

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**FARMACEUTICKÁ FAKULTA V HRADCI**  
**KRÁLOVÉ**

Katedra biochemických věd

**Biologické účinky přírodních látek obsažených v čaji**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: PharmDr. Iva Boušová, Ph.D.

Hradec Králové 2011

Petra Rudolfová

Prohlašuji, že tato práce je mým původním autorským dílem. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci řádně citovány. Práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

.....

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala své vedoucí práce, PharmDr. Ivě Boušové, Ph.D., za připomínky a veškeré rady, které mi poskytla při psaní mé bakalářské práce.

# OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. CÍLE PRÁCE.....	2
3. CHEMICKÉ SLOŽENÍ.....	3
3.1. POLYFENOLY.....	3
3.1.1. FLAVONOIDY.....	3
3.1.1.1. KATECHINY.....	5
3.2. PURINOVÉ ALKALOIDY.....	7
3.3. TRÍSLOVINY.....	10
3.4. SILICE.....	11
3.5. ENZYMY A VITAMINY.....	12
3.6. ANORGANICKÉ LÁTKY.....	13
3.7. AMINOKYSELINY.....	13
4. VÝROBA A DRUHY ČAJŮ.....	14
ZELENÝ ČAJ.....	14
ČERNÝ ČAJ.....	15
OOLONG ČAJ.....	15
PU-ERH ČAJ.....	15
BÍLÝ ČAJ.....	15
5. BIOLOGICKÉ ÚČINKY ČAJE NA LIDSKÝ ORGANISMUS.....	17
5.1. ÚČINEK ČAJE PROTI KARDIOVASKULÁRNÍM ONEMOCNĚNÍM.....	17
5.2. ČAJ A RAKOVINA.....	18
5.3. ÚČINEK ČAJE NA DIABETES MELLITUS.....	19
5.4. ČAJ A KONTROLA TĚLESNÉ HMOTNOSTI.....	20
5.5. ČAJ JAKO LÉK PROTI ZUBNÍMU KAZU.....	20
5.6. ANTIBAKTERIÁLNÍ A ANTIVIROVÉ ÚČINKY ČAJE.....	21
5.7. ČAJ A IMUNITA.....	21

5. 8. DALŠÍ ÚČINKY ČAJE NA LIDSKÝ ORGANISMUS .....	21
5. 9. NEPŘÍZNIVÉ ÚČINKY ČAJE NA LIDSKÝ ORGANISMUS .....	22
6. ZÁVĚRY .....	24
7. SEZNAM LITERATURY .....	25
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	28

# 1. ÚVOD

Čaj, konzumovaný téměř 50 století, je jedním z nejpoblárnějších nápojů celého světa. Produkce kolem 3 bilionů kilogramů ročně ho řadí na druhé místo, hned za vodu. Surovinou pro jeho výrobu jsou listy čajovníku čínského (*Camellia sinensis*). Jeho zpracovaná podoba je známa jako bílý, zelený, černý a oolong čaj (Khan a Mukhtar 2007).

Listy čajovníku obsahují tři základní složky: kofein, polyfenoly (nesprávně nazývané taniny) a éterické oleje neboli silice. Kofein podávaný v malých dávkách stimuluje krevní oběh a centrální nervový systém. Usnadňuje vylučování a působí jako diuretikum napomáhající činnosti ledvin. Čajové polyfenoly mohou pravděpodobně sloužit jako protinádorová agens, neboť u nich byly popsány antimutagenní účinky. Silice se tvoří v listech čajovníku během růstu. Vytváří aroma nápoje a napomáhají také zažívání a emulgaci tuků (Chow a Kramerová 1998).

Povědomí o prospěšnosti čaje je základem pokračujícího výzkumu čaje v Číně, Japonsku a ostatních zemích Asie. Podle čínských lékařů, kteří se tímto oborem zabývají, může pití čaje pomoci odvrátit některé z nejzávažnějších srdečních chorob. Novodobý vědecký výzkum ukazuje, že pravidelné pití čaje může snížit hladinu tuků v krvi a zamezit hromadění cholesterolu. Povzbuzováním činnosti ledvin a ostatních vnitřních orgánů zamezuje čaj tvorbě kamenů. Rozvoj výzkumu vlivu čaje na lidské zdraví vede k využívání čaje a jeho derivátů při léčení různých chorob. Léky vyrobené z čaje jsou nyní v Číně běžně ordinovány k léčení vysokého krevního tlaku, zánětu ledvin a mnoha dalších onemocnění (Chow a Kramerová 1998).

Podle některých studií chrání obsahové látky čaje před rozvojem kardiovaskulárních (tzv. „asijský paradox“, kdy Asiati, ač silní kuřáci, mají nižší výskyt kardiovaskulárních onemocnění) a některých nádorových onemocnění i přes nezdravý životní styl (Janega a Babál 2007).

Čaj, zejména zelený, je významným zdrojem fluoridu - nerostné látky, o níž je dobře známo, že brání vzniku zubních kazů. Stomatologický výzkum potvrzuje, že pravidelné pití zeleného čaje snižuje výskyt zubních kazů, i když vědci tuto zásluhu přičítají především katechinům (Mitscher a Dolby 2006).

## **2. CÍLE PRÁCE**

Cílem mé práce bylo pojednat o biologických účincích přírodních látek obsažených v čaji. Práce obsahuje:

- chemické složení a struktury jednotlivých látek obsažených v čaji
- druhy čajů a jejich výrobu
- biologické účinky čaje na lidský organismus

### 3. CHEMICKÉ SLOŽENÍ

Čajové lístky obsahují polyfenoly (flavonoidy, theaflaviny, thearubiginy), purinové alkaloidy (kofein, theobromin, theofylin), éterické oleje, polysacharidy, aminokyseliny, lipidy, vitaminy (vitamin C), anorganické prvky a mnoho dalších sloučenin (Sharangi 2009).

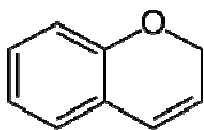
#### 3.1. POLYFENOLY

Rostlinné polyfenoly jsou nejrozšířenějšími sloučeninami s redukčními účinky v naší stravě. Na celkovém příjmu se asi ze dvou třetin podílí flavonoidy, přibližně jednou třetinou fenolové kyseliny a ostatní polyfenoly (lignany a stilbeny) tvoří minoritní podíl (Slanina a Táborská 2004). Polyfenoly jsou primárně zodpovědné za prospěšné vlastnosti čaje (Sharangi 2009).

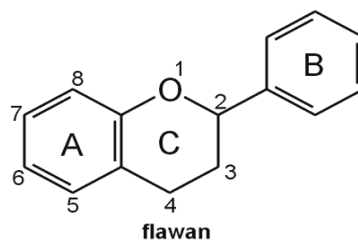
##### 3.1.1. FLAVONOIDY

Flavonoidní látky neboli flavonoidy se řadí mezi velice rozsáhlou skupinu rostlinných barviv odvozených od fenolů (Velíšek 1999a). Vyznačují se antioxidačními, protizánětlivými a protialergickými vlastnostmi (Sharangi 2009).

Flavonoidy jsou odvozeny od kyslíkaté heterocyklické sloučeniny, 2*H*-chromenu (Obr. 1.) substituovaného v poloze C-2 fenylovou skupinou, nazývané flavan (Obr. 2) (Velíšek 1999a).



Obr. 1 Struktura 2*H*-chromenu



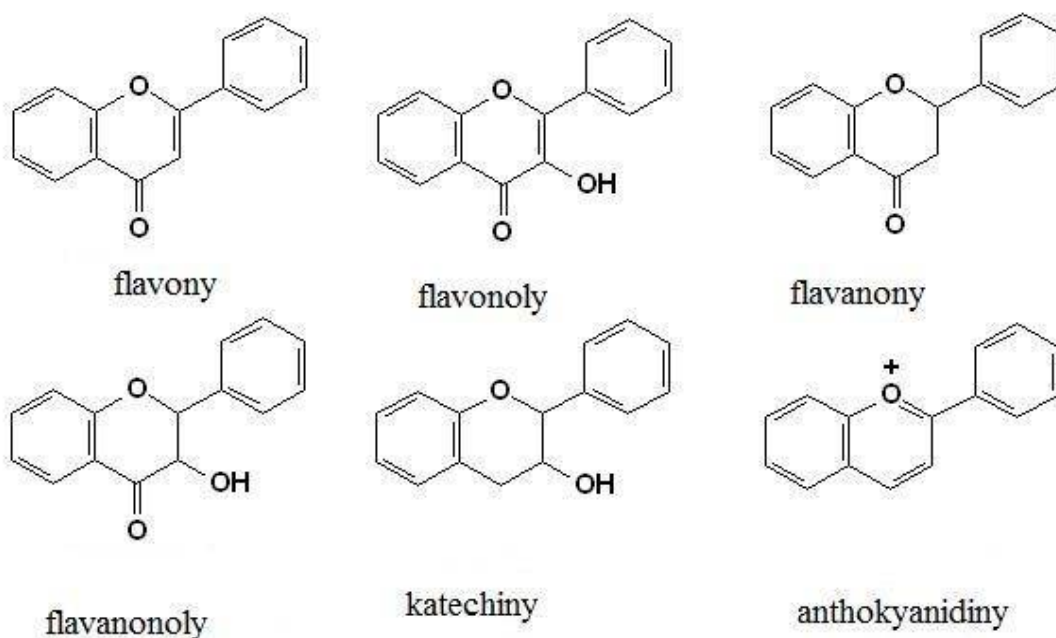
Obr. 2 Struktura flavanu

Flavanový skelet se skládá ze dvou benzenových kruhů (A a B) a kruhu odvozeného od 2*H*-pyranu (C). Kruh B je spojen s pyranovým kruhem C v poloze C-2. Běžně bývají všechny 3 kruhy substituovány hydroxylovými nebo methoxylovými skupinami.



