

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2016**

**MARTINA BURKOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav chemie a biochemie**

---



**Káva versus biologicky účinné látky**  
Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*  
prof. RNDr. Bořivoj Klejdus, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Martina Burková

---

Brno 2016



### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Káva versus biologicky účinné látky vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **Poděkování**

Ráda bych na tomto místě poděkovala panu prof. RNDr. Bořivoji Klejdusovi, Ph.D. za vstřícný, ochotný a laskavý přístup, stejně tak jako za odborné vedení, cenné rady a čas věnovaný mé bakalářské práci. Poděkování patří také mé rodině a přátelům, kteří mi byli velkou podporou během psaní této práce.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce s názvem „Káva versus biologicky účinné látky“ se v úvodní části zabývá charakteristikou kávovníku, jeho druhy a pěstováním. Následuje popis jednotlivých kroků technologického zpracování kávových zrn, druhů káv a možností přípravy kávy. Dále je popsáno chemické složení surové i pražené kávy. Jsou rozepsány jednotlivé složky obsažené v kávě, zejména kofein. V následující části práce je pozornost věnovaná obecnému přehledu biologicky účinných látek. Z biologicky účinných látek je podrobně popsána skupina polyfenolických sloučenin, především kyselina chlorogenová, která se v kávě hojně vyskytuje. V závěrečné části práce jsou popsány hlavní biologické účinky kávy na zdraví člověka.

## **Klíčová slova**

Káva, kofein, biologicky účinné látky, polyfenoly, kyselina chlorogenová.

## **Abstract**

The bachelor thesis titled “Coffee versus Biologically Active Substances” deals with the characteristics of coffee, coffee varieties and cultivation in the initial part, which is followed by a description of the individual steps of the technological processing of coffee beans, varieties of coffee and coffee preparation options. The thesis then describes the chemical composition of raw and roasted coffee. It studies the individual components which coffee contains with a focus on caffeine. In the next part, the thesis offers a general overview of biologically active substances, namely a group of polyphenolic compounds, particularly chlorogenic acid, which is plentifully present in coffee. The final part describes the main biological impact of coffee on human health.

## **Keywords**

Coffee, caffeine, biologically active substances, polyphenols, chlorogenic acid.

## Obsah

1	ÚVOD .....	10
2	CÍL PRÁCE .....	11
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	12
3.1	Kávovník.....	12
3.1.1	Druhy kávovníků .....	13
3.1.2	Pěstování.....	14
3.2	Technologie výroby kávy .....	15
3.2.1	Sklizeň .....	15
3.2.2	Zpracování - výroba surové kávy .....	16
3.2.2.1	Suchý způsob zpracování .....	16
3.2.2.2	Mokrý způsob zpracování .....	16
3.2.3	Pražení .....	17
3.2.4	Mletí .....	19
3.3	Druhy kávy .....	21
3.3.1	Káva bez kofeinu .....	21
3.3.2	Instantní káva.....	22
3.4	Příprava kávy .....	23
3.5	Chemické složení surových kávových zrn.....	24
3.6	Chemické složení pražených kávových zrn.....	24
3.6.1	Kofein, theofylin a theobromin .....	25
3.6.2	Lipidy .....	27
3.6.3	Sacharidy .....	27
3.6.4	Bílkoviny .....	27
3.6.5	Trigonelin, niacin .....	27
3.6.6	Kyseliny.....	28

3.6.7	Minerální látky .....	29
3.6.8	Melanoidy .....	29
3.7	Přehled biologicky účinných látek .....	30
3.7.1	Biologicky účinné látky .....	30
3.7.2	Biologicky účinné látky jako sekundární metabolity .....	30
3.7.2.1	Sekundární metabolity rostlin .....	34
3.7.2.2	Sekundární metabolity mikroorganismů .....	35
3.7.2.3	Sekundární metabolity živočichů .....	35
3.7.3	Biologicky účinné látky jako léčiva .....	35
3.8	Polyfenoly .....	37
3.8.1	Fenolové kyseliny .....	39
3.8.1.1	Kyselina chlorogenová .....	39
3.8.2	Flavonoidy .....	41
3.8.2.1	Flavonoly .....	42
3.8.2.2	Flavony .....	43
3.8.2.3	Isoflavony .....	44
3.8.2.4	Flavanony .....	45
3.8.2.5	Anthokyanidiny .....	46
3.8.2.6	Flavanoly .....	47
3.8.3	Lignany .....	48
3.8.4	Stilbeny .....	49
3.9	Biologické účinky kávy na zdraví člověka .....	50
3.9.1	Účinky kofeinu .....	50
3.9.2	Antioxidační účinky .....	50
3.9.3	Antibakteriální účinky .....	51
4	ZÁVĚR .....	52
5	POUŽITÁ LITERATURA .....	53



6	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	60
7	SEZNAM TABULEK.....	61

# 1 ÚVOD

Káva je tradiční nápoj, který se díky své příjemné chuti, aroma a povzbuzujícím účinkům, postupem času stal oblíbeným po celém světě. Existuje několik druhů kávovníků, které poskytují kávová zrna. Tato zrna je možné zpracovávat různými způsoby, přičemž vzniká káva různých druhů a konzistencí. Navíc díky množství možností přípravy kávy a přísad, které lze do kávy přidat, vzniká nepřeberně mnoho variant, jak nápoj připravit.

Téma biologicky účinných látek v kávě je v dnešní době velmi aktuální, neboť zájem o vliv kávy, a celkově všech potravin, na lidský organismus výrazně roste. V poslední době dochází ke zvýšenému zájmu zejména o případné pozitivní vlastnosti kávy na lidské zdraví. Příznivé účinky kávy jsou připisovány polyfenolickým sloučeninám, především kyselině chlorogenové, které mají silnou antioxidační aktivitu. Hlavním zdrojem této kyseliny v lidské potravě je právě káva.

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem bakalářské práce je z dostupné literatury vypracovat literární rešerši na téma „Káva versus biologicky účinné látky“. Práce by měla čtenářům poskytnout informace o charakteristice kávovníku, technologii zpracování kávových zrn a chemickém složení surové i pražené kávy. Dále bude v práci zahrnut přehled biologicky účinných látek, přičemž podrobněji budou rozebrány polyfenolické sloučeniny, především kyselina chlorogenová. Rovněž budou uvedeny hlavní biologické účinky kávy na lidské zdraví.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Kávovník

Pod pojmem káva rozumíme upravená semena různých druhů kávovníku rodu *Coffea*, podle kterého dostala káva i své jméno. Kávovník je stálezelený tropický až subtropický strom nebo keř, spadající do skupiny ovocných dřevin. Může dorůst do výšky až 15 metrů. Na plantážích se většinou výška upravuje tak, aby nepřesahovala 3 metry, kvůli usnadnění sklizně. Původ kávovníku nalezneme v Africe, s největší pravděpodobností na území dnešní Etiopie. Co se týče botanického zařazení, tento rod náleží k čeledi mořenovitých (*Rubiaceae*), jež zahrnuje okolo 500 rodů a 6 000 druhů. Rostliny kávovníku mají velké, zelené a lesklé listy, kvetou bílými voňavými květy, které jsou velmi podobné květům jasmínu. Květy kávovníků kvetou jen pár dní, poté se rychle mění v zárodky plodů. Plody kávovníku jsou na větvích uspořádány v řadách nebo hroznech a jsou uloženy v peckovicích, které jsou podobné třešním, a proto jsou někdy nazývány kávové třešně. (Dostálová a Kadlec 2014, Mottl 1999, Ortizová 2001, Smekalová 2005, Strunecká a Patočka 2012, Thorn 2000, Veselá 2012)

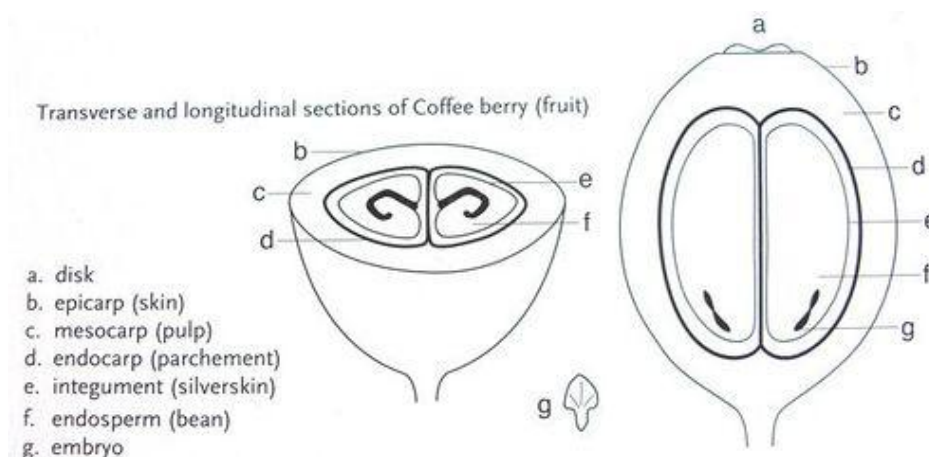


*Obr. 1 Kávovník*

(Zdroj: <http://dadala.hyperlinx.cz>)

Kávové třešně jsou zpočátku zelené, postupně žloutnou, červenají a v době sklizně mají tmavě červenou až fialovou barvu. Semena jsou schovaná v peckovicích, které jsou velké asi 1,5 centimetru. Na povrchu mají barevný obal neboli slupku (exokarp

