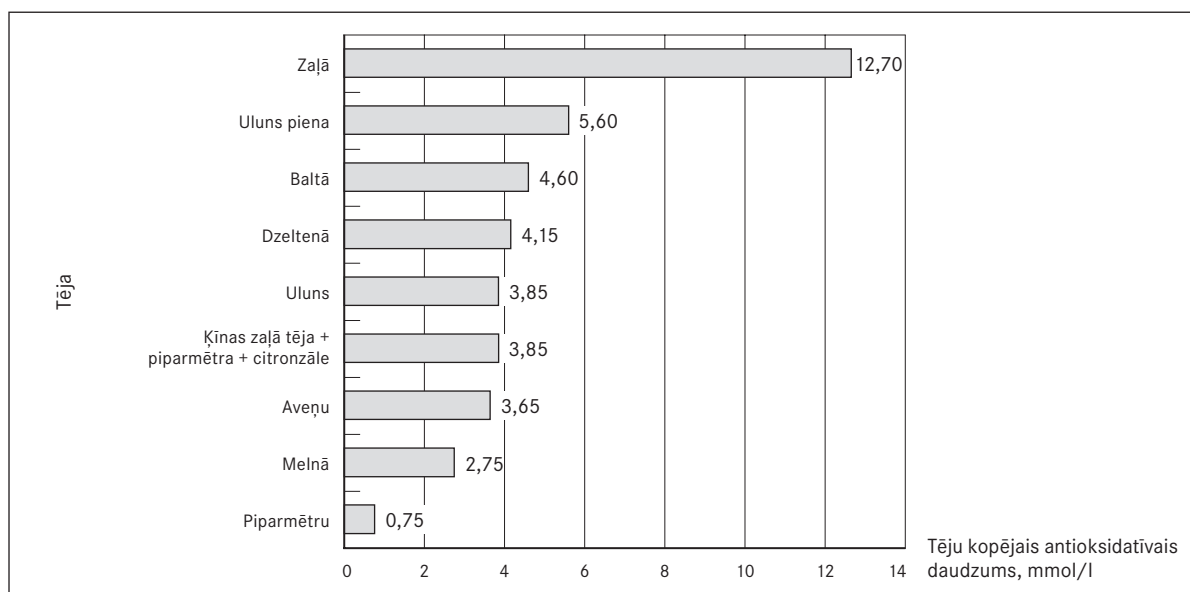


Ja apskata visas testētās tējas, tad neapšaubāmi vislabāk no visām tējām NO radikāli saistīja aveņu tēja (5,42 mkM/l) – 2,4 reizes labāk nekā melnā tēja. Savukārt piparmētru tēja (0,99 mkM/l) ierindojās pa vidu.

Kopējais antioksidantu daudzums, t. i., spēja darboties kā antioksidantam un aizkavēt citu molekulu oksidēšanu, bija zaļajai tējai (12,70 mmol/l) (sk. 4. att.). Zaļā tēja 2,3 reizes apsteidza uluns piena tēju (6,60 mmol/l), kas ierindojās nākamajā pozīcijā. Baltā (4,60 mmol/l), dzeltenā (4,15 mmol/l), uluns (3,85 mmol/l) un Ķīnas zaļās tējas maisījums ar piparmētru un citronzāli (3,85 mmol/l) ir ļoti tuvu viena otrai (1 mmol/l robežās). No visām *C. sinensis* tējām melnā tēja saturēja vismazāk kopējo antioksidantu (2,75 mmol/l).

Savukārt no 9 testētajām tējām aveņu tēja (3,65 mmol/l) ierindojās 7. vietā. Tā saturēja gandrīz tikpat kopējo antioksidantu daudzumu kā baltā, dzeltenā, uluns tēja un Ķīnas zaļās tējas maisījums ar piparmētru un citronzāli. Vismazāk kopējos antioksidantus saturēja piparmētru tēja (0,75 mmol/l). Būtu nepieciešams izdzert 17 tasišu piparmētru tējas vienas zaļās tējas tasītes vietā, lai saņemtu vienādu antioksidatīvu iedarbību.

4. attēls. Dažādu tēju kopējais antioksidantu daudzums, mmol/l
Various tea total antioxidant status, mmol/l



Diskusija

OH^\bullet ir viens no visaktīvākajiem brīvajiem radikāļiem organismā, jo reaģē ar visām organisma biomolekulām (atšķirībā no O_2^\bullet vai NO^\bullet , kuri reaģē tikai ar dažām molekulām). Tas veidojas Fentona reakcijā (H_2O_2 reaģējot ar Fe^{2+}). Brīvais Fe^{2+} galvenokārt rodas, sabrūkot hemoglobīnam (Hb). Dzelzs terapija, ko izmanto, piemēram, anēmijas ārstēšanai, sportistu uzturā u. c., asinīs veido brīvus dzelzs jonus, kas veicina OH^\bullet veidošanos [2, 10].