Jednotlivé deriváty se liší stupněm oxidace a substitucí heterocyklu obsahujícího atom kyslíku, podle čehož je můžeme rozdělit do šesti strukturních tříd (Obr. 3) (Velíšek 1999b, Slanina a Táborská 2004):

- flavony
- flavonoly
- flavanony
- flavanonoly
- katechiny (3-flavanoly)
- anthokyanidiny



Obr. 3 Obecná struktura flavonoidních látek (Velíšek 1999b)

V rostlinách se flavonoidy vyskytují převážně jako  $\beta$ -glykosidy. Sacharidovou složkou je nejčastěji glukosa nebo rhamnosa, ale může to být také glukuronová kyselina, galaktosa nebo jiný sacharid. Nejčastěji je připojen jeden glykosyl, někdy jsou však substituovány dva nebo tři hydroxyly polyfenolu. V potravě se z flavonoidů nejčastěji vyskytují flavanoly (katechiny) a oligomerní proanthokyanidiny (Slanina a Táborská 2004).

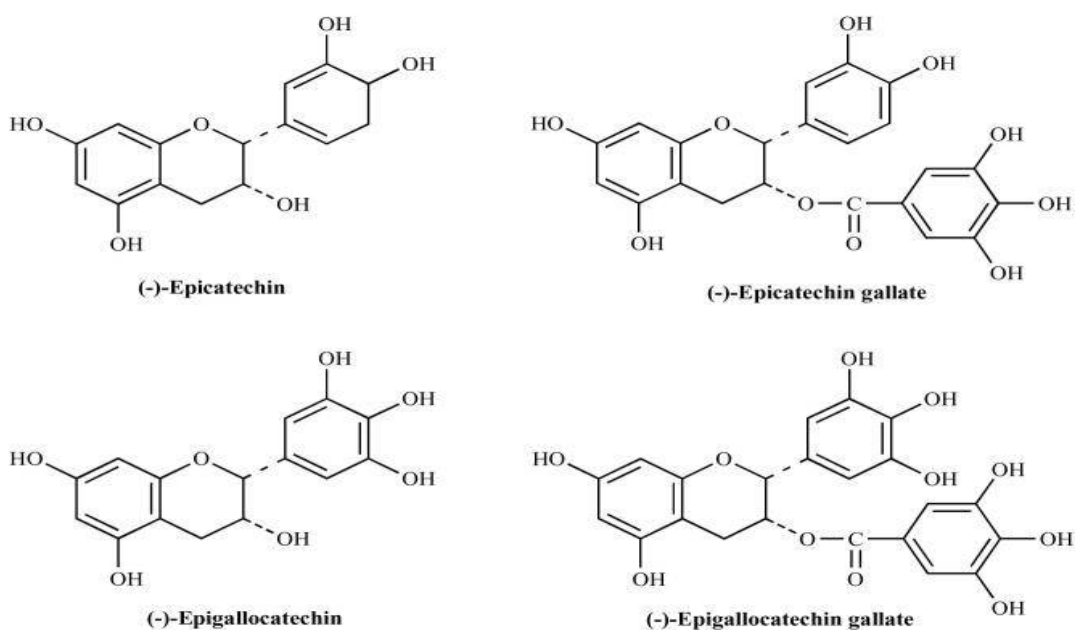
### 3.1.1.1. KATECHINY

Katechiny nebo také 3-flavanoly jsou hlavní polyfenolické sloučeniny zeleného čaje, kde tvoří 10-30 % sušiny čajových listů. Způsobují hořkost a trpkost čaje a svými účinky působí ochranně na cévní systém těla (Velíšek 1999c, Velayutham et al. 2008). V některých případech mohou být zastoupeny až 30% podílem všech fenolových sloučenin v čaji (Augustín 2001).

Jejich kruh B je odvozen od protokatechové (3,4-dihydroxybenzoové) kyseliny. Známé jsou taktéž gallokatechiny odvozené od gallové (3,4,5-trihydroxybenzoové) kyseliny (Velíšek 1999c).

Jak katechiny tak i gallokatechiny jsou sloučeniny mající v molekule dva chirální atomy uhlíku (C2 a C3), mohou se tedy vyskytovat ve čtyřech isomerech. Tzv. (+,-)-katechiny a (+,-)-gallokatechiny. V přírodě se vyskytují pouze (+)-katechiny a (+)-gallokatechiny (isomery 2R, 3S) a (-)-epikatechiny a (-)-epigallokatechiny (isomery 2R, 3R) (Velíšek 1999c).

V jednotlivých případech je kruh B substituován dvěma (EC, ECG) nebo třemi (EGC, EGCG) hydroxylovými skupinami. Kruh A je u všech typů katechinů substituován dvěma hydroxylovými skupinami v poloze 5 a 7. Strukturní vzorce čtyř hlavních katechinů [epigallokatechin-gallát (EGCG), epigallokatechin (EGC), epikatechin-gallát (ECG) a epikatechin (EC)] jsou uvedeny v Obr. 4 (Khan a Mukhtar 2007). U struktur je taktéž uvedeno znaménko optické rotace (+) nebo (-).

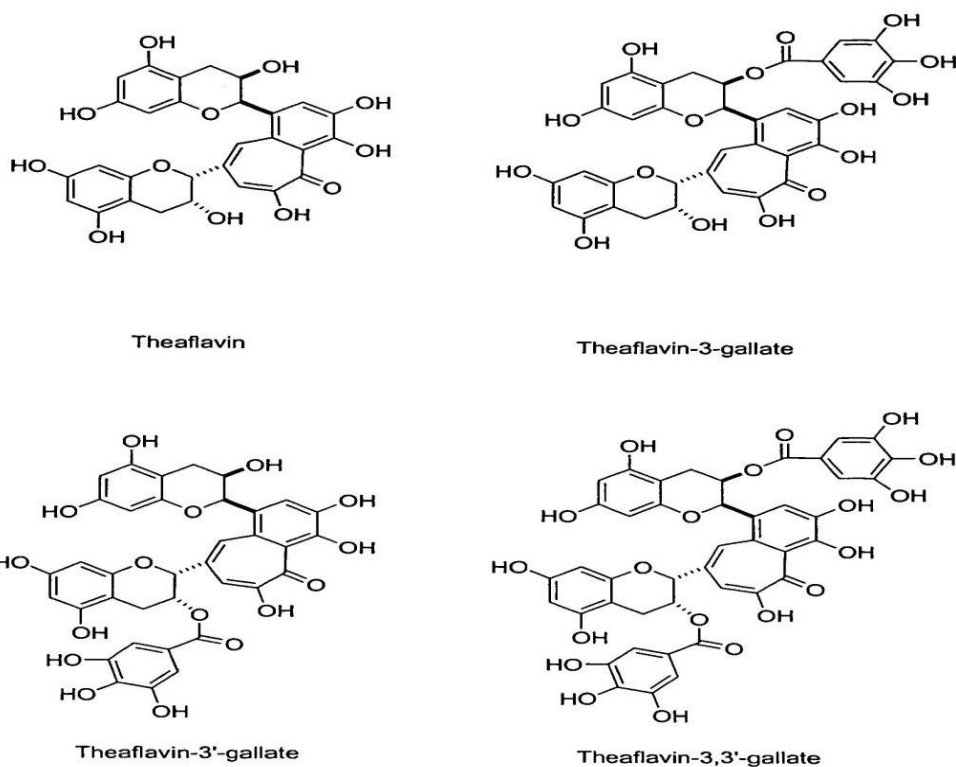


Obr. 4 Struktury čtyř hlavních katechinů (Velayutham et al. 2008)

Během fermentace čajových lístků jsou katechiny oxidovány oxidoreduktasami na příslušné *o*-chinony. Ty kondenzují s přítomnými katechiny na barevné pigmenty. Tradičně se rozeznávají dvě základní skupiny takto vzniklých pigmentů čaje (dříve souhrnně nazývané oxytheotanniny) (Velíšek 1999a) :

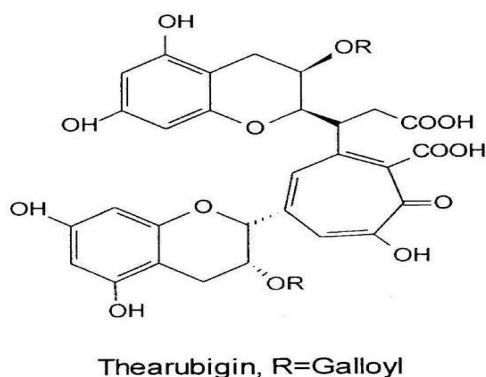
- theaflaviny
- thearubiginy

**Theaflaviny** jsou dobře rozpustné dimerní flavonoidy zářivě oranžové až červené barvy obsahující sedmičlenný tropolonový kruh. Obrázek 5 ukazuje struktury nejvýznamnějších theaflavinů theaflavin-3-gallátu, theaflavin-3'-gallátu a theaflavin-3,3'-digallátu (Velíšek 1999a).