či epikarp), pod níž se nachází dužnaté oplodí (mezokarp), v němž jsou uložena dvě zelená kávová zrnka, která jsou k sobě otočená plochou stranou. Každé kávové zrníčko (endosperm) je obaleno speciální pergamenovou vrstvou (endokarp) a pod touto vrstvou se ještě nachází volné osemení, zvané též stříbřitá blanka (integument). Může se stát, že v plodu vyroste zrnko jen jedno, v tom případě má zpravidla větší velikost a kulovitý tvar a nazývá se zrnko perlové. (Dostálová a Kadlec 2014, Smekalová 2005, Strunecká a Patočka 2012, Thorn 2000, Veselá 2012)



Obr. 2 Příčný a podélný řez plodu kávovníku

(Zdroj: <https://cz.pinterest.com>)

Na celém světě existuje široká škála různých druhů kávovníků, avšak téměř celou světovou produkci kávy pokrývají dva druhy, a to kávovník arabský a kávovník laurentský. (Dostálová a Kadlec 2014, Pössl 2010, Veselá 2012)

### 3.1.1 Druhy kávovníků

Kávovník arabský (*Coffea arabica*), tzv. „arabika“, původem z Etiopie je nejdůležitější botanický druh díky kvalitě produkovaných plodů, které mají nižší obsah kofeinu (0,7 - 1,4%) a někdy mohou mít až kyselou chuť, čímž je arabika ojedinělá. Přibližně 70 % světové produkce kávy pochází právě z tohoto kávovníku. (Dostálová a Kadlec 2014, Mottl 1999)

Kávovník laurentský (*Coffea robusta canephora*), tzv. „robusta“, se pěstuje na Jávě a je druhý nejvýznamnější druh kávovníku. Jeho podíl na světové produkci kávy na úkor kávovníku arabského neustále roste a v současnosti dosahuje necelých 30 %. Tento nárůst je způsoben jeho větší přizpůsobivostí stanovištním podmínkám a odolností proti

chorobám. Produkuje silně aromatická zrna výrazně hořké chuti s vysokým obsahem kofeinu (2,2 - 2,4%). Tento druh se nejčastěji používá do směsí s arabikou, ale také k výrobě instantní kávy. (Dostálová a Kadlec 2014, Mottl 1999, Strunecká a Patočka 2012, Veselá 2012)

„Arabusta“ je velmi perspektivní hybrid, který vznikl křížením kávovníku *C. arabica* a *C. canephora*. (Dostálová a Kadlec 2014)

Mezi další významné druhy kávovníků, avšak ne tak hojně pěstované jako dva výše zmíněné druhy, se řadí kávovník liberijský a kávovník chari. Kávovník liberijský (*Coffea liberica*), tzv. „liberika“, poskytuje mimořádně velká zrna, která mají hořce trpkou příchut'. Tvoří asi 1 % světové produkce, pěstuje se v Libérii a používá se do směsí. Kávovník chari (*Coffea Dewevrei*), tzv. „excelsa“, se řadí mezi druhy velice odolné proti suchu a nejvíce se pěstuje v Brazílii. Káva z tohoto druhu kávovníku má nízkou kvalitu, ostrou výraznou vůni a vysoký obsah kofeinu. (Kadlec, Melzoch a Voldřich 2012, Mottl 1999)

### **3.1.2 Pěstování**

Nejlépe se kávovníkům daří ve vysokých horských oblastech tropického pásma v teplém a stálém klimatu se stálou teplotou v rozmezí 18 - 22 °C. Ke svému správnému růstu potřebují slunce a déšť. Pokud teploty klesnou pod bod mrazu, kávovníky okamžitě hynou. Kávovníky většinou rostou buď v podrostu stromů, které je chrání před ostrým sluncem a zároveň zadržují vlhkost v půdě, anebo na přímém slunci, pokud se jedná o oblast, kde slunce nepálí tak silně. Rozmnožují se kávovými zrníčky ze zralých plodů, které klíčí 3 - 4 týdny, ale první plody se rodí až po 3 - 4 letech od výsadby a od této doby je možno je sklízet po dobu 20 - 30 let. Během celého života se kávovník musí řezat, aby dosáhl plynulého přírůstku zdravých a dobře olistěných větví. Plody zrají 9 - 14 měsíců a v jednu chvíli může kávovník nést jak květy, tak zralé i nezralé plody. Proto sklizeň probíhá několikrát do roka. (Dufek 2000, Pospíšil a Hrachová 1989, Rosen 1999, Thorn 2000, Veselá 2012)

## 3.2 Technologie výroby kávy

Technologie výroby kávy je velmi náročná a zdlouhavá. Kávové zrnó musí projít několika kroky technologické zpracování, které významně ovlivňují jeho kvalitativní i kvantitativní vlastnosti. (Thorn 2000, Veselá 2012)

### 3.2.1 Sklizeň

Sklizeň kávovníkových plodů (kávových třešní) nastane, když jsou dostatečně vyzrálé. Doba sklizně je různá a záleží na zeměpisné poloze. V zemích okolo rovníku se káva sklízí během celého roku, na sever od rovníku se sklízí od září do prosince a na jih od rovníku probíhá sklizeň v dubnu až květnu. Káva se sklízí setřásáním na plachty pomocí sklízecích strojů, ale z největší části se sklízí ručně, a proto sběr tvoří největší část výsledné ceny zelené kávy. Kávovník průměrně vyprodukuje okolo 0,8 až 1,2 kilogramů kávových zrn za rok, což představuje asi 2 000 jednotlivých kávových třešní. (Kavina 1997, Veselá 2012)

Rozeznáváme dva druhy ruční sklizně, a to tzv. česání (stripping) a selektivní sklizeň (ruční sběr). Při česání se veškerá úroda trhá z větvi kávovníku při jednom průchodu plantáží. Tato metoda je rychlejší, ale méně šetrnější ke kávovníkům a navíc mohou být sklizeny i plody nezralé, přezrálé či poškozené. Navíc i přes následné třídění nemusí být výsledek stoprocentní. Jedno nedozrálé nebo plesnivé zrnó může znehodnotit celou sklizeň. Selektivní sklizeň se provádí v několika probírkách s odstupem 8 až 10 dnů, což zajistí, že se sklídí pouze zralé a nepoškozené plody. Jedná se o metodu zdlouhavější, nákladnější a pracnější. Používá se proto u arabiky, která je kvalitnější. (Pössl 2010, Thorn 2000, Veselá 2012, Zorro 2009)

Na kávových plantážích v nižších nadmořských výškách, které mají rovnou půdu, je možné provádět sklizeň tzv. strojovým sběrem pomocí speciálního stroje, který strhává všechny třešničky i s listy. Strojový sběr dosahuje stejných výsledků jako stripping, jen je o něco rychlejší. Jedná se o metodu sběru mnohem levnější než ruční, ale velmi drastickou. (Thorn 2000, Veselá 2012)

### **3.2.2 Zpracování - výroba surové kávy**

Kávové třešně procházejí dalším zpracováním, jehož cílem je odstranit dužninu a získat kávová zrna. Plody se začínají zpracovávat ihned po sklizni, dříve než se začnou kazit. Existují dva způsoby zpracování, které mají vliv na kvalitu a cenu kávy. Jedná se o suchý způsob (východoindický), který je starší a levnější a mokřý způsob (západoindický), který je modernější a nákladnější. (Dufek 2000, Kadlec 1936, Oreyová 2014, Kadlec, Melzoch a Voldřich 2012)

#### **3.2.2.1 Suchý způsob zpracování**

Zpracování kávy za sucha je rozšířeno v oblastech s nedostatkem vody. Plody se v tenkých vrstvách suší 2 týdny na slunci za částečného prohrabávání (pro zabránění kvašení a fermentaci). Poté se z nich odstraní dužnaté oplodí a svrchní část osemení pomocí loupacích strojů a následuje čištění a třídění kávových zrn podle velikosti a podle jakosti. Tímto způsobem se zpracovávají všechny sklizené plody, včetně vadných (zaschlé, nahnilé, namrzlé). Jedná se o metodu méně nákladnou, která poskytuje kávu nižší jakosti, vzniká tak nepraná přírodní káva. (Kadlec 1936, Kadlec, Melzoch a Voldřich 2012, Krajčová 2007, Thorn 2000)

#### **3.2.2.2 Mokřý způsob zpracování**

U mokřého způsobu zpracování se díky množství použité vody oddělí nečistoty, listí, nezralé, seschlé a málo vyvinuté plody od kvalitních zralých a těžkých plodů. U suchého způsobu zpracování se tohoto nedosáhne, proto je káva získávána mokřým způsobem zpracování kvalitnější. Kvalitní plody putují do mačkáčích strojů (pulpovníků), kde dochází k odstranění dužnatého oplodí, aniž by došlo k poškození pergamenové vrstvy. Dále následuje fermentace, při které dochází ke změknutí zbylého dužnatého oplodí, která pokrývá pergamenovou slupku a následným praním se snadno odstraní. Takto dobře vypraná tzv. „pergamino“ káva se suší, a to buď na slunci, či v sušárnách, nebo jejich kombinací. Na slunci proběhne předsušení a v sušárnách dokonalé dosušení, cílem je dokonale proschnuté zrno až do svého středu. Na loupacích strojích dochází k oddělení pergamenové slupky, dále se na leštících strojích zrna leští a odstraňují se poslední zbytky pergamenové slupky, odstraní se i osemení. Suchá



zelená káva se strojově třídí podle velikosti, hmotnosti a barvy. Nejlepší druhy káv se poté ještě přebírají ručně. Vzniklá kávová zrna se označují jako praná nebo mytá káva. (Kadlec 1936, Kadlec, Melzoch a Voldřich 2012, Kavina 1997, Krajčová 2007, Pospíšil a Hrachová 1989, Veselá 2012, Žáček 1977)