Visizteiktākā OH^\bullet graujošā darbība ir olbaltumos, kur tas grauj disulfīdu saites (īpaši fibrinogēnu) un rada neparastas tā konfigurācijas, kuras uzkrājas dažādos audos. Šis fibrīnam līdzīgās atrades ir izturīgas pret proteolītisko degradāciju un tiek novērotas daudzām deģeneratīvām slimībām (aterosklerozei, audzējiem, diabētam u. c.) [10].

Tēja ar augstu spēju saistīt / neitralizēt OH^\bullet būtu ieteicama anēmijas slimniekiem, sportistiem, grūtniecēm, kā arī cilvēkiem ar augstu aterosklerozes, diabēta, koronāro sirds slimību u. c. deģeneratīvo slimību risku. No visām testētajām *C. sinensis* tējām visaugstākā OH^\bullet saistītspēja ir zaļajai tējai.

Vissliktākais rezultāts ir dzeltenajai tējai, kas no zaļās tējas atpaliek 2,6 reizes. Tas ir ļoti interesanti, jo *C. sinensis* tēju ražošanas procesā dzeltenā tēja no zaļās tējas atšķiras tikai un vienīgi ar atkārtotu tvaicēšanu pēc apstrādes ar tvaiku. Respektīvi, gan zaļā, gan dzeltenā tēja ir gandrīz nefermentēta (abās ir daudz polifenolu un maz alkaloidu), un šīm abām tējām būtu bijis jāuzrāda vienlīdz labi rezultāti. Savukārt melnā tēja, kas ir pilnīgi fermentēta (veidojas “sablīvētie” polifenoli, kā arī atbrīvojas iepriekš saistītais kofeīns), ierindojas nākamajā vietā aiz zaļās tējas. Atgādināšu, ka polifenolu daudzums zaļajā tējā ir gandrīz 50%, bet melnajā tējā vidēji tikai 15%. No tā var secināt, ka tēju spējai saistīt OH[•] nav vērojama saistība ar polifenolu un alkaloidu daudzumu tajā.

SOD ir paša organisma enzīms, kas dismutē O₂[•] līdz H₂O₂ (kopumā organismā ir 3 veidu SOD – citoplazmas, mitohondriju un ekstracelulāro). Varētu rasties jautājums: kā tad tējā to ir iespējams noteikt? Metodes pamatā tiek izveidota sistēma, kura ģenerē O₂[•] un vēlāk pievieno klāt tējas paraugus. Tējas antioksidanti spēj saistīt un neitralizēt radušās O₂[•] molekulas. Būtībā tā ir spēja neitralizēt brīvo radikāli O₂[•].

O₂[•] tiek uzskatīts par visu aktīvo skābekļa formu pirmavotu. Tas organismā veidojas ievērojamā daudzumā. [2] O₂[•] ir ļoti kaitīgs šūnu funkcijām, un to uzskata par novecošanās ierosinātāju. Bieži palielinātu O₂[•] saista arī ar Alzheimeru slimību, jo tas rada neironu oksidatīvo stresu [15].

Tātad, lai novērstu paātrinātu novecošanu, smadzeņu deģeneratīvās slimības, piemēram, Alzheimeru slimību vai Parkinsonu slimību, ir ieteicams dzert zaļo tēju, kura 2,2 reizes pārspēj nākamo *C. sinensis* tēju – uluns piena. Uluns, baltā tēja un Ķīnas zaļās tējas maisījums ar piparmētru un citronzāli, kā arī dzeltenā tēja atrodas ļoti tuvu viena otrai. Melnajai tējai ir viszemākie rādītāji no visām *C. sinensis* tējām. Lai gan uluns tējas ražošana ir ļoti līdzīga melnās tējas ražošanai (uluns ir gandrīz pilnīgi fermentēta tēja, bet melnā – pilnīgi fermentēta), O₂[•] neitralizēšanas ziņā uluns tēja ierindojas uzreiz aiz zaļās tējas, bet melnā tēja – pēdējā vietā. Ja O₂[•] neitralizēšanas spējā zaļā tēja (gandrīz nefermentēta) ierindojas pirmajā vietā un melnā tēja (pilnīgi fermentēta) ierindojas pēdējā vietā, tad pārējās *C. sinensis* tējas – uluns, uluns piena, baltā, dzeltenā – nebūt neierindojas šo tēju polifenolu fermentēšanas apjoma secībā.