Obr. 5 Struktury nejvýznamnějších theaflavinů (Free patents online 2011)

**Thearubiginy** (Obr. 6) jsou velmi heterogenní směsí červeno-žlutých až oranžovohnědých rozpustných až nerozpustných produktů oxidace a další transformace flavanolů (Velíšek 1999a).



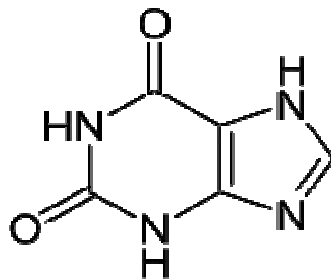
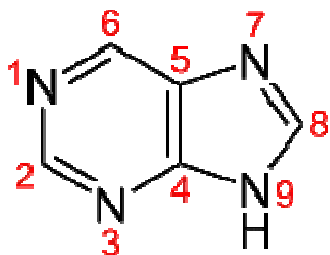
Obr. 6 Předpokládaná struktura thearubiginu (Liang et al. 2011)

Mimo theaflaviny a thearubiginy vznikají také bezbarvé bisflavanoly, červené epithiaflavinové kyseliny, žluté theacitriny a hnědé theafulviny. Na tmavé barvě čaje se výrazně podílejí také feofytiny vznikající z chlorofylů v průběhu fermentace (Velíšek 1999a).

### 3. 2. PURINOVÉ ALKALOIDY

Alkaloidy jsou bazické dusíkaté sloučeniny, které vznikají jako sekundární metabolity rostlin a vykazují v závislosti na konzumovaném množství různé biologické účinky. Nejčastěji se vyskytují jako směsi látek příbuzné struktury v různých částech vyšších rostlin (semenech, listech, kořenech, kůře). Řada alkaloidů a jim příbuzných sloučenin vzniká během termického zpracování potravin ze základních živin (Velíšek 1999a).

Nejčastějšími alkaloidy v potravinách, a zároveň i v čaji, jsou alkaloidy odvozené od purinu (Obr. 7), resp. xanthinu (Obr. 8), tzv. purinové alkaloidy (Velíšek 1999a).

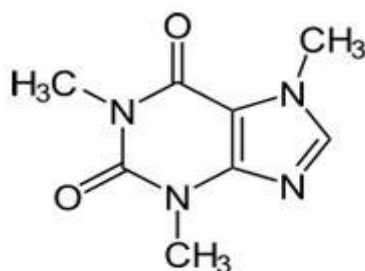


Obr. 7 Struktura purinu (Wikimedia 2010) Obr. 8 Struktura xantinu (Wiktionary 2011)

Purinové alkaloidy jsou methylderiváty xantinu. Methylxanthiny jsou velmi stabilní sloučeniny, u kterých s výjimkou reakcí při fermentaci čajových lístků a kakaových bobů k dalším reakcím během technologického zpracování surovin a skladování prakticky nedochází. Při výrobě černého a zeleného čaje vznikají dimethylxanthiny a další puriny jako produkty katabolismu kofeinu (Velíšek 1999a).

Nejrozšířenějším purinovým alkaloidem je kofein, který bývá doprovázen dimethylxanthiny theobrominem, theofylinem a paraxanthinem. Rovněž jsou přítomny monomethylxanthin, heteroxanthin a methylmočové kyseliny, které tvoří minoritní podíl alkaloidů (Velíšek 1999a).

Kofein (Obr. 9), jehož systematický název je 1,3,7-trimethylxanthin, byl poprvé izolován v roce 1821 německým chemikem Ferdinandem Rungem z kávových zrn (Oppliger 2000, Sneader 2005). Dříve používaný název pro kofein obsažený v čaji byl thein. V současnosti se už toto označení v odborné terminologii nepoužívá, neboť je chemicky stejný jako kofein obsažený v kávě, pouze jeho vazby na jiné látky jsou odlišné (Oppliger 2000, Teufl 2000). Kofein je všeobecně považován za jednu z nejrozšířenějších tolerovaných návykových drog na světě (Augustín 2001).



Obr. 9 Chemická struktura kofeinu (Kozák 2010)

V čajových lístcích se kofein váže na třísloviny. Je dobře rozpustný v horké vodě, a proto se v prvních 1-2 minutách louhování vylouhuje do nálevu téměř veškeré množství

kofeinu bez tříslovin. Při krátkém louhování je tedy výsledkem nápoj s vysokým obsahem kofeinu, který však není vázán na třísloviny (Oppliger 2000).

Za průměrnou hodnotu obsahu kofeinu v čaji můžeme považovat 4-4,5 % (Valter 2000). Zelený čaj však obsahuje méně kofeinu než černý čaj (Chow a Kramerová 1998). Dále bylo zjištěno, že v závislosti na druhu čaje zůstává 10-15 % celkového kofeinu v listech tak pevně vázáno, že se uvolní až půlhodinovým varem (Valter 2000). Obsah kofeinu v čaji lze ovlivnit délkou louhování i typem čaje. Po pěti minutách louhování se z černého čaje uvolní 40-100 mg kofeinu, zatímco po třiminutovém louhování jen 20-40 mg, což je o polovinu méně. Čajové sáčky, které obsahují drcené listy, uvolňují při louhování více kofeinu než čaje sypané (Chow a Kramerová 1998).

Prokázalo se, že kofein urychluje reakce, zvyšuje bdělost a napomáhá soustředění. Po požití kofeinu začíná tělo ve zvýšené míře vytvářet hormony katecholaminy, které působí jako neurotransmitery v centrální nervové soustavě. Kromě povzbuzujícího účinku na CNS kofein stimuluje i vylučování trávicích šťáv, napomáhá metabolismu a zvyšuje schopnost ledvin odstraňovat toxické látky (Chow a Kramerová 1998).

Zastoupení kofeinu a polyfenolů v čaji je uvedeno v Tabulce 1. Obsah jednotlivých substancí se udává pro tři gramy čaje. To odpovídá množství připadajícímu na jeden větší šálek čaje (Teufl 2000).

Tabulka 1. Obsah kofeinu a polyfenolů v zeleném a černém čaji (Teufl 2000)

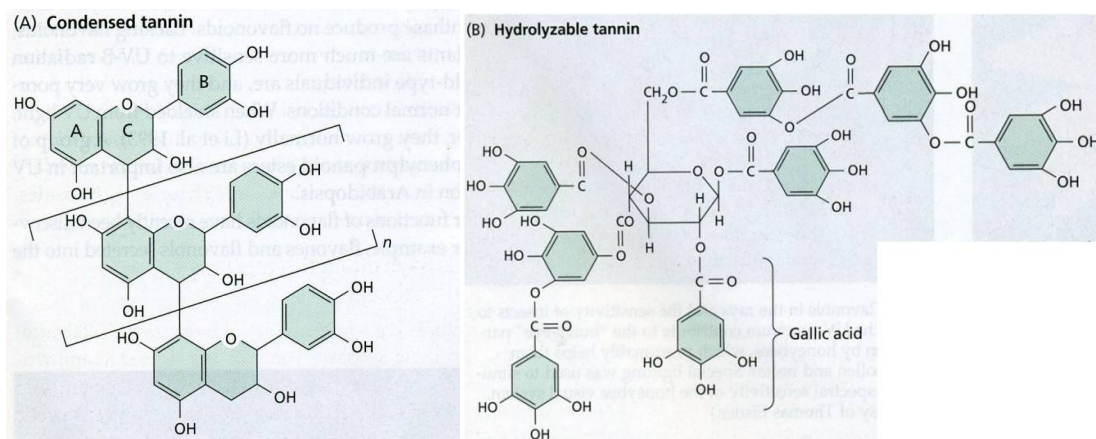
<b>Obsahová látka</b>	<b>Zelený čaj</b>	<b>Černý čaj</b>
<b>kofein</b>	1,5 až 4 %	1,5 až 4 %
<b>flavonoidy</b>	33 %	31 %
<b>flavanoly</b>	3 %	3 %
<b>katechiny</b>	30 %	9 %

Významnými látkami v čaji, které se řadí mezi purinové alkaloidy, jsou i theobromin (3,7-dimethylxantin) a theofilin (1,3-dimethylxanthin). Obě tyto sloučeniny se vyskytují v minoritním podílu. Čajové listy obsahují méně než 0,2 % theobrominu a asi 0,02 % theofilinu (Augustín 2001, Velíšek 1999a). Jejich obsah je zpravidla o něco vyšší v černém než v zeleném čaji (Oppliger 2000).