Takto upravená kávová zrna, ať suchým či mokřím způsobem zpracování, se uvádí na světový trh s kávou a označují se jako surová neboli zelená káva, což jsou podle terminologie české legislativy sušená semena kávovníku rodu *Coffea* zbavená pergamenové slupky. Zelená káva je trvanlivá po léta, je bez vůně a chuti a je surovinou pro výrobu pražené kávy. Míchání do směsí a pražení probíhá většinou až v místě spotřeby, protože čerstvě pražená káva má jen krátkou dobu trvanlivosti. (Dostálová a Kadlec 2014, Kadlec, Melzoch a Voldřich 2012, Smekalová 2005, Strunecká a Patočka 2012, Thorn 2000)

### **3.2.3 Pražení**

Pražení patří mezi nejdůležitější operace ovlivňující kvalitu kávy, jelikož až při této operaci káva získává své typické vlastnosti. Zelenou (surovou) kávu nelze použít k přípravě nápojů, a proto se z ní pražením získává káva pražená, která má charakteristické vlastnosti - aroma, vůni, barvu a chuť. Před pražením se připraví směs zelené kávy, aby se sladila chuť a vůně konečného výrobku. Pražení probíhá v pražicích strojích, kde se zelená káva praží horkým vzduchem na požadovanou barvu při teplotě okolo 200 °C většinou po dobu 10 - 20 minut. Jedná se o velice individuální proces, každá káva potřebuje jinou teplotu a délku pražení. V průběhu pražení je káva neustále promíchávána, čímž se zabraňuje připálení kávy a dosáhne se tak stejnoměrně vypražené kávy. Během pražení nastávají změny ve struktuře a složení zelené kávy jako pokles obsahu kofeinu a kyselin, na které je kofein vázán. Dochází k odpařování vody a k řadě chemických reakcí, především k reakcím neenzymového hnědnutí a ke kondenzačním a pyrolytickým reakcím, díky kterým vznikají látky, které jsou nositeli charakteristické kávové vůně, chuti a barvy. Barva kávových zrn přechází z bledě zelené přes skořicově hnědou do kávově hnědé barvy. Míra pražení se odvíjí od zvyklostí v jednotlivých zemích, např. ve Skandinávii je požadováno pražení světlé, naopak ve Francii, Itálii nebo Brazílii pražení nejtmařejší. V České republice se praží do středního stupně. (Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Dostálová a Kadlec 2014,

Dufek 2000, Kadlec 2002, Kavina 1997, Mottl 1999, Štruncová a kol. 2000, Veselá 2012, Žáček 1962)

Stupeň opražení kávových zrn, kromě tradic a chuťových požadavků konzumentů, určuje i vlastní příprava nápoje. Existují 4 stupně pražení, a to světle pražená, středně pražená, středně tmavě pražená a nejtmavěji pražená zrna. (Oreyová 2014, Ortizová 2001)

- Světle pražená zrna - většinou se vyznačují jemnou chutí, jsou vhodná k mísení do směsí s tmavě praženými zrny, nápoje jsou světlé a často se doplňují mlékem.
- Střední pražení - hodí se pro zrna s výraznější chutí a vůní, jsou vhodná pro přípravu nápojů, které se doplňují mlékem, ale i pro přípravu digestivů, které se podávají většinou po jídle a bez mléka.
- Zrna pražená středně tmavě - vynikají sytě hnědou barvou a leskem, nápoje z nich připravené mají silné aroma a hořkosladkou dochuť.
- Nejtmavěji pražená zrna - vynikají typicky tmavou až černou barvou, zrna jsou lesklá, mají výrazné aroma s kouřovým nádechem, čím je káva tmavší, tím méně kyselý je výsledný nápoj. (Mottl 1999, Oreyová 2014, Žáček 1962)



*Obr. 3 Stupně pražení kávových zrn*  
(Zdroj: <http://delimacoffee.com>)

Po upražení se káva rychle zchladí, aby se zachoval obsah aromatických silic, které mají rozhodující vliv na chuť a vůni kávy. Dále se odstraní vadná zrna a případně se káva mele nebo rovnou balí do spotřebitelských obalů. Pražená zrnková káva si uchová aroma pouze týden, po 2 týdnech se vůně sníží zhruba na polovinu. Balení pražené kávy musí proběhnout nejpozději do 48 po upražení, plnění mleté kávy probíhá v ochranné atmosféře nebo vakuově. (Dostálová a Kadlec 2014, Kadlec 2002, Normanová 2004, Thorn 2000, Veselá 2012)

*Tab. 1 Srovnání některých zastoupených složek v surové (zelené) a pražené kávě (v % sušiny)*

*(Zdroj: Krajčová 2007)*

<b>Složka</b>	<b>Surová (zelená) káva</b>	<b>Pražená káva</b>
Kofein	0,3 - 2,8	1,27
Bílkoviny	10 – 15	13,77
Sacharidy	6 – 12	11,23
Tuky	10 – 15	13,92
Voda	7 – 12	1,75

### **3.2.4 Mletí**

Mletí je posledním krokem v procesu zpracování kávových zrn. Kávová zrna ztrácejí chuť a vůni s každým dalším krokem zpracování a krátí se také jejich životnost, proto je nejlepší kávu umlít těsně před přípravou nápoje. V průběhu mletí se z kávy uvolňují aromatické silice. Jakmile vyprchají, káva ztratí aroma i chuť. (Dufek 2000, Normanová 2004, Thorn 2000)

Stupeň umletí kávy musí odpovídat způsobu přípravy kávy, jelikož cílem je vždy získat z kávy plnou chuť, čehož lze dosáhnout, když necháme umletou kávu louhovat ve vřelé vodě. Čím je proces přípravy rychlejší, tím jemnější vyžaduje stupeň umletí. Rozlišují se 4 stupně mletí kávy, a to nahrubo mletá, středně mletá, jemně mletá a prášková káva. Jemně umletá káva nemusí být tak dlouho v kontaktu s horkou vodou, na rozdíl od kávy hrubě či středně mleté. Nahrubo nebo středně umletá káva je vhodná do překapávačů, konvic a kávovarů, v nichž kávu připravujeme přetlakem páry. Naopak

jemně mletá káva je vhodná pro kávovary s filtrem a strojky na výrobu espressa. Nejjemnější prášková káva se uplatňuje při přípravě klasické turecké kávy. (Dufek 2000, Normanová 2004, Thorn 2000)



*Obr. 4 Stupně mletí kávy*

*(Zdroj: <http://cerstvakava.cz>)*

Čerstvě upražená káva se mele dle výše zmíněných základních hrubostí a poté se vakuově balí do obalů z nepropustných fólií, které poskytují delší dobu trvanlivosti. Po otevření obalu je ovšem důležité kávu co nejrychleji spotřebovat a skladovat ji na suchém, temném místě bez přístupu vzduchu. (Dufek 2000, Pössl 2010, Veselá 2012)

### 3.3 Druhy kávy

Zrnkovou i mletou praženou kávu lze dále rozdělit na jednodruhovou, či kávové směsi, které na trhu převažují. Kávový extrakt se rozděluje podle obsahu vody na tekutý kávový extrakt, extrakt ve formě pasty a sušený kávový extrakt. (Dostálová a Kadlec 2014, Krajčová 2007, Mottl 1999)

*Tab. 2 Členění kávy na druhy, skupiny a podskupiny  
(Zdroj: Krajčová 2007, Mottl 1997)*

<b>Druh</b>	<b>Skupina</b>	<b>Podskupina</b>
Káva	Zelená	
	Pražená	Zrnková Mletá
Kávový extrakt (instantní káva, rozpustná káva, rozpustný kávový extrakt)	Extrakt	Sušená Pasta Tekutá

#### 3.3.1 Káva bez kofeinu

Praženou kávou bez kofeinu se rozumí výrobek získaný pražením normální zelené kávy, u které byl uměle snížen obsah kofeinu na nejvýše 0,1 %. Nejedná se tedy o pražená semena kávovníku, která mají nízký obsah kofeinu nebo kofein neobsahují vůbec. Výroba spočívá v odstranění kofeinu extrakcí. Zelená káva zbavená kofeinu se praží a upravuje běžným způsobem, jak bylo popsáno výše. I přes snížené množství kofeinu si káva zachová podstatné smyslové vlastnosti normální pražené zrnkové kávy. Bezkofeinová káva je stejně dostupná, jako káva s kofeinem, tzn. celá zrna, mletá nebo instantní. (Dostálová a Kadlec 2014, Kadlec, Melzoch a Voldřich 2012, Kavina 1997, Mottl 1999, Ortizová 2001, Žáček 1977)

### 3.3.2 Instantní káva

Instantní neboli rozpustná káva, je čistý kávový extrakt vyrobený zvláštním technologickým postupem z rozemleté pražené kávy. Dnes se rozpustná káva nejčastěji vyrábí ze směsí zrn odrůdy *C. robusta*, které se po upražení a ochlazení rozemelou. Poté se mletá káva smíchá s horkou vodou a vytvoří se kávový koncentrát, který se vysuší ve vakuu a následně rychle zmrazí. Tento nejmodernější způsob přípravy se nazývá lyofilizace, při které se získává velmi kvalitní instantní káva. Ze tří kilogramů pražené kávy je možné vyrobit okolo jednoho kilogramu instantní kávy. Aroma a chuť se ovšem nedá srovnávat s čerstvě umletou kávou, ale za poslední dobu kvalita značně stoupla. (Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Dufek 2000, Normanová 2004, Žáček 1977)

### 3.4 Příprava kávy

Je velice důležité, aby vzniklý nápoj vynikal lahodností, a aby byly využity aromatické látky v kávě obsažené, čehož lze dosáhnout pouze správnou přípravou. Postup i úprava kávy jsou ovlivněny místními zvyklostmi a podnebím. Káva se proto připravuje různými způsoby a v různých přístrojích:

- spařením - zrnková káva jemně umletá se spaří horkou vodou v kávové konvici či přímo v šálku;
- překapáním - jemně mletá káva se spařuje ve filtru, přičemž zkapalněná pára protéká přes filtr do konvice či termosky;
- ve vakuovém přístroji - ve speciálním přístroji se káva krátkodobě spaří horkou vodou využitím vzniklého přetlaku, nápoj se současně scedí;
- v perkolátoru - v přístroji se káva vyluhuje proudící horkou vodou;
- v espresso přístroji - ve speciálním přístroji se vroucí voda vysokým přetlakem páry protlačí přes mletou kávu. (Mottl 1999, Žáček 1977)

Každý národ je zvyklý na odlišný způsob přípravy kávy. Existuje široká škála přísad, které se mohou do kávy přidat, např. kakao, smetana, šlehačka, různé druhy koření - skořice, hřebíček, anýz, badyán, bílý pepř apod. V některých státech si kávu vylepšují přídatkem různých likérů a lihovin. Vybrané přísady však musí být v takovém množství, aby byl zachován charakter kávy, tedy práškovité přísady na špičku nože, tekuté přísady maximálně v několika lžičkách. Přidání smetany či mléka snižuje drsnost a hořkost kávy. (Štruncová a kol. 2000)

### 3.5 Chemické složení surových kávových zrn

Kávová zrna obsahují až několik set organických látek, které jsou jen částečně známé a až na malé výjimky nejsou řádně prozkoumány a popsány. (Augustín 2003, Pössl 2010)

Chemické složení surové neboli zelené kávy je ovlivněno několika faktory, především odrůdou, původem, zpracováním a klimatem. Suchá zelená káva určená k pražení obsahuje v průměru 10 - 15 % bílkovin, 10 - 15 % tuku, 6 - 12 % sacharidů, 0,3 - 2,8 % kofeinu a 9 - 12 % vody. Zbýlá procenta tvoří vláknina, třísloviny, organické kyseliny a další látky. Množství kofeinu značně ovlivňuje botanický druh, ze kterého kávová zrna pochází. Arabika obsahuje průměrně 1,2 % kofeinu v sušině, robusta 2,2 % a arabusta 1,7 %. (Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Kadlec 2002, Kadlec, Melzoch a Voldřich 2012, Pospíšil a Hrachová 1989)

### 3.6 Chemické složení pražených kávových zrn

Složení pražených kávových zrn závisí na botanickém druhu a především na technologii zpracování, respektive na míře pražení. (Augustín 2003, Belitz, Grosch a Schieberle 2009)

Tab. 3 Složení středně pražených kávových zrn (v % sušiny)

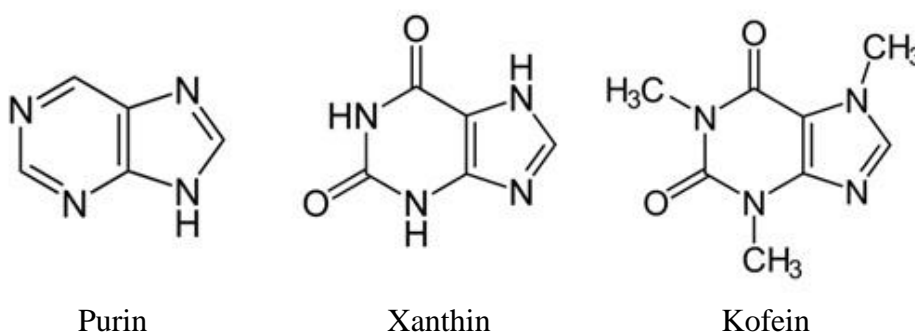
(Zdroj: Belitz, Grosch a Schieberle 2009)

Přítomná látka	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea robusta</i>
Kofein	1,3	2,4
Lipidy	17,0	11,0
Bílkoviny	10,0	10,0
Sacharidy	38,0	41,5
Trigonelin, niacin	1,0	0,7
Alifatické kyseliny	2,4	2,5
Chlorogenová kyselina	2,7	3,1
Prchavé sloučeniny	0,1	0,1
Minerální látky	4,5	4,7
Melanoidy	23,0	23,0



### 3.6.1 Kofein, theofylin a theobromin

Kofein neboli 1,3,7-trimethylxanthin je nejznámější přírodní alkaloid odvozený od purinu, respektive od xanthinu, což je produkt jeho oxidace. Jedná se o dusíkatou heterocyklickou sloučeninu, kterou roku 1820 objevil vřatislavský chemik Friedlieb Ferdinand Runge, který zároveň zjistil jeho vliv na lidský organismus. Čistý kofein je nahořklý jemný bílý prášek nebo může mít podobu lesklých jehliček. Jeho hořkost působí na lidské chuťové buňky a vytváří celkovou chuť kávy. (Brady 2013, Krejčí 2000, Strunecká a Patočka 2012, Velíšek 2002)



Obr. 5 Purin, xanthin a kofein

(Zdroj: <http://commons.wikimedia.org>)

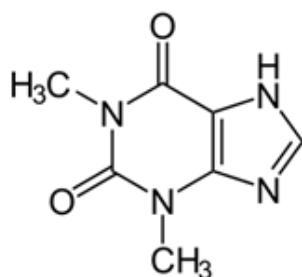
Kromě semen kávovníků se kofein vyskytuje i v listech, květech a větvičkách, kde může působit jako přirozený pesticid. Kromě kávy se nachází ve více než šedesáti rostlinných produktech, například v čajových lístcích, kakaových bobech, guaraně, kolových semenech a spoustě dalších. Vzhledem k jeho účinkům je nejvýznamnější látkou obsaženou v kávě. Stimuluje nervovou soustavu, zvyšuje pracovní schopnost svalů, je silným diuretikem a zesiluje srdeční činnost. Vstřebávání kofeinu probíhá v tenkém střevě a je rovnoměrně rozváděn po celém těle. Nejvyšší koncentrace kofeinu v těle je asi po 30 až 60 minutách konzumace, následně se metabolizuje v játrech na 25 různých látek, které jsou vyloučeny močí. (Augustín 2003, Brady 2013, Krejčí 2000, Senov 1954, Strunecká a Patočka 2012, Szűčová 2011, Štruncová a kol. 2000)

Množství kofeinu v kávě není vždy stejné, závisí na způsobu přípravy a množství použité kávy. (Pössl 2010, Velíšek 2002)

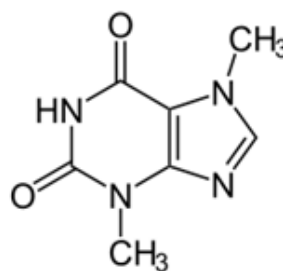
Tab. 4 Průměrná množství kofeinu v šálku kávy  
(Augustín 2003)

100 ml nápoje	mg kofeinu
Překapávaná káva	115 - 175
Espresso	100
Turecká káva	80 - 135
Instantní káva	60 - 100

Kromě něj jsou v kávových zrnech přítomny i příbuzné alkaloidy theofylin (1,3-dimethylxanthin) a theobromin (3,7-dimethylxanthin), které jsou ovšem zastoupeny v mnohem menším množství než kofein (jejich množství v kávě se většinou pohybuje v tisícinách procenta). Tyto látky spadají do rozsáhlé skupiny dusíkatých látek z rostlinné říše a chemicky jsou to deriváty xanthinu. Vyznačují se mírně nahořklou chutí, kterou vytváří typickou chuť kávy. Kofein a theofylin mají výrazné stimulační účinky nervové soustavy a povzbuzující účinky srdeční činnosti. Theobromin se řadí mezi diuretika, což způsobuje, že je káva výrazně močopudná a odvodňuje organismus. (Augustín 2003, Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Kadlec, Melzoch a Voldřich 2012, Krejčí 2000, Pössl 2010, Velíšek 2002)



Theofylin



Theobromin

Obr. 6 Theofylin a theobromin

(Zdroj: <http://commons.wikimedia.org>)

### 3.6.2 Lipidy

Obsah tuků závisí na druhu kávovníku, vyšší obsah vykazuje *Coffea arabica*, nižší *Coffea robusta*. Tuková část kávového zrna je velmi stabilní a proto se během pražicího procesu výrazně nemění. Kávový olej je z většiny tvořen triglyceridy kyselin linoleové a palmitové. Kafestol a kahweol zastupují v kávě skupinu diterpenů, přičemž 16-*O*-methylkafestol je vhodný ukazatel pro detekci míchaných kávových směsí, jelikož se nachází pouze v *Coffea robusta*. (Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Krejčí 2000)

### 3.6.3 Sacharidy

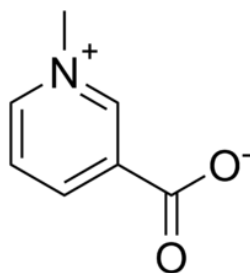
Většina sacharidů přítomných v kávových zrnech jsou nerozpustné (například celuloza a polysacharidy tvořené manosou, galaktosou, arabinosou) a v průběhu pražicího procesu jsou tyto sacharidy rozloženy na menší, rozpustné části. Monosacharidy se v kávě téměř nevyskytují. (Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Krejčí 2000)

### 3.6.4 Bílkoviny

Během pražení bílkoviny podléhají velkým změnám, zvláště pokud jsou v přítomnosti sacharidů, se kterými reagují v hnědnoucích reakcích. V pražené kávě je tedy jiné zastoupení aminokyselin než v kávě zelené. Obsah reaktivních aminokyselin (arginin, kyselina aspartová, cystein, histidin, lysin, serin, threonin a methionin) se během pražení snižuje, přičemž obsah stabilních aminokyselin (alanin, kyselina glutamová a leucin) se zvyšuje. (Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Krejčí 2000)

### 3.6.5 Trigonelin, niacin

Trigonelin je méně známý, hořký alkaloid, obsažený v kávových zrnech. Tento alkaloid hůře snáší vysoké teploty na rozdíl od kofeinu, proto je v průběhu pražení z více než 50 % degradován. Rozkládá se na kyselinu nikotinovou, pyridin, 3-methylpyridin, methylester kyseliny nikotinové a další látky. (Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Coffechemistry.com 2015)



Obr. 7 Trigonelin

(Zdroj: <http://commons.wikimedia.org>)

Kyselina nikotinová známá také jako niacin (vitamin B<sub>3</sub>) se v kávových zrnech vyskytuje ve stopovém množství. Vzniká v průběhu pražení, a jak ukázaly laboratorní experimenty, tvorba niacinu není závislá na době pražení, ale na teplotě. Jeden šálek kávy obsahuje od 0,2 až 0,8 miligramů této kyseliny. (Augustín 2003, Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Coffechemistry.com 2015)

### 3.6.6 Kyseliny

Z tékavých kyselin převažuje kyselina mravenčí a octová, z netékavých jsou to kyselina mléčná, vinná, pyrohroznová a citrónová. Menší část tvoří vyšší mastné kyseliny a kyselina malonová, jantarová, glutarová a jablečná. (Augustín 2003, Belitz, Grosch a Schieberle 2009)

Nejvíce obsaženou kyselinou v kávě je kyselina chlorogenová, která bude podrobněji rozebrána v kapitole 3.8.1.1. V zelené kávě tvoří tato kyselina 7 - 10 % sušiny a v průběhu pražení přibližně z 30 - 70 % degraduje za vzniku fenolů a jiných sloučenin. (Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Velišek 2002)

Tab. 5 Obsah kyseliny chlorogenové v závislosti na míře pražení kávových zrn (v % sušiny)

(Zdroj: Belitz, Grosch a Schieberle 2009)

Míra pražení	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea robusta</i>
Nepražené	6,9	8,8
Světlé	2,7	3,5
Střední	2,2	2,1
Tmavé	0,2	0,2

### 3.6.7 Minerální látky

Mezi nejhojněji zastoupené minerály v kávě patří draslík (1,1 %), který tvoří 40 % všech minerálních látek. Následuje vápník (0,2 %) a hořčík (0,2 %). Ostatní minerální látky jsou zastoupeny v malém množství. (Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Krejčí 2000)

Tab. 6 Obsah minerálních látek v pražené kávě

(Zdroj: Velíšek 2002)

Prvek	mg.kg <sup>-1</sup>	Prvek	mg.kg <sup>-1</sup>
Na	740	Fe	41
K	20 200	Mn	15
Cl	240	Zn	6,1 - 8,0
Mg	2 400	Cu	8,2
Ca	1 300	Ni	0,6 - 1,0
P	1 600	Mo	< 0,2
S	1 100	Cr	0,01 - 0,05

### 3.6.8 Melanoidy

Melanoidy vznikají pražením kávy, tedy Maillardovými reakcemi, nebo při karamelizaci sacharidů a dodávají kávě typickou barvu. Jejich struktury však nebyly doposud objasněny. Melanoidům společně s polyfenoly jsou připisovány antioxidační účinky. (Belitz, Grosch a Schieberle 2009, Coffechemistry.com 2015, Krejčí 2000)

## **3.7 Přehled biologicky účinných látek**

### **3.7.1 Biologicky účinné látky**

Biologicky účinné látky jsou látky, které nemají výživovou hodnotu, avšak mají účinek na lidský organismus, který může být pozitivní nebo negativní. Tyto látky jsou produkovány všemi druhy organismů a označují se jako sekundární metabolity. Nejvíce jich produkují rostliny a houby (asi 80 %), v menším množství i živočichové. (Frank 2010, Guaadaoui a kol. 2014, Macholán 1998)

V současné době je zaznamenán nárůst zájmu o biologicky účinné látky rostlinného původu, jelikož jejich příjem je spojován s možností snížení výskytu závažných onemocnění, jako jsou kardiovaskulární choroby a rakovina, dále působí proti průjmu a urychlují hojení ran. Tyto látky se řadí mezi účinné antioxidanty a analgetika, působí rovněž antimikrobiálně. (Chen a kol. 2011, Slanina a Táborská 2004)

V současné době je známo více než milion těchto přírodních látek. Poněvadž účinnou látku obsaženou v přírodním produktu je obtížné, někdy až nemožné, připravit v laboratorních podmínkách, jsou biologicky aktivní látky stále častěji předmětem zkoumání. Dosud bylo popsáno tisíce biologicky účinných látek rostlin, které jsou velkým přínosem pro farmaceutický průmysl, protože mohou být účinnou alternativou k obchodním lékům a navíc vykazují menší nežádoucí účinky. Světová zdravotnická organizace WHO (World Health Organization) uvádí, že existuje téměř 200 000 léčivých rostlin v 91 zemích světa obsahujících biologicky aktivní látky. (Chen a kol. 2011, Solecka a kol. 2012)

Využití biologicky účinných látek je velmi rozmanité, kromě výše zmíněného farmaceutického průmyslu, najdou uplatnění například v zemědělství při výrobě pesticidů, či jako stimulátory růstu. (Černý a kol. 2011)

### **3.7.2 Biologicky účinné látky jako sekundární metabolity**

Primární metabolismus je v hlavních rysech společný pro všechny organismy (např. glykolýza, pentózový cyklus), kromě toho však existují ještě speciální látkové přeměny, které probíhají pouze v určitých biologických druzích nebo ve speciálních tkáních, či buňkách. Jedná se o sekundární metabolismus a jeho produkty se nazývají

sekundární metabolity. Tyto produkty, na rozdíl od primárních metabolitů, nemají výraznou funkci v metabolismu producenta. (Macholán 1998, Vodrážka 1992)

Sekundární metabolity se navzájem liší svou chemickou strukturou, jsou řazeny do jednotlivých chemických tříd a člení se do 12 skupin. (Macholán 1998)

Tab. 7 Základní skupiny sekundárních metabolitů

(Zdroj: Macholán 1998)

Skupina	Charakteristika	Členění	Producenti
Neproproteinogenní aminokyseliny a betainy	Nejsou vázány v bílkovinách, deriváty běžných aminokyselin, metabolické meziprodukty.	Dikarboxylové aminokyseliny a jejich amidy	Rostliny, mikroorganismy, houby
		Diaminokyseliny	Bakterie, houby
		Opiny	Mikroorganismy, bezobratlí
		Lathyrogeny	Rostliny
		Cyklické aminokyseliny	Rostliny
		Aromatické a heterocyklické aminokyseliny	Rostliny, bakterie, houby
		Alicyklické aminokyseliny	Rostliny
		Sírné aminokyseliny	Rostliny, obratlovci
		Betainy	Rostliny, houby
Biogenní aminy	Vznik dekarboxylací aminokyselin.	Mono-, di- a polyaminy	Rostliny, živočichové
		Protoalkaloidy	Rostliny, houby
		Aminoxidázy	Rostliny, živočichové, organismy
Biologicky aktivní peptidy	Produkovány žaludkem, dvanácterníkem, mozkem, srdcem, ledvinami.	Peptidy nervové tkáně	Živočichové
		Tachykininy	Živočichové
		Peptidové toxiny	Živočichové, rostliny, houby

		Peptidová antibiotika	Mikroorganismy, houby
Alkaloidy	Nejpočetnější skupina (okolo 10 000), vznik z aminokyselin alkaloidogenními reakcemi (dekarboxylace, oxidace, kondenzace, atd.).	Alkaloidy odvozené od ornithinu	Nejvíce zelené rostliny, v menším množství nižší houby a obojživelníci
		Alkaloidy odvozené od lysinu	
		Alkaloidy odvozené od kyseliny nikotinové	
		Alkaloidy odvozené od tyrosinu	
		Alkaloidy odvozené od tryptofanu	
		Alkaloidy odvozené od kyseliny anthranilové	
		Alkaloidy odvozené od dalších prekursorů	
Glykosidy	Štěpí se na sacharidy (cukerná složka) a aglykon (necukerná složka).	Glykosidy alkoholů	Rostliny, lišejníky
		Glykosidy kyanhydrinů	Rostliny
		Thioglykosidy	Rostliny
		Fenolické a kumarinové glykosidy	Rostliny
		Glykosidy s různými aglykony	Rostliny
Přírodní barviva	Největší skupinou jsou flavonoidy.	Flavonoidy	Rostliny
		Xanthony	Rostliny
		Anthokyany	Rostliny
		Katechiny	Rostliny
		Naftochinonová barviva	Rostliny
		Anthrachinonová barviva	Rostliny, bezobratlí
		Betalainy	Rostliny, houby
		Indigoidní barviva	Rostliny, bezobratlí
		Pigmenty hmyzu	Členovci
		Karotenoidní barviva	Rostliny, bezobratlí, obratlovci



Terpenoidy	Vznik z kyseliny octové přes kyselinu mevalonovou a isopentenyldifosfát, následnou lineární kondenzací vznik řetězců s odvětveným methylem jako základ mono- (10 C), seskvi- (15 C) a diterpenů (20 C). Spojením dvojice posledních dvou difosfátů- základ pro tri- (30 C) a tetraterpeny (40 C).	Karotenoidy	Rostliny, bezobratlí, obratlovci
		Monoterpeny	Rostliny
		Seskviterpeny	Rostliny
		Diterpeny	Rostliny
		Triterpeny	Rostliny
		Terpenické alkaloidy	Rostliny
		Polyterpeny	Rostliny
Steroidy	Stavbou patří mezi triterpeny, ale často jsou uváděny jako samostatná skupina.	Fytosteroly	Rostliny, houby
		Steroidní kardiaka	Rostliny, obratlovci
		Steroidní saponiny	Rostliny
		Steroidní alkaloidy	Rostliny
Metabolity šikimátové dráhy	Biosyntéza aromatického jádra přes kyselinu šikimátovou, přičemž často vzniká velké množství metabolitů.	Kyselina chinová, šikimová, gallová, tanin	Rostliny
Metabolity metabolických sítí	Metabolická síť - základní skelet je modifikován pomocí specifických enzymů do konečné podoby často velmi početných metabolitů.	Kumariny (vznik z <i>o</i> -hydroxyskořicových kyseliny, okolo 800 druhů), umbelliferon, dafnetin, koniferin	Rostliny
Polyketidy	Struktura odvozená lineární kondenzací kyseliny octové, nebo propionové za vzniku	Antibiotika, antrachinony	Bakterie, rostliny, houby, lišejníky

	poly- $\beta$ -ketonického řetězce. Kombinace šikimátové a polyketidové dráhy - výstavba fenylochromonových glykosidů (rostliny).		
Polyacetyleny	Uhlíkatý řetězec obsahuje trojné vazby kombinované s dvojnými vazbami i heterocykly. Vznik z malonyl-KoA.	Wyeron, fytoalexin	Rostliny

Dosud bylo popsáno více než milion sekundárních metabolitů, z nichž 500 000 - 600 000 jsou produkty rostlin (obvykle alkaloidy, flavonoidy, terpenoidy, steroidy, sacharidy a podobně) a asi 50 000 jsou produkty mikroorganismů. Biologicky aktivní účinky vykazuje okolo 200 000 - 250 000, z čehož 22 500 jsou produkty mikroorganismů (8 600 produkty hub a 3 800 produkty jednobuněčných bakterií). Sekundární metabolity produkované živočichy se vyskytují jen zřídka. (Macholán 1998, Solecka a kol. 2012)

### 3.7.2.1 Sekundární metabolity rostlin

Rostlinné sekundární metabolity tvoří velkou skupinu přirozeně se vyskytujících látek produkovaných rostlinami, které vykazují různé biologické funkce a vznikají při různých biochemických pochodech. Díky jejich biologické aktivitě jsou po staletí používány v tradiční medicíně a i současná medicína se začíná vracet k přírodním rostlinným produktům, které jsou lehce dostupným zdrojem účinných látek. (Bourgaud a kol. 2001, Rao a kol. 2002)

Každá rostlina produkuje atraktanty, tzv. vábívé látky (chuťové, vonné a barevné), odpuzující, toxické, obranné nebo útočné látky. Tyto produkty se označují jako sekundární metabolity rostlin. Hrají důležitou roli např. v lákání opylovačů, ochraně rostlin před škůdci, mrazem, infekcemi či mechanickým poškozením. (Frank 2010, Harmatha 2005, Vodrážka 1992)

### **3.7.2.2 Sekundární metabolity mikroorganismů**

Velké množství sekundárních metabolitů produkovaných mikroorganismy působí proti bakteriím, houbám, virům, nádorovým účinkům, ale také se mohou podílet na snížení enzymové aktivity, či zhoršení imunitního systému. Tyto vlastnosti mikroorganismy využívají jako obranu proti jiným organismům. Větší pozornost léčebným vlastnostem mikroorganismů byla věnována až po objevení penicilinu. (Horvat a kol. 2012, Parry a kol. 2011, Solecka a kol. 2012)

### **3.7.2.3 Sekundární metabolity živočichů**

Podobně jako u mikroorganismů, živočišné sekundární metabolity zastávají obrannou funkci před nepřáteli. Například obecný postup u obrany hmyzu je založen na tvorbě chemických látek. Mravenci produkují ostře páchnoucí tekutinu o vysokém obsahu kyseliny mravenčí, která má insekticidní účinky. Housenky otakárků při podráždění vysouvají vidlicovitý oranžový výrůstek, který mají za hlavou a vylučují jim ostře páchnoucí sekret. Ploštice tvoří sekret, který obsahuje nenasycené aldehydy, které nepříjemně páchnou a působí jako kontaktní nervové jedy. Kromě obranných látek hmyz produkuje látky komunikační, jako jsou sexuální, značkovací, agregační nebo poplašné feromony. (Faulkner a kol. 1985, Macholán 1998)

### **3.7.3 Biologicky účinné látky jako léčiva**

Předpokládá se, že účinek rostlinných léčiv mohou znát i některé zvířecí druhy. Afričtí primáti při onemocněních, která mohou být například způsobena střevními parazity, přijímají potravu s nižší nutriční hodnotou, ale také s léčivými vlastnostmi. (Potterat a Hamburger 2008)

Člověk už od pradávna používal na zmírnění příznaků a léčbu různých druhů onemocnění rostliny a rostlinné extrakty, které byly účinné proti parazitickým a bakteriálním infekcím. Na těchto empirických znalostech byl založen tradiční medicínský systém. Zájem o tradiční medicínu a látky využívané v léčitelství ve vyspělých a rozvojových zemích výrazně roste. Podle světové zdravotnické organizace (WHO) až 80 % světové populace v současné době pořád spoléhá na tradiční medicínu. (Gives a kol. 2012, Han a kol. 2010, Chen a kol. 2011, Potterat a Hamburger 2008)

První alchymistickou myšlenku o tom, že léčivé rostliny obsahují aktivní složky a závislost aktivity a toxicity léčiva předložil Paracelsus (1493 – 1541). V roce 1805 německý farmaceutik Sertürner izoloval morfin z opiového mléka, do této doby sahá původ farmaceutického přírodního produktu. Dále byla objevena řada dalších aktivních složek rostlin (emetin - 1817, atropin - 1819, chinin - 1820, kofein - 1820, digitoxin - 1841). (Potterat a Hamburger 2008)

Rozvoj farmaceutického průmyslu a produkce léčiv byly umožněny objevem nových rostlinných alkaloidů na přelomu 19. a 20. Století. Bylo objeveno první lokální anestetikum, hojně využívané v porodnictví, které obsahovalo účinnou látku kokain. Díky látce tubokurarin, která působí jako uvolňovač svalů, byly možné chirurgické zákroky. Jako první látka užívaná k léčbě vysokého tlaku byla látka zvaná reserpin. Dále byly objeveny látky kyselina salicylová či artemisinin. Koncem 19. století byla již detailně prostudována chemická struktura látek a zjistilo se, že některé chemické modifikace mohou zlepšit vlastnosti a biologické účinky dané látky. Nové poznatky vedly ke vzniku prvních derivátů přírodních látek. První komerčně dostupná léčiva byla diacetylmorfin, objeven roku 1898 a acetylsalicylová kyselina objevena o rok později, tedy roku 1899. Přírodní látky jsou chemicky velice rozmanité, a proto jsou nepostradatelné pro objev nových léčiv a obrovským přínosem pro farmaceutický průmysl. (Chen a kol. 2011, Potterat a Hamburger 2008, Solecka a kol. 2012)

Některé sekundární metabolity rostlin jako jsou například alkaloidy, terpeny, saponiny, laktony, glykosidy či fenoly však mohou mít negativní dopad na zdraví (snížená chuť k jídlu, podvýživa, neurologické poruchy, v extrémních případech až smrt). Při používání nových biologicky aktivních sloučenin v medicíně je proto nutné provádět klinické testy, které ověří jejich účinek, efektivitu a bezpečnost. Mimo jiné tyto testy vyhodnotí i vedlejší účinky při krátkodobém i dlouhodobém užívání, aby byla zajištěna ochrana zdraví eventuelních pacientů. (Athanasiadou a kol. 2007, Behnke a kol. 2008, Chen a kol. 2011)

### 3.8 Polyfenoly

Polyfenolové sloučeniny jsou jedna z nejpočetnějších a nejvíce zastoupených skupin sekundárních metabolitů téměř všech vyšších rostlin. Jedná se o látky, které mají více než jednu fenolovou jednotku (hydroxylovou skupinu) vázanou přímo na aromatických jádrech (někdy jen na jednom jádře). Tyto sloučeniny tvoří bohatou a chemicky pestrou skupinu rostlinných antioxidantů, převádějí tedy volné radikály na nereaktivní, či méně reaktivní a tím zvyšují obranu organismu. Jsou také využitelné v lidském organismu jako prevence nemocí spojených s oxidačním stresem (kardiovaskulární, nádorové a neurodegenerativní nemoci). Množství polyfenolů v rostlinných potravinách je ovlivněno několika faktory. Největší vliv má genetika, ale také stupeň zralosti, zpracování a skladování. (Harmatha 2005, Kalač 2003, Kolouchová 2005, Lugasi a kol. 2003, Manach a kol. 2004, Slanina a Táborská 2004, Velíšek a Cejpek 2008)

Dodnes je známo přes 8 000 fenolických látek v rostlinách s rozmanitými strukturami, které jsou rozděleny do různých kategorií podle jejich základní chemické struktury. (Harmatha 2005, Púszzerová 2010, Rawell a kol. 2007)

*Tab. 8 Klasifikace rostlinných fenolických látek podle počtu uhlíku  
(Zdroj: Harmatha 2005, Vermerris a Nicholson 2008)*

Složení	Počet uhlíku	Typy fenolických látek	Příklady
C <sub>6</sub>	6	Jednoduché fenoly, benzochinony	Katechol, hydrochinon
C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	7	Fenolické kyseliny/aldehydy	Kyselina salicylová
C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub>	8	Acetofenony, benzofurany	Isobenzofuranon
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	9	Fenylpropanoidy, benzopyrany (kumariny)	Chromen
C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	10	Naftochinony	Juglon, plumbagin
C <sub>6</sub> -C <sub>5</sub>	11	Ageratochromeny (prekoceny)	Prekocen I, II
(C <sub>6</sub> ) <sub>2</sub>	12	Dibenzofurany, dibenzochinony, bifenyly	Difenyleter, PCB
C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub>	13	Dibenzopyrany, benzofenony, xantony	Difenylnmetan, fluoren

$C_6-C_2-C_6$	14	Stilbeny, antrachinony, fenantreny	Resveratrol, emodin
$C_6-C_3-C_6$	15	Flavonoidy, izoflavony, chalkony, auroony	Kvercetin, genistein
$C_6-C_4-C_6$	16	Norlignany (dibenzylbutadieny)	Hinokiresinol
$C_6-C_5-C_6$	17	Norlignany (conioidy)	Sugiresinol
$(C_6-C_3)_2$	18	Lignany, neolignany	
$(C_6-C_3-C_6)_2$	30	Biflavonoidy	Amentoflavon
$(C_6-C_3-C_6)_n$	n	Kondenzované taniny (flavolany)	Gallotaniny, ellagitaniny
$(C_6-C_3)_n$	n	Ligniny	
$(C_6)_n$	n	Katecholmelaniny	Rostlinné pigmenty

Fenoly obecně jsou důležitou složkou kávy, podílí se na hořkosti trpkosti a celkové chuti. Pražená káva obsahuje více než 800 těkavých látek, z nichž bylo pouze 42 identifikováno jako fenoly. Jejich množství se odvíjí od času a teploty pražení. Hlavním zdrojem přírodních polyfenolů, kromě kávy, jsou různé druhy ovoce, zeleniny, ořechy, byliny, sója, obilniny, olivový olej, kakao, zelený čaj, pivo, červené víno a mnohé další. Polyfenolické látky rostlin jsou v lidské stravě nejrozšířenější sloučeniny s redukčními účinky. Příjem těchto látek byl odhadnut na 1 gram za den, což je výrazně vyšší množství než příjem antioxidantních vitamínů (tokoferoly, karoteny, askorbová kyselina). (Blažej a Šutý 1973, Shadidi a Naczka 2003, Púzserová 2010, Slanina a Táborská 2004)

Polyfenolické sloučeniny se rozdělují do 4 základních skupin, které se pak dále dělí na další třídy:

- fenolové kyseliny- deriváty kyseliny benzoové, deriváty kyseliny skořicové;
- flavonoidy- flavonoly, flavony, isoflavony, flavanony, anthokyanidiny, flavanoly;
- lignany;
- stilbeny. (Manach a kol. 2004, Süli a kol. 2014)

Z 8 000 zmíněných polyfenolických struktur, tvoří asi dvě třetiny skupina flavonoidů, mezi které patří například flavony, isoflavony, flavany a anthokyanidiny. Fenolové kyseliny tvoří přibližně jednu třetinu, lignany a stilbeny představují menšinový podíl. (Blažej a Šutý 1973, Kolouchová 2005, Vermerris a Nicholson 2008)

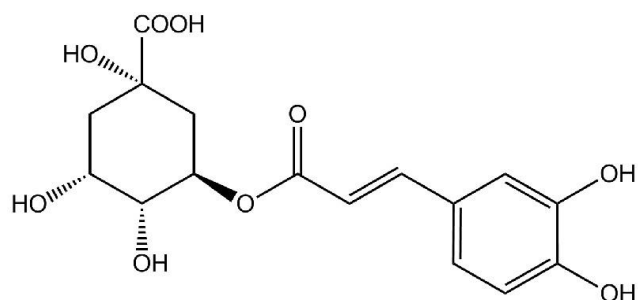
### **3.8.1 Fenolové kyseliny**

Fenolové kyseliny jsou tvořeny pouze jedním aromatickým kruhem a představují tak základní skupinu polyfenolů. V rostlinách se nejčastěji nachází ve formě esterů, které se váží karboxylem na hydroxyl sacharidů nebo organických kyselin. Tyto kyseliny je možné rozdělit na dvě skupiny: deriváty kyseliny hydroxybenzoové (kyselinagallová, ellagová, protokatechová) a deriváty kyseliny hydroxyskořicové (kyselina kávová, chlorogenová, ferulová). (Al Moosawi 2010, Harmatha 2005, Ondrejovič a kol. 2009, Slanina a Táborská 2004)

Fenolové kyseliny, jsou obsaženy v široké škále potravin. Deriváty kyseliny hydroxybenzoové se obecně vyskytují jen v malém množství a to v červeném ovoci, černé ředkvi a cibuli. Kyselina ellagová je navíc obsažena v čajových lístcích. Deriváty hydroxyskořicové kyseliny se v potravinách nacházejí častěji, jsou součástí vnějších vrstev zralého ovoce. Nejběžnější je kyselina kávová a její ester kyselina chlorogenová. Kávová kyselina, ať už volná nebo esterifikovaná, je nejhojnější fenolickou kyselinou a tvoří 75 % až 100 % z celkového obsahu hydroxyskořicových kyselin ve většině ovoce. Ferulová kyselina je značně obsažena ve vnějších vrstvách obilných zrn. (Manach a kol. 2004)

#### **3.8.1.1 Kyselina chlorogenová**

Jak již bylo zmíněno, z fenolických kyselin v kávě převažuje kyselina chlorogenová. Kyselina chlorogenová představuje obecný název pro všechny přírodní estery chinové kyseliny se skořicovými kyselinami, jako jsou kyselina kávová, ferulová nebo *p*-kumarová, které jsou přítomné v zelené i pražené kávě. (Belitz, Velíšek 2002, Velíšek a Cejpek 2008)



Obr. 8 Chlorogenová kyselina

(Zdroj: <http://phyproof.phytolab.de>)

Hlavní skupiny chlorogenové kyseliny v zelených kávových zrnech jsou: kafeoylchinová (CQA), dikafeoylchinová (diCQA), feruoylchinová (FQA), *p*-kumaroylchinová (CoQA) a kafeoylferuoylchinová kyselina (CFQA). Tabulka č. 8 naznačuje změny množství chlorogenové kyseliny kávových zrn v průběhu pražení, které bylo prováděno při 205 °C. (Shadidi a Nacz 2003, Velíšek a Cejpek 2008)

Tab. 9 Vliv pražení na obsah chlorogenové kyseliny v kávovém zrne (g/kg sušiny)

(Zdroj: Shadidi a Nacz 2003)

Káva	Množství chlorogenové kyseliny	Zelená káva	Způsoby pražení			
			Světlé	Střední	Tmavé	Velmi tmavé
<i>Coffea arabica</i>	CQA	57,61	23,78	19,84	7,10	2,22
	5-FQA	2,49	0,86	0,84	0,30	0,08
	diCQA	8,67	2,24	1,53	0,31	0,12
	Celkově	68,77	26,88	22,21	7,71	2,42
<i>Coffea robusta</i>	CQA	68,23	30,20	17,82	5,17	1,41
	5-FQA	6,04	2,39	1,50	0,46	0,11
	diCQA	13,77	2,85	1,42	0,52	0,24
	Celkově	88,04	35,44	20,74	6,15	1,76

Vysvětlivky: CQA = kafeoylchinová kyselina

5-FQA = 5-feruoylchinová kyselina

diCQA = dikafeoylchinová kyselina



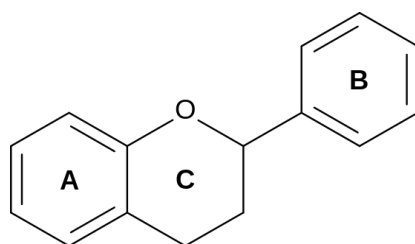
Na chlorogenovou kyselinu se váží purinové alkaloidy, tedy také kofein, což je nejvýznamnější alkaloid obsažený v kávě. Množství chlorogenové kyseliny v kávě je tedy úzce spjato s množstvím kofeinu. V průběhu pražení, kdy dochází ke snižování obsahu chlorogenové kyseliny, automaticky klesá i obsah kofeinu. (Coffeechemistry.com 2015)

Ze všech druhů rostlin mají největší koncentraci této kyseliny právě plody kávovníku a pro mnoho spotřebitelů je proto káva hlavním potravinovým zdrojem kyseliny chlorogenové. *Coffea arabica* obsahuje 6 - 7 % a *Coffea robusta* může obsahovat až 10 % kyseliny chlorogenové v surovém zrně. Rostlina kyselinu chlorogenovou produkuje na základě různých podnětů, například při změně podmínek prostředí, stresu či napadení škůdci. Proto *Coffea robusta*, která se pěstuje v mnohem drsnějších podmínkách než *Coffea arabica*, obsahuje téměř dvojnásobné množství této kyseliny. Šálek kávy o objemu 200 ml obsahuje 50 – 350 mg kyseliny chlorogenové. (Clifford 1999, Coffeechemistry.com 2015, Manach a kol. 2004)

Kyselina chlorogenová je důležitou složkou při tvorbě typické chuti pražené kávy (přispívá k její hořkosti), která vzniká v procesu pražení. Navíc tato kyselina vykazuje řadu zdraví prospěšných účinků, jak jsou antioxidační, antivirové, hypoglykemické a mnohé další. (Velíšek a Cejpek 2008)

### 3.8.2 Flavonoidy

Flavonoidy tvoří nejpočetnější a nejvýznamnější samostatnou skupinu rostlinných polyfenolů. Ve své molekule obsahují dvě aromatické jádra (A a B), která jsou spojena tříuhlíkatým řetězcem. Jedná se o uspořádání C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, přičemž u většiny těchto látek je uhlíkatý řetězec C<sub>3</sub> součástí pyranového (kyslíkatého) heterocyklu (C). Struktura flavonoidů je tedy odvozena od kyslíkaté heterocyklické sloučeniny 2H-chromenu, která má v poloze C-2 substituovanou fenylovou skupinu a tato látka se nazývá flavan. (Al Moosawi 2010, Grotewold 2006, Velíšek 2002)



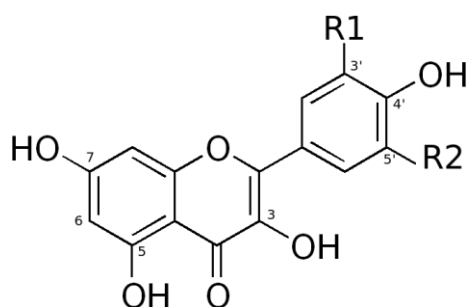
Obr. 9 Chemická struktura flavonoidů  
(Zdroj: <http://commons.wikimedia.org>)

Dodnes je známo přes 6 400 flavonoidních látek rostlin a stále se nachází nové sloučeniny v různých rostlinných zdrojích. V potravinách jsou flavonoidy z větší části vázané na různé cukry ve formě glykosidů, jen v malé míře jsou přítomny jako volné. Flavonoidy se řadí do skupiny sekundárních metabolitů rostlin s antioxidačními a antikarcinogenními účinky. Dále se působí jako prevence srdečně cévních chorob a pro zpomalení pochodu stárnutí mozku. Tyto látky mají antioxidační účinky dvou typů, reagují s volnými radikály a také váží rizikové kovy do neúčinných komplexů. (Kalač 2003, Ondrejovič a kol. 2009, Velíšek 2002, Velíšek a Cejpek 2008)

Flavonoidy zahrnují několik skupin, které se liší stupněm oxidace kyslíkového cyklu (kruh C). Základních 6 skupin flavonoidů: flavonoly, flavony, isoflavony, flavanony, anthokyanidiny, flavanoly (katechiny, proanthokyanidiny). (Manach a kol. 2004, Velíšek 2002)

### 3.8.2.1 Flavonoly

Flavonoly tvoří nejrozšířenější skupinu flavonoidů vyskytujících se v potravinách. Jsou to velmi účinné přirozené antioxidanty. Hlavními zástupci jsou kvercetin, kemferol a myricetin, které se vyskytují hlavně jako glykosidy. (Manach a kol. 2004, Velíšek 2002)



Obr. 10 Chemická struktura flavonolů  
(Zdroj: <http://commons.wikimedia.org>)

$R_1=R_2=H$ : Kemferol

$R_1=OH, R_2=H$ : Kvercetin

$R_1=R_2=OH$ : Myricetin

Obvykle jsou přítomny v relativně malém množství (15 - 30 mg/kg surové potraviny). Nejbohatšími zdroji těchto látek jsou cibule, kapusta, pórek, brokolice a borůvky. Obsah flavonolů v červeném víně a čaji se může pohybovat až okolo 45 mg/l. Nachází se ve vnějších obalových vrstvách a jejich biosyntéza je stimulována světlem, a proto existují velké rozdíly v koncentraci flavonolů. Například kousky ovoce ze stejného stromu, dokonce i jednotlivé strany jednoho kusu ovoce mohou mít různý obsah flavonolů v závislosti na působení slunečního záření. (Manach a kol. 2004, Ondrejovič a kol. 2009)

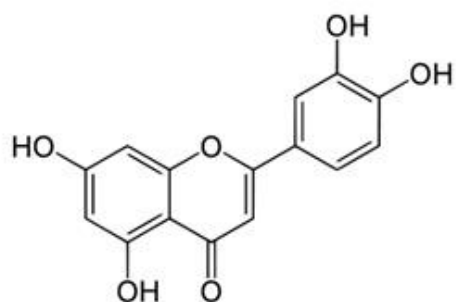
*Tab. 10 Obsah flavonolů (mg/kg surové potraviny; mg/l nápoje)*

*(Zdroj: Manach a kol. 2004)*

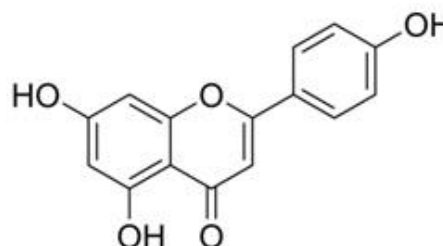
<b>Zdroj</b>	<b>Množství flavonolů</b>
Žlutá cibule	350 - 1200
Kapusta	300 - 600
Pórek	30 - 225
Brokolice	40 - 100
Borůvky	30 - 160
Černý čaj	30 - 45
Zelený čaj	20 - 35
Červené víno	2 - 30

### **3.8.2.2 Flavony**

Spolu s flavonoly jsou nejrozšířenějšími žlutými pigmenty rostlin, avšak výskyt flavonů v ovoci a zelenině je mnohem méně častý než výskyt flavonolů. Tyto sloučeniny jsou tvořeny glykosidy, a to nejčastěji luteolinem a apigeninem. Mezi důležité zdroje flavonů patří petržel, celer a paprika. (Manach a kol. 2004, Velíšek 2002)



Luteolin



Apigenin

*Obr. 11 Luteolin a apigenin*

(Zdroj: <http://commons.wikimedia.org>)

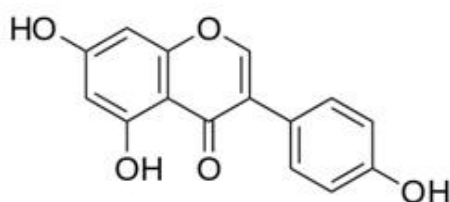
*Tab. 11 Obsah flavonů (mg/kg surové potraviny)*

(Zdroj: Manach a kol. 2004)

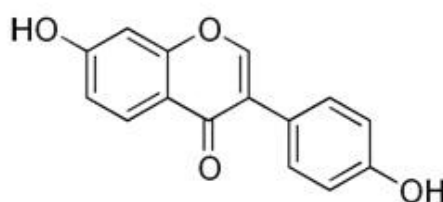
Zdroj	Množství flavonů
Petržel	240 - 1850
Celer	20 - 140
Paprika	5 - 10

### 3.8.2.3 Isoflavony

Tato skupina flavonoidů je strukturou podobná estrogenům, a proto se řadí mezi tzv. fytoestrogeny. Ve vyšších koncentracích se nachází pouze v rostlinách čeledi bobovitých, nejvíce v sóji a v menším množství i v ostatních luštěninách. Obsahuje tři hlavní sloučeniny, a to genistein, daidzein a glycitein. (Manach a kol. 2004, Velíšek 2002)



Genistein



Daidzein

*Obr. 12 Genistein a daidzein*

(Zdroj: <http://commons.wikimedia.org>)

V lidské stravě je tedy hlavním zdrojem isoflavonů sója a z ní zpracované výrobky. Obsah těchto látek v sojových bobech je různý, odvíjí se od geografické oblasti, podmínek pěstování a zpracování. (Manach a kol. 2004)

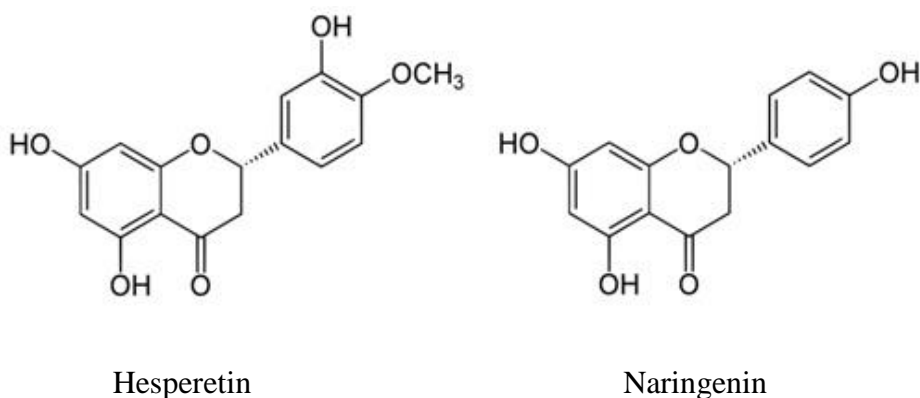
Tab. 12 Obsah isoflavonů (mg/kg surové potraviny; mg/l nápoje)

(Zdroj: Manach a kol. 2004)

Zdroj	Množství isoflavonů
Sójová mouka	800 - 1800
Vařená sója	200 - 900
Tofu	80 - 700
Sójové mléko	30 - 175

### 3.8.2.4 Flavanony

Flavanony jsou v potravinách rozšířeny poměrně málo. Ve vyšších koncentracích jsou obsaženy pouze v citrusových plodech, v menším množství se nachází také v rajčatech a aromatických rostlinách, jako je například máta či lékořice. Podílí se na typické chuti citrusového ovoce. Nejvýznamnějšími aglykony jsou hesperetin (součást glykosidů pomerančů a citronů) a naringenin (hlavní složka glykosidů grapefruitů). (Manach a kol. 2004, Velíšek 2002)



Obr. 13 Hesperetin a naringenin

(Zdroj: <http://commons.wikimedia.org>)

Jelikož největší množství flavanonů se nachází pod slupkou ovoce a v tkáních mezi jednotlivými segmenty, tak celé ovoce může obsahovat až pětkrát větší množství flavanonů, než sklenice citrusové šťávy. (Manach a kol. 2004)

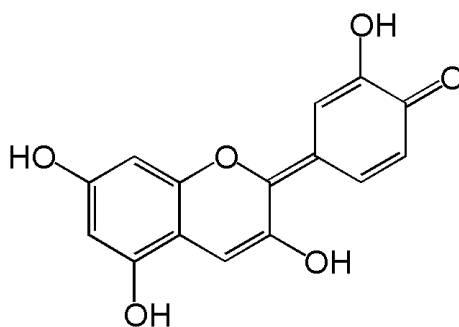
Tab. 13 Obsah flavanonů (mg/l nápoje)

(Zdroj: Manach a kol. 2004)

Zdroj	Množství flavanonů