Visas aktīvās slāpekļa formas rodas, O₂[•] reaģējot ar NO[•]. Parasti abi šie radikāļi nereaģē savā starpā, jo O₂[•] neitralizē SOD, bet NO[•] ātri difundē asinīs, kur to oksidētais hemoglobīns pārvērš nitrātā. Tomēr, kad abi šie radikāļi tiek sintezēti vienlaikus (aktivēti makrofāgi veido gan O₂[•], gan NO[•]) vai palielinās to veidošanās, tie spontāni reaģē, veidojot ONOO⁻ (peroksinitrītu). Būtībā katru reizi, kad tie saduras, tie veido ONOO⁻ [12].

NO radikāļi rodas gan endogēni – endoteliālajā NO[•] sintēzē (eNOS), neironu NO[•] sintēzē (nNOS) un inducējamā NO[•] sintēzē (iNOS) –, gan eksogēni, uzņemot neorganiskos nitrātus-nitrītus ar zaļajiem lapu dārzeņiem. Ļoti daudz to ir bietēs, spinātos un siltumnīcās audzētos agrajos dārzeņos un augļos. Nitrīti jau gadsimtiem ilgi tiek lietoti kā konservanti, pateicoties to antibiotulisma iedarbībai (piemēram, gaļas izstrādājumos), un kā krāsviela, jo piešķir gaļai sarkanīgo krāsu. Eksogēni uzņemtos nitrātus mutes dobuma normālās mikrofloras fakultatīvi anaerobās baktērijas (piemēram, *Vionella* spp u. c.) reducē par nitrītiem. Kad nitrītiem bagātās siekalas saskaras ar kuņģa skābo vidi, tiek veidota slāpekļpaskābe (HNO₂), kura sadalās par NO un citiem slāpekli saturošiem oksīdiem [8].

NO ietekmē sirds un asinsvadu sistēmu – nodrošina vazodilatāciju un trombocītu agregācijas inhibēšanu. Patoloģiskos apstākļos, kas saistīti ar oksidatīvo stresu un iekaisumu, piemēram, sirds išēmiskās slimības, miokardīta, kardiomiopātijas, hipertensijas u. c. gadījumos, NO[•] strauji reaģē ar O₂[•] un veido ONOO⁻, kas izraisa miokarda un asinsvadu disfunkciju [12].

Tātad, ja ir pazemināts asinsspiediens, būtu jādzer melnā tēja, jo tā vislabāk no visām *C. sinensis* tējām saista NO[•], tā veicinot vazokonstrikciju un asinsspiediena paaugstināšanos. Interesanti, ka NO radikāļa saistīšanās spēja tējas ierindojas to fermentēšanas secībā – sākot no pilnīgi fermentētās melnās tējas, kurai seko uluns tēja (gandrīz pilnīgi fermentēta), baltā (daļēji fermentētā), zaļā un dzeltenā tēja (gandrīz nefermentēta). Šī tēju aktivitāte varētu būt saistīta ar tējā esošo polifenolu oksidēšanas pakāpi (jo vairāk oksidēti polifenoli, jo lielāka to spēja saistīt NO[•]) vai arī tējā esošo alkaloidu daudzumu (jo vairāk alkaloidu, jo labāka spēja saistīt NO[•]).

Kopējā antioksidantu daudzuma ziņā zaļajai tējai ir visaugstākie rezultāti, 2,3 reizes apsteidzot uluns piena tēju, tad seko baltā, dzeltenā, uluns tēja, Ķīnas zaļās tējas maisījums ar piparmētru un citronzāli un tikai tad melnā tēja. Šī aktivitāte parāda polifenolu daudzumu tajās, kā arī spēju darboties kā antioksidantam. Interesanti, ka dzeltenā tēja satur daudz kopējo antioksidantu, bet OH^\bullet saistītspējā, O_2^\bullet neitralizēšanā un NO^\bullet saistītspējā tā palika viena no pēdējām.

Secinājumi

1. No septiņiem pētījumā apskatītajiem *C. sinensis* tēju veidiem zaļajai tējai ir visaugstākie rādītāji 3 pozīcijās – spējā saistīt OH^\bullet , neitralizēt O_2^\bullet un vislielāko kopējo antioksidantu daudzumu. Tāpēc tā ir īpaši ieteicama sportistiem, grūtniecēm, deģeneratīvu slimību gadījumos, kā arī paātrinātas novecošanas profilaksē.
2. Melnajai tējai ir visaugstākie rādītāji NO radikāļa saistītspējā. Tāpēc tā ir ieteicama cilvēkiem ar pazeminātu asinsspiedienu.
3. Dzeltenā tēja ražošanas procesā ir vistuvākā zaļajai tējai – abas ir gandrīz nefermentētas –, bet visās pozīcijās tā ievērojami atpaliek no zaļās tējas. Gan OH^\bullet , gan NO^\bullet saistītspējā dzeltenā tēja ierindojas pēdējā vietā, bet O_2^\bullet neitralizēšanā – iepriekšpēdējā.
4. Salīdzināšanai ar *C. sinensis* tējām tika izmantota pašmāju aveņu tēja un piparmētru lapu tēja. Aveņu tēja OH^\bullet spēj saistīt gandrīz tikpat labi kā zaļā tēja, bet NO^\bullet vislabāk – 2,4 reizes apsteidzot melno tēju. Piparmētru lapu tējai stabili bija viszemākie rādītāji.