### 3. 3. TŘÍSLOVINY

Významnou skupinu látek přítomných v čajovníkových listech tvoří fenolové sloučeniny, které interagují s proteiny. Nazývají se třísloviny nebo také taniny (Velíšek 1999c, Augustín 2001). Do současnosti bylo v čajovníkových listech identifikováno asi 122 druhů tříslovin (Augustín 2001).

Třísloviny se dělí na dvě skupiny, a to na hydrolyzovatelné a kondenzované taniny (Obr. 10). Hydrolyzovatelné taniny jsou polymery esterů kyseliny gallové čili polygalloylestery. Kondenzované taniny nebo také flavolany jsou polymery některých flavonoidních látek se strukturou 3-hydroxyflavanu. Vyskytují se však také libovolné kombinace kondenzovaných a hydrolyzovatelných tříslovin, které se nazývají komplexní třísloviny (Velíšek 1999c).



Obr. 10 Strukturní vzorce kondenzovaného (A) a hydrolyzovatelného (B) taninu

Obsah tříslovin v čajovníkových listech se liší podle typu zpracování. Nejvíce taninů obsahují zelené čaje (10-27 %), méně jich je v černých a tmavých čajích (5-12 %). Listy čajovníků pěstovaných ve vysokohorských polohách mají vyšší obsah tříslovin než listy čajovníků z nižších oblastí (Augustín 2001).

Množství tříslovin v čajovém nápoji je možné ovlivnit způsobem přípravy nálevu. Pokud zkrátíme extrakci na 2 až 3 minuty, vylouhují se zpravidla jen aromatické látky. Při prodlužování doby extrakce na 5 až 7 minut je možné vylouhovat značné množství tříslovinných látek (Augustín 2001).

Vylouhované třísloviny způsobují trpkost čaje. Čím déle ponecháme čajové lístky louhovat v horké vodě, tím více tříslovin se z nich uvolní a čaj tak získá trpčí chuť.

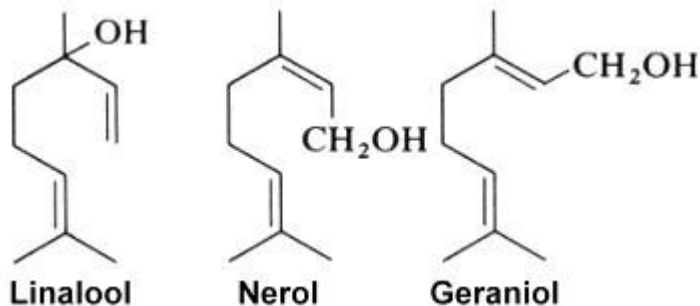
Jelikož zelený čaj obsahuje větší množství tříslovin než černý, neměl by se louhovat déle než 2 minuty (Wochendorfofová 2007).

V listech čajovníků byly zjištěny z hlediska rozpustnosti dvě formy tříslovin. Volné třísloviny, extrahovatelné vodou i organickými rozpouštědly, a třísloviny vázané zejména s bílkovinami, které nejsou rozpustné ve vodě, dají se ale vylouhovat alkalickými roztoky. Pravděpodobně se v tomto případě jedná o spojení tříslovin s bílkovinou pomocí vodíkových vazeb. Stanovením relativní molekulové hmotnosti se potvrdilo, že se v podstatě jedná o nízkomolekulární polyfenoly. Obsah tříslovin závisí také na stupni zralosti listů čajovníku, protože při jejich stárnutí klesá obsah monomerních fenolových sloučenin a stoupá obsah tříslovin. Při skladování čajových lístků se naopak obsah tříslovin snižuje o 40-50 %. Předpokládá se, že třísloviny, společně s katechiny, mají přímý vliv na syntézu aromátů přítomných v čajovníkových listech (Augustín 2001).

### 3. 4. SILICE

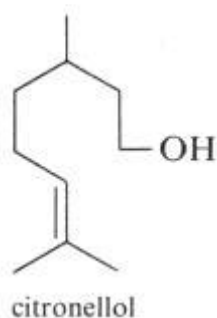
Silice jsou složité směsi těkavých látek obsažené v přírodních rostlinných materiálech. Jelikož se beze zbytku vypařují, jsou někdy označovány jako éterické oleje nebo těkavé látky. V listech čajovníku se tvoří během růstu (Chow a Kramerová 1998).

Většina silic obsahuje značný podíl terpenových uhlovodíků (obecný vzorec  $(C_5H_8)_n$ ) a to jak monoterpenů, tak seskviterpenů. Nejvýznamnější acyklické monoterpenové alkoholy, ať volné nebo přítomné jako estery, jsou linalool (3,7-dimethyl-1,6-oktadien-3-ol), geraniol (3,7-dimethyl-*trans*-2,6-oktadien-1-ol), jeho isomer nerol (3,7-dimethyl-*cis*-2,6-oktadien-1-ol) (Obr. 11) a citronellol (3,7-dimethyl-6-okten-1-ol) (Obr. 12) (Velíšek 1999c).



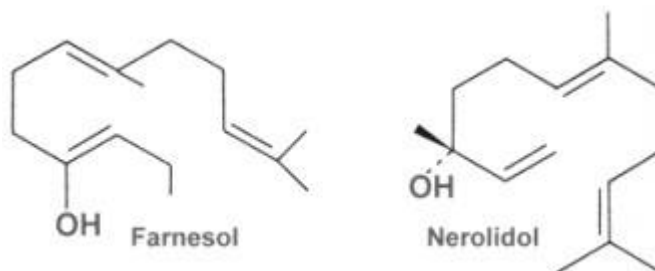
Obr. 11 Strukturní vzorce nejvýznamnějších acyklických monoterpenových alkoholů silic (Cyberlipid center 2011)





Obr. 12 Strukturní vzorec citronellolu (Cyberlipid center 2011)

Nejznámějším seskviterpenovým alicyklickým alkoholem obsaženým v čaji je farnesol. Ze čtyř možných geometrických isomerů je nejčastější *trans,trans*-farnesol (Obr. 12). Běžné jsou také jeho *cis*-isomery a zejména tzv. *trans*-nerolidol (Obr 12). Farnesol voní po květinách a je složkou čajového aroma (Velíšek 1999c).



Obr 12. Strukturní vzorce nejznámějších seskviterpenových alicyklických alkoholů obsažených v čaji (Cyberlipid center 2011)

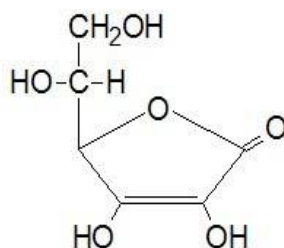
Zelený čaj obsahuje mnohem více silic než černý čaj, jenž prochází složitějšími úpravami, a má proto také méně výrazné aroma. Největší obsah silic má jasmínový čaj (obvykle 0,06- 0,4 %). Silice vytvářejí aroma nápoje, napomáhají zažívání a emulgaci tuků (Chow a Kramerová 1998).

### 3. 5. ENZYMY A VITAMINY

Významnou úlohu při technologickém zpracování listů čajovníku hraje skupina příslušných enzymů. Bez látek tohoto typu by oxidace fenolických látek za přístupu vzduchu probíhala poměrně zdlouhavě, takže enzymy působí jako urychlovače tohoto procesu. Nejdůležitější reakce zabezpečuje enzym oxidasa (Augustín 2001).

V čajovníkových listech se nacházejí i vitaminy. Vitaminy skupiny B (B<sub>1</sub> a B<sub>2</sub>) zůstávají zachovány i po technologickém zpracování (fermentační procesy) a i po

dlouhodobějším skladování. Ve stopových množstvích jsou přítomné i vitaminy E, A, C a P, ale právě důsledkem fermentačních procesů (při výrobě černých a tmavých čajů) se rozkládají, hlavně kyselina askorbová (vitamin C) (Obr. 13). Protože zelený čaj fermentačním procesem neprochází, obsahuje až desetkrát více vitaminů než čaj fermentovaný (Augustín 2001). Obsah vitamínu C v čajových listech závisí i do značné míry na podmínkách růstu, stáří listů ve chvíli sběru a délce skladování (Chow a Kramerová 1998).



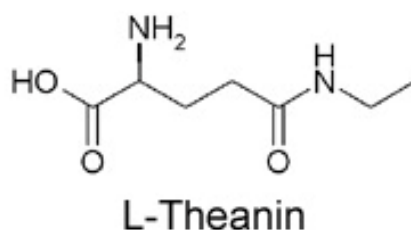
Obr. 13 Struktura kyseliny askorbové (King 2011)

### 3. 6. ANORGANICKÉ LÁTKY

Významnou skupinu obsahových látek v čajovníkových listech představují anorganické látky, které jsou přítomny ve formě solí a jsou zastoupeny asi 5% podílem. K nejdůležitějším patří draslík 0,5-0,7 %, vápník 0,46 %, fosfor 0,32 %, hořčík 0,225 %, železo 0,15 % a fluór 0,14 %. Dalšími jsou mangan, síra, hliník, sodík, křemík, zinek a měď (Augustín 2001, Arcimovičová a Valíček 1998).

### 3. 7. AMINOKYSELINY

Zelený i černý čaj obsahují 1-2 % volných aminokyselin. Především se jedná o *N*-ethylglutamin, neboli theanin (Obr. 14) (Velíšek 1999b).



Obr. 14 Chemická struktura L-theaninu (Gruentee)

## 4. VÝROBA A DRUHY ČAJŮ

Existuje mnoho druhů čajů, avšak rostlina, z níž pocházejí, je jen jedna - čajovník čínský (*Camellia sinensis*, Theaceae). Různé druhy čajů vznikají rozdílným zpracováním čajových lístků po jejich sklizení (Mitscher a Dolby 2006). Proces výroby čaje je založen na zabránění nebo umožnění oxidace čajových polyfenolů být zoxidovány polyfenolickými oxidázami obsaženými v čajových listech. V závislosti na stupni oxidace můžeme čaj rozdělit do 3 typů: zelený - neoxidovaný, oolong čaj - částečně oxidovaný a černý – plně oxidovaný (Velayutham et al. 2008). Čím déle jsou listy oxidovány, tím nižší je výsledný obsah polyfenolů a vyšší obsah kofeinu (Sharangi 2009).

Oxidace je často nepřesně označována jako proces fermentace. Pojem oxidace však přesně vystihuje chemický děj, kterým listy procházejí. V žádném případě se nejedná o pravou fermentaci čili chemický proces vyvolaný živými organismy (Chow a Kramerová 1998).

U všech druhů čajů se ať po oxidačním nebo neoxidačním zpracování čajové lístky svinují, aby došlo k vytlačení šťávy na povrch listů, a suší se v horkém vzduchu, aby se snížila jejich vlhkost. Zpracované lístky se postupně prosévají několika různě hustými síty, aby se roztřídily podle velikosti. Do nejlepších čajů se vybírají největší lístky, nižší třídy obsahují menší úlomky (Mitscher a Dolby 2006).

### ZELENÝ ČAJ

Zelený čaj prochází nejjednodušším způsobem zpracování. Tradičně proto, aby se uchovala jeho svěží chuť a vůně, z moderního hlediska i proto, aby v čaji pokud možno zůstalo co nejvíce chemických sloučenin obsažených v čerstvém listu. Po otrhání se listy nechají zavadnout a dále se zpracovávají, aby nedošlo k některým přirozeným chemickým pochodům. Patrně nejzajímavějším z nich je autooxidace, která se může uskutečnit díky enzymům přítomným v čerstvě natrhaných listech. Mírným napařením nebo zahřáním se však oxidaci zabrání, následkem čehož si listy uchovají důležité přirozené antioxidanty (Mitscher a Dolby 2006). Zelený čaj je bohatý na sloučeniny, které mají pozitivní účinky na lidský organismus (Sharangi 2009).

## ČERNÝ ČAJ

Černý čaj má výraznější vůni a chuť a je tmavší než zelený čaj. Lístky černého čaje se zpracovávají déle. Součástí zpracování je i autooxidace (kdy se čajové lístky nechávají zavadnout), která způsobuje tmavě hnědou až načervenalou barvu lístků. Tímto procesem se však bohužel značně snižuje obsah polyfenolů, které se v čajových listech přirozeně vyskytují. Přestože prospívá zdraví méně než čaj zelený, je zatím ve světě nejoblíbenějším druhem čaje (Mitscher a Dolby 2006). Zatímco většina epigallokatechin gallátu (antioxidant) je oxidována v průběhu fermentačního procesu, černý čaj si uchovává vysoké množství dalších antioxidačně působících polyfenolů včetně flavonoidů. Tyto antioxidanty pomáhají tělu zbavit se škodlivých toxinů (Sharangi 2009).

## OOLONG ČAJ

Oolong čaj je čínský výraz pro „černého draka“. Je připraven z částečně zoxidovaných čajových lístků, takže má o něco výraznější chuť než čaj zelený, je však jemnější než plně zoxidovaný černý čaj. Díky částečné oxidaci je však obsah polyfenolů v oolongu nižší než v zeleném čaji (Mitscher a Dolby 2006). Přesto obsahuje dostatek antioxidantů, které chrání zdravé kožní buňky a zpomalují proces stárnutí (Sharangi 2009).

## PU-ERH ČAJ

Pro přípravu čaje Pu-erh je využívána drastická fermentace a dlouhé uskladnění (50-100 let) ve vlhkých podmínkách, kdy se tohoto procesu můžou účastnit různé typy bakterií a hub. Bioaktivní produkty mikroorganismů mají vliv na výsledné biologické vlastnosti tohoto čaje. (Janega a Babál 2007).

## BÍLÝ ČAJ

Pupeny a mladé lístky se sbírají krátce před tím, než se pupeny zcela otevřou. Poté jsou listy napářeny a usušeny s minimálním zpracováním. Z tohoto důvodu si bílý čaj zachovává nejvíce antioxidantů a zároveň obsahuje nejméně kofeinu ze všech druhů čaje vyráběných z čajovníku (Sharangi 2009).

Pokud bychom srovnaly obsah kofeinu a katechinů v různých druzích čaje, bylo by pořadí následující:

Obsah kofeinu: černý čaj > oolong čaj > zelený čaj > čerstvé čajové lístky

Obsah katechinu: zelený čaj > oolong čaj > čerstvé čajové lístky > černý čaj  
(Sharangi, 2009).

## 5. BIOLOGICKÉ ÚČINKY ČAJE NA LIDSKÝ ORGANISMUS

Holandský lékař Nicolas Diveks ve své knize „Lék“ hodnotí čaj těmito slovy: „Čaj nemůže být ničím překonán. Pití čaje vzdaluje člověka od všech možných chorob a prodlužuje mu život. Čaj dodává energii a pomáhá všem, kteří studují nebo pracují dlouho do noci.“ (Oppliger 2000).

Zelený čaj byl považován za lék a zdravý nápoj již od starověku (Cabrera et al. 2006). Z hlediska tradiční čínské medicíny působí čaj na dráhy srdce, jater, žlučníku, tlustého střeva a žaludku. Některé prameny uvádějí i jeho působení na dráhu plic. Osvěžuje mysl a oči, ulevuje od žízně, pomáhá trávení, je močopudný a má detoxikační účinky (Arcimovičová a Valíček 1998).

Zelený čaj obsahuje tři hlavní složky, které ovlivňují lidské zdraví: purinové alkaloidy (kofein a theofylin), éterické oleje a především, polyfenolické látky. Kofein působí na centrální nervovou soustavu, stimuluje bdění, usnadňuje myšlenkové asociace a snižuje pocit únavy. Éterické oleje podporují trávení a polyfenolické látky jsou důležitými antioxidanty (Cabrera et al. 2006).

### 5. 1. ÚČINEK ČAJE PROTI KARDIOVASKULÁRNÍM ONEMOCNĚNÍM

Výzkumy naznačují, že čaj pomáhá proti srdečním infarktům, mrtvicím a trombóze. K prevenci srdečních onemocnění přitom přispívá několikerým způsobem. V první řadě působí na srdce a oběhový systém jako mírný povzbuzující prostředek. Za druhé posiluje stěny cév a zvyšuje jejich pružnost. Dále existují důkazy, že čajové polyfenoly zabraňují vstřebávání cholesterolu ze zažívacího traktu, což snižuje obsah cholesterolu v krvi. A v neposlední řadě může čaj působit proti vytváření krevních sraženin. Na prevenci proti vzniku cévní mozkové příhody a infarktu myokardu se obvykle podílí několik těchto faktorů najednou (Chow a Kramerová 1998).

S onemocněním kardiovaskulárního systému souvisí i již jmenovaný cholesterol, což je sloučenina, která je přítomna v těle všech živočichů. Je nezbytný pro vytváření buněčných membrán a udržení soudržnosti buněk (Arcimovičová a Valíček 1998). Cholesterol je krevním oběhem roznášen pomocí dvou druhů lipoproteinů: HDL (High Density Lipoproteins) – pod tímto označením se rozumí lipoproteiny o vysoké hustotě –

a LDL (Low Density Lipoproteins), tedy lipoproteiny o nízké hustotě. Zatímco LDL lipoproteiny zásobují periferní tkáně cholesterolem a mohou se podílet na jeho usazování ve stěnách cév, HDL lipoproteiny odvádějí cholesterol z periferních tkání a krevního oběhu do jater a ty zajistí jeho vyloučení z těla stolicí. Zelený čaj snižuje hladinu cholesterolu i LDL lipoproteinů, a tím zmenšuje riziko spojené s ukládáním cholesterolu v cévách. Zároveň zvyšuje množství lipoproteinů HDL, jejichž funkcí je chránit cévy (Teufl 2000). V šedesátých letech bylo prokázáno, že pití čaje před tučnými jídly a po nich zabraňuje zvyšování „tukotvorných“ lipidů. Výzkumy tak potvrdily, že všechny druhy čaje snižují hladinu cholesterolu a druh oolong dosáhl v této oblasti nejlepších výsledků (Pratt a Rosen 1999).

Mechanismus tohoto působení zůstává nejistý. Je však pravděpodobné, že čajové polyfenoly mající antioxidační účinky, zejména EGCG, inhibují oxidaci LDL cholesterolu, která přispívá ke vzniku aterosklerózy (Cabrera et al. 2006, Dufresne a Farnworth 2001). Ateroskleróza vzniká obvykle teprve v pokročilém věku usazováním nánosů cholesterolu na cévních stěnách (Lübeck 2007).

## 5. 2. ČAJ A RAKOVINA

Rakovina je nejčastější příčinou úmrtí jak u mužů, tak u žen. Pod tímto označením se skrývá skupina chorob, pro něž je charakteristický nekontrolovatelný růst a šíření abnormálních buněk. Normální, zdravé buňky jsou při napadání okolní tkáně abnormálními buňkami poškozovány a ničeny (Mitscher a Dolby 2006).

V roce 1985 se do výzkumné práce zapojil tým vedený dr. Fujikim s úkolem najít látku zabraňující vzniku rakoviny. Této vědecké skupině se podařilo ze zeleného čaje izolovat epigallokatechingallát jako pravděpodobně nejúčinnější antikancerogenní substanci. V pokusech na laboratorních zvířatech potvrdili předpoklad, že EGCG brání vzniku nádorového bujení v kůži, zabraňuje karcinogenezi v trávicí soustavě a jiných orgánech a zároveň léčí již existující nádory ve střevě. Později byl potvrzen antikancerogenní vliv EGCG také u člověka, kdy došlo k prevenci růstu rakovinových buněk v plicích, žaludku, střevě, játrech i pokožce, snížení rizika rozvoje rakoviny prsu a zmírnění toxického účinku kouření (Oppliger 2000). EGCG je navíc schopen se navázat na urokinázu, která má prokazatelně souvislost se vznikem metastáz, a tím působit preventivně proti jejich vzniku (Arcimovičová a Valíček 1998). Zelený čaj také

brání vzniku nežádoucích účinků při léčbě rakoviny pomocí chemoterapie nebo radioterapie (Mitscher a Dolby 2006).

Čínský vědec dr. Han Chi zjistil, že čaj zcela zastavuje vznik nitrosaminů, které v organismu vyvolávají rakovinné bujení. Japonští vědci dále prokázali, že zelený čaj brání vzniku karcinogenu MNNG (*N*-methyl-*N'*-nitro-*N*-nitrosoguanidinu) a také působení aflatoxinu, což je výrazný karcinogen vznikající působením plísní *Aspergillus* spp. ve skladovaných potravinách. Antioxidačně působící polyfenoly brání oxidačnímu poškození DNA ve zdravých buňkách a tím i mutaci těchto buněk (Pratt a Rosen 1999).

Celá řada epidemiologických studií (zejména japonských a čínských) potvrzuje, že dlouhodobé a pravidelné pití čaje se spolupodílí na podstatně nižším riziku onemocnění rakovinou. Vědečtí pracovníci tuto skutečnost připisují aktivnímu účinku polyfenolických látek přítomných v čajových listech (Augustín 2001, Mitscher a Dolby 2006, Cabrera et al. 2006). Nicméně výsledky těchto studií nejsou jednoznačné a v literatuře je možné dohledat i publikace poukazující na inkonzistentní výsledky dříve zmíněných epidemiologických studií. Zejména dříve provedené studie jsou zatíženy značnou chybou měření, protože hodnocení konzumace zeleného čaje ve vztahu ke vzniku a rozvoji různých typů rakoviny bylo založeno jen na jediné otázce v dotazníku. Novější studie většinou nepotvrdily vztah mezi konzumací zeleného čaje a snížením rizika rozvoje rakoviny (Cabrera et al. 2006).

### 5. 3. ÚČINEK ČAJE NA DIABETES MELLITUS

Cukrovka neboli diabetes mellitus je chronické onemocnění charakterizované poruchou látkové výměny cukrů (Šindelka 2000). Diabetes mellitus je definován jako hodnota glykémie na lačno vyšší než 7,0 mmol/l (Svačina a Bretšnajdrová 2003). Insulin, hormon produkovaný beta-buňkami slinivky břišní, se vytváří v závislosti na množství glukosy v krvi. Insulin zastává dvojí funkci: snižuje hladinu krevního cukru a zvyšuje schopnost buněk tento cukr využívat ke své normální funkci. V souvislosti se zvýšením hladiny krevního cukru po jídle začne slinivka produkovat insulin, který povzbuzuje přechod cukru z krve do buněk. U diabetiků však slinivka na zvýšení hladiny krevního cukru reaguje produkcí jen malého množství insulínu (diabetes mellitus I. typu). Případně insulin neprodukuje vůbec nebo jej produkuje v normálním množství, ale buňky na něj nereagují (diabetes mellitus II. typu) (Mitscher a Dolby 2006).



Ačkoliv terapie pomocí zeleného čaje nepatří mezi nejdůležitější způsoby léčení cukrovky, může určitým způsobem podpořit léčbu pomocí diety a farmak. Studie na zvířatech ukázaly, že zelený čaj může zabránit vývoji diabetu I. typu a zpomalovat postup onemocnění, pokud se již rozvinulo. Bylo zjištěno, že EC byl schopen normalizovat vysokou hladinu krevního cukru u zvířat stížených cukrovkou. Čajové polyfenoly také snížily množství glukosy v séru tím, že inhibovaly aktivitu enzymu amylasy, který štěpí škrob. Navíc stimulovaly neaktivní beta-buňky těchto zvířat k produkci insulinu. Jiní vědci došli k závěrům, že EC v těle působí v souladu s látkami insulinových vlastností, tedy těmi látkami, které podporují vstup glukosy do tkání (Mitscher a Dolby 2006, Sharangi 2009).

## 5. 4. ČAJ A KONTROLA TĚLESNÉ HMOTNOSTI

Šálek čaje (bez cukru a mléka) obsahuje pouze čtyři kalorie, takže je vhodným nápojem při redukční dietě. Odborníci se domnívají, že zelený čaj snižuje rychlost vstřebávání cukrů. Polyfenoly obsažené v zeleném čaji ovlivňují činnost amylasy (viz. výše). Pomalé uvolňování cukrů do krve v důsledku konzumace zeleného čaje brání náhlým výkyvům hladiny insulinu v krvi, což napomáhá i lepšímu spalování tuků, které se díky tomu v těle neukládají (Mitscher a Dolby 2006).

Díky schopnosti kombinovaného účinku by zelený čaj mohl být podáván při léčbě nadváhy. Šedesát obézních žen drželo v rámci jedné studie dietu o energetické hodnotě 1800 kalorií denně. Některé ženy užívaly při snídani, obědě a večeři preparáty ze zeleného čaje, jiné dostávaly placebo. Po dvou týdnech tohoto režimu zhubly ženy, které užívaly extrakt ze zeleného čaje, asi dvakrát více než ženy ze skupiny, která dostávala placebo. Tento efekt se ještě prohloubil po měsíci této diety (Mitscher a Dolby 2006). Za to, že zelený čaj napomáhá úbytku hmotnosti, částečně odpovídá i obsah kofeinu, který zrychluje bazální metabolismus (Mitscher a Dolby 2006).

## 5. 5. ČAJ JAKO LÉK PROTI ZUBNÍMU KAZU

Zubní kaz způsobují bakterie (např. *Streptococcus mutans*), které vytvářejí z cukru a jiných zbytků potravy ve vodě nerozpustné glukany, které se usazují na zubech v podobě tvrdého povlaku (Teufl 2000, Arcimovičová a Valíček 1998, Lübeck 2007).

Ukázalo se, že čaj zabraňuje tvorbě zubního kazu dvojím způsobem: jednak díky obsahu polyfenolů, které váží bakterie v ústech dříve, než se může vytvořit zubní plak.

A také díky obsahu fluoridu, který posiluje zubní sklovinu a činí ji odolnější proti zubnímu kazu (Chow a Kramerová 1998).

Lidské tělo spotřebovává 1-3 miligramy fluoridu denně, přičemž toto množství musí být získáno z potravin a nápojů. Potřebné množství fluoridu poskytuje 10 gramů čajových lístků (což jsou zhruba dva šálky silného čaje). Zelený čaj obsahuje dvojnásobné množství fluoridu oproti čaji černému (Chow a Kramerová 1998).

Zelený čaj navíc osvěžuje dech, neboť ničí bakterie, které jsou příčinou zápachu ústní dutiny (Teufl 2000).

## 5. 6. ANTIBAKTERIÁLNÍ A ANTIVIROVÉ ÚČINKY ČAJE

Čajové katechiny působí antibakteriálními a antivirovými účinky tím, že na sebe váží pro organismus škodlivé látky a odvádějí je z těla (Arcimovičová a Valíček 1998). Působí proti mnoha typům bakterií, včetně těch, které způsobují úplavici, záškrť a cholery. Úspěšně bojují i s akutní gastroenteritidou (zánět žaludku a střev) a enteritidou (zánět tenkého střeva), kdy napomáhají obnovit činnost střevní mikroflóry (Pratt a Rosen 1999, Arcimovičová a Valíček 1998).

Katechin, obsažený v zeleném čaji, je účinnou látkou proti chřipkovým virům, původcům chřipkového onemocnění. Podobně dobře účinkuje i theaflavin, obsažený v černém čaji, který ovšem není ničím jiným než zoxidovaným katechinem (Lübeck 2007). Zelené čaje mají silnější účinky než čaje černé (Pratt a Rosen 1999).

## 5. 7. ČAJ A IMUNITA

Bylo prokázáno, že čajové polyfenoly zvyšují počet bílých krvinek, které jsou důležité v boji proti infekcím. V Číně se čajový extrakt využívá v lékařství jako prostředek k normalizaci počtu leukocytů, který byl snížen při radioterapii. Zelený čaj upravuje hyperfunkci štítné žlázy a brání vzniku leukemie po ozáření (Pratt a Rosen 1999). U izolovaného gallokatechingallátu byla zjištěna i antialergická účinnost (Augustín 2001).

## 5. 8. DALŠÍ ÚČINKY ČAJE NA LIDSKÝ ORGANISMUS

Z dalších zajímavých farmakologických účinků fenolických látek obsažených v čaji je třeba zmínit schopnost stimulovat činnost dvou jaterních enzymů, a to cytochromu

P450 a UDP-glukuronyltransferasy. Tyto enzymy se podílí na celkové detoxikaci organismu (Augustín 2001, Arcimovičová a Valíček 1998).

Čajové polyfenoly mají schopnost inhibovat enzym 5-alfa-reduktasu, který v tkáních katalyzuje přeměnu testosteronu na dihydrotestosteron, který je odpovědný za vypadávání vlasů a náhlé ztráty ochlupení (Augustín 2001).

Alkaloid kofein neutralizuje ve spolupráci s theobrominem a theofylinem buněčné jedy, jako jsou například nikotin a dehtový olej. Zelený čaj je tedy pro aktivní i pasivní kuřáky doporučeným potravním doplňkem (Lübeck 2007).

Theofylinu v čaji se používá k prevenci onemocnění dýchacích cest jako je sípání, dušnost a dýchací potíže, astma, chronická bronchitida, rozedma plic a další plicní choroby. Teofylin způsobuje bronchodilataci, což usnadňuje dýchání (Sharangi 2009). Tento účinek je způsoben kompetitivní inhibicí fosfodiesterasy, která hydrolyzuje fosfodiesterovou vazbu v cyklickém adenosinmonofosfátu (cAMP). Zvýšené hladiny cAMP způsobují relaxaci hladkého svalstva a inhibují uvolnění histaminu ze žírných buněk.

V poslední době výzkumy ukazují, že zelený čaj působí příznivě i u neurodegenerativních onemocnění, jako jsou Alzheimerova nebo Parkinsonova choroba (Cabrera et al. 2006).

## 5. 9. NEPŘÍZNIVÉ ÚČINKY ČAJE NA LIDSKÝ ORGANISMUS

Škodlivé účinky čaje při jeho vysoké konzumaci jsou způsobeny třemi hlavními faktory: obsahem kofeinu, přítomností hliníku a účinkem polyfenolů na dostupnost železa v organismu.

Předávkování kofeinem vyvolává nervozitu, poruchy spánku, zvracení, bolesti hlavy, bolest v epigastriu a tachykardii. Nicméně pravděpodobnost narušení kvality spánku je menší v případě zeleného čaje než kávy a to díky nižšímu obsahu kofeinu. Ovšem negativní účinky theofylinu jsou podobné jako u kofeinu, takže osoby se srdečními nebo závažnými kardiovaskulárními onemocněními by neměly zelený čaj konzumovat. Těhotné a kojící ženy by měly omezit spotřebu zeleného čaje na 1-2 šálky za den.

Čajovník má vysokou schopnost akumulovat hliník. Tato skutečnost je významná zejména pro pacienty s renálním selháním, protože může dojít k hromadění hliníku v jejich tělech s následným rozvojem neurologických poruch. Spekuluje se také o

spojitosti mezi zvýšenou hladinou hliníku ve tkáních a onemocněními jako osteomalacie a Alzheimerova choroba.

Některé studie poukázaly na výrazné snížení biodostupnosti nehemového železa z potravy (o 79 až 94 %) při současné konzumaci černého čaje. Tento účinek, který je zřejmě způsoben vyluhováním železa přítomnými polyfenoly, byl závislý na příjmu železa potravou a na množství železa v organismu. Podobný efekt měl i čaj zelený. Lze tedy doporučit, aby jedinci trpící anemií nekonzumovali čaj. Nicméně interakce mezi čajem a železem může být zmírněna přidávkem citronu nebo konzumací čaje mezi jídly (Cabrera et al. 2006, Oppliger 2000).

## 6. ZÁVĚRY

První písemné zmínky o čaji pochází z období asi 3000 př. n. l., i když se čaj nepochybně užíval i dříve. Rostlina, z níž se čaj vyrábí, čajovník čínský neboli *Camellia sinensis*, se pěstuje ve více než třiceti zemích světa, zejména v Číně, Japonsku, Indii a na Srí Lance (Mitscher a Dolby 2006). Při výrobě prochází čajové lístky složitým procesem zpracování, kdy jsou více či méně vystaveny oxidaci. V závislosti na použitém procesu se podle stupně fermentace rozlišuje několik druhů čaje. Nejznámějšími jsou černý čaj (fermentovaný), zelený čaj (polofermentovaný) a oolong (nefermentovaný). Během procesu oxidace dochází ke změnám látek obsažených v čaji. To je vysvětlením, proč se zelený čaj liší svým účinkem i chutí od čaje černého. Z celkové roční produkce sušeného čaje připadá asi dvacet procent na čaj zelený, téměř dvě procenta na oolong a sedmdesát osm procent na čaj černý (Mitscher a Dolby 2006).

V současnosti známe kolem 400 nejrůznějších látek obsažených v čajovém listě, které odborně nazýváme účinné látky (Oppliger 2000). Mezi nejvýznamnější účinné látky obsažené v čaji patří polyfenoly (flavonoidy, katechiny), purinové alkaloidy (kofein), třísloviny, silice, vitaminy a své místo zauímají i anorganické látky. Polyfenoly jsou sloučeniny přirozeně se vyskytující v čaji a vytvářejí jeho typickou vůni a svíravou chuť. Neutralizují cholesterol a ostatní tuky v krvi. Z části jsou zodpovědné i za zbarvení zeleného čaje, větší podíl má však chlorofyl obsažený v listech čajovníku (Mitscher a Dolby 2006). Katechiny jsou nejvýznamnějšími polyfenoly. Nejprospěšnějším pro náš organismus je EGCG, který má antikancerogenní, antitrombotické, antialergické účinky a působí i jako antioxidant. Purinové alkaloidy, zejména kofein, povzbuzují centrální nervovou soustavu. Urychlují reakce, zvyšují bdělost a zlepšují soustředění. Třísloviny jsou sloučeniny, které dávají zbarvení a chuť černému čaji (Oppliger 2000). Z organismu odvádí škodlivé látky, čímž působí příznivě na trávicí trakt. Vitaminy C, E a A působí jako antioxidanty.

Již od dávných dob lidé oceňují zelený čaj jako tradiční „životabudič“, posilující lék, který udržuje tělo i duši v dobrém stavu. Jeden z nejzajímavějších výzkumů naznačuje, že pitím zeleného čaje lze předcházet rakovině (Mitscher a Dolby 2006). Dále působí zelený čaj preventivně proti diabetu mellitu, vzniku zubního kazu a má i antivirové účinky. Všechny druhy čaje, včetně zeleného napomáhají snížit riziko vzniku kardiovaskulárních chorob, redukují váhu, snižují hladinu cholesterolu v krvi, zvyšují apetit a usnadňují zažívání, chrání před srdečními chorobami a snižují krevní tlak.

## 7. SEZNAM LITERATURY

**ARCIMOVIČOVÁ, J. – VALÍČEK, P.** *Vůně čaje*. 1. vydání. Benešov: Start, 1998. 117 s. ISBN 80-902005-9-1.

**AUGUSTÍN, J.** *Povídání o čaji: čajovníkový list (Camellia sinensis L.), čaj, jako potravinářská pochutina, léčebný, mystický nápoj a jiné tonizující nápoje světa*. 1. vydání. Olomouc: Fontána, 2001. 205 s. ISBN 80-86179-75-3.

**CABRERA, C. – ARTACHO, R. – GIMÉNEZ, R.** *Beneficial effects of green tea – A review*. J. Am. Coll. Nutr. 2006; 25: 79-99.

**Cyberlipid center: Monoterpenes** [online]. Poslední revize 13.2.2011. [cit. 2011-3-3] URL <<http://www.cyberlipid.org/simple/simp00041.htm>>.

**Cyberlipid center: Sesquiterpenes** [online]. Poslední revize 13.2.2011. [cit. 2011-3-3] URL <<http://www.cyberlipid.org/simple/simp00042.htm>>.

**DUFRESNE, C. J. – FARNWORTH, E. R.** *A review of latest research findings on the health promotion properties of tea*. J. Nutr. Biochem. 2001; 12: 404-421.

**Free patents online: All the inventions of mankind: Methods of making and using theaflavin, theaflavin-3-gallate, theaflavin-3'-gallate and theaflavin 3,3'-digallate and mixtures thereof** [online]. c2004-2011 [cit. 2011-2-22]. URL <<http://www.freepatentsonline.com/7157493.html>>.

**Gruentee: Gruentee-dierkt.de: Informationen über Grüntees aus China: Die Inhaltsstoffe** [online]. [cit. 2011-3-14] URL <[http://www.gruentee-direkt.de/Teepflanze/inhaltsstoffe\\_des\\_Tees.htm](http://www.gruentee-direkt.de/Teepflanze/inhaltsstoffe_des_Tees.htm)>.

**CHOW, K. - KRAMEROVÁ, I.** *Všechny čaje Číny*. Přeložil Michal Synek. 3. opr. vyd. Praha: DharmaGaia, 1998. 284 s. ISBN 80-85905-54-X.

**JANEGA, P. – BABÁL, P.** *Tea – source of a delicious drink with health benefits*. In: Ďuračková Z. a Knasmüller S. (eds.) *The activity of natural compounds in diseases prevention and therapy*. 1st ed., Slovak Academic Press, Bratislava, 2007, str. 107-125. ISBN 978-80-8095-019-4.

**KHAN, N. – MUKHTAR, H.** *Tea polyphenols for health promotion*. Life Sci. 2007; 81: 519-533.

**KING, W. M.** *The Medical Biochemistry Page: Introduction to Vitamins and Minerals* [online]. c1996-2011 [cit. 2011-3-3]. URL <<http://themedicalbiochemistrypage.org/vitamins.html>>.

**KOZÁK, Vojtěch.** *Espirito café: Bezkofeinová kava* [online]. c2010. [cit. 2011-2-28]. URL <<http://www.espirito.cz/blog/entry/14-bezkofeinova-kava.html>>.

**LIANG, Y. C. – CHEN, Y. C. – LIN, Y. L. – LIN-SHIAU, S. Y. – HO, C. T. – LIN, J. K.** *Carcinogenesis: Suppression of extracellular signals and cell proliferation by the black tea polyphenol, theaflavin-3,3'-digallate*. Carcinogenesis 1999; 20: 733-736.

**LÜBECK, W.** *Zelený čaj: uzdravující požitek*. Přeložil Miroslav Hubáček. 1. vydání. Olomouc: Fontána, 2007. 141 s. ISBN 978-80-7336-413-7.

**MITSCHER, L. A. – DOLBY, V.** *Kniha o zeleném čaji: Čínský pramen mláde: Jak pomocí zeleného čaje předcházet rakovině a zpomalovat stárnutí*. Přeložila Markéta Janouchová. 1. vydání. Praha: Zems; Praha: Pragma, 2006. 191 s. ISBN 80-903305-9-2 (Zems), ISBN 80-7205-153-9 (Pragma).

**OPPLIGER, P.** *Nová kniha o zeleném čaji*. Přeložila Romana Barfussová. 1. vydání. Praha: Pragma, 2000. 80 s. ISBN 80-7205-758-8.

**PRATT, J. N. – ROSEN, D.** *Rádce milovníka čaje: průvodce pro pravého znalce o tom, jak kupovat, připravovat a vychutnávat čaj*. 1. vydání. Praha: Pragma, 1999. 128 s. ISBN 80-7205-672-7.

**SHARANGI, A. B.** *Medicinal and therapeutic potentialities of tea (Camellia sinensis L.) – A review*. Food Res. Int. 2009; 42: 529-535.

**SLANINA, J. – TÁBORSKÁ, E.** *Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka*. Chem. Listy 2004; 98: 239-245.

**SNEADER, W.** *Drug discovery: a history*. 1st edition. England: Willey, 2005. 468 s. ISBN 0-471-89979-8.

**SVAČINA, Š. – BRETŠNAJDROVÁ, A.** *Cukrovka a obezita: Proč dostávají obézní lidé cukrovku? : Jak bojím s obezitou předcházet cukrovce? : Jak cukrovku léčit?*. 1. vydání. Praha: Maxdorf, 2003. 246 s. ISBN 80-85912-58-9.

**ŠINDELKA, G.** *Cukrovka: (diabetes mellitus)*. 1. vydání. Praha: J. Vašut, 2000. 32 s. ISBN 80-7236-179-1.

**TEUFL, C.** *Zelený čaj: elixír zdraví*. Přeložila Romana Barfussová. 1. vydání. Praha: Metramedia, 2000. 95 s. ISBN 80-238-5536-0.

**VALTER, K.** *Vše o čaji pro čajomily*. 1. vydání. Praha: Granit, 2000. 190 s. ISBN 80-85805-91-X.

**VELAYUTHAM, P. – BABU, A. – LIU, D.** *Green tea catechins and cardiovascular health: An update*. *Curr Med Chem*. 2008; 15 (18): 1840-1850.

**VELÍŠEK, Jan.** *Chemie potravin 3*. 1. vydání. Tábor: Osis, 1999a. 368 s. ISBN 80-902391-5-3.

**VELÍŠEK, Jan.** *Chemie potravin 1*. 1. vydání. Tábor: Osis, 1999b. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.

**VELÍŠEK, Jan.** *Chemie potravin 2*. 1. vydání. Tábor: Osis, 1999c. 328 s. ISBN 80-902391-4-5.

**WACHENDORFOVÁ, V.** *Čaj*. Přeložila Dagmar Eisenmannová. 1. vydání. Praha: Slovart, 2007. 96 s. ISBN 978-80-7209-922-1.

**Wikimedia:** *Wikimedia commons: Purin num2.svg* [online]. Poslední revize 1.5.2010. [cit. 2011-2-28]. URL <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Purin\\_num2.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Purin_num2.svg)>.

**Wiktionary:** *Das freie Wörterbuch: Xanthin* [online]. Poslední revize 4.2.2011. [cit. 2011-2-28]. URL <<http://de.wiktionary.org/wiki/Xanthin>>.



## 8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

cAMP	Cyklický adenosinmonofosfát
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
EC	Epikatechin
ECG	Epikatechingallát
EGC	Epigallokatechin
EGCG	Epigallokatechingallát
HDL	Lipoproteiny o vysoké hustotě (High Density Lipoproteins)
LDL	Lipoproteiny o nízké hustotě (Low Density Lipoproteins)
MNNG	<i>N</i> -methyl- <i>N'</i> -nitro- <i>N</i> -nitrosoguanidin