Camellia sinensis L. Antioxidant and Antiradical Activity

Abstract

In the body, free radicals occur continuously both during physiological biochemical reactions and due to harmful environmental factors such as ultraviolet radiation, smoking, etc. Increased free radicals form severe physical stress conditions in times of stress, inflammatory processes, fever, thus dramatically damaging body's biomolecules and contribute to the development of oxidative stress.

Camellia sinensis (*C. sinensis*) is a tea bush whose leaves are used in manufacture of a variety of teas. Depending on the processing of tea leaves, you get green, yellow, white, oolong or black tea. Green tea is not fermented, black – fully fermented, but the yellow, white and oolong fermentation is between green and black tea.

The aim of the study was to identify the total amount of antioxidant and antiradical activity of different *C. sinensis* teas and to evaluate the ability of each type of tea to attract some of the radicals (OH^\bullet , O_2^\bullet , NO^\bullet).

From the tested seven *C. sinensis* teas – green, yellow, white, oolong, oolong milk, and a mixture of Chinese tea with mint leaves and lemon grass – the green tea shows the highest scores in three positions: the ability to bind OH^\bullet , neutralise the highest total antioxidant content of O_2^\bullet . In contrast, black tea has the best binding of NO^\bullet .

Keywords: free radical, antioxidant, *Camellia sinensis*.

Literatūra

1. Tējņica ILLUSEUM // http://www.superfood.lv/Chinese_tea/#.VBCQgMJ_tZg (sk. 16.06.2014.).
2. Tirzītis G., Šķesters A. Skābekļa atvasinājumu un brīvo radikāļu bioķīmiskie aspekti bioloģijā. – Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2007.
3. Zariņš Z., Neimane L. Uztura mācība. – 5. izd. – Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2009. – 76.–83. lpp.

4. About teas // <http://tea.zonelife.eu/about-tea.html> (sk. 16.06.2014.).
5. Chow S., Hakim I. Pharmacokinetic and chemoprevention studies on tea in humans // *Pharmacologic Research*, 2011; 64 (2): 105-112.
6. Green L. C, Wagner D. A, Glagowski J. Analysis of nitrate and nitrite and (¹⁵N) nitrite in biological fluids // *Analytical Biochemistry*, 1982; 126: 131-138.
7. Kanwar J., Taskeen M., Dou Q. P. Recent advances on tea polyphenols // *Journal of Frontiers in Bioscience*, 2012; 4: 111-131.
8. Kocher A., Loscalzo J. Nitrite and nitrate in human health and disease. - USA: Springer, 2011. - Pp. 9-69.
9. Kunchandy E., Rao M. N. A. Oxygen radical scavenging activity of Curcumin // *International Journal of Pharmaceutics*, 1990; 58: 237-240.
10. Lipinski B. Hydroxyl radical and its scavengers in health and disease // *Journal of Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2011; 2011 (Article ID 809696): 9P.
11. Miller N. J., Rice-Evans C., Davies M. J., et al. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates // *Clinical Science*, 1993; 84: 407-412.
12. Pacher P., Beckman J., Liadet L. Nitric oxide and peroxynitrite in health and disease // *Physiological Reviews*, 2007; 87 (1): 315-424.
13. Rosa L., Parilla E., Gonzalez G. Fruit and vegetable phytochemicals. Chemistry, nutritional value and stability. - USA: Blackwell Publishing, 2010. - Pp. 89-177.
14. StarChef "The Rainbow of Tea" // <http://www.starchefs.com/features/tea/html/types.shtml> (sk. 16.06.2014.).
15. Zhaofei W., Yan Z., Baolu Z. Superoxide anion, uncoupling proteins and Alzheimer's Disease // *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 2010; 46 (3): 187-194.
16. Woolliams J. A., Wiener G., Anderson P. H., McMurray C. H. Variation in the activities of glutathione-peroxidase and superoxide-dismutase and in the concentration of copper in the blood in various breed crosses of sheep // *Research in Veterinary Science*, 1983; 34: 253-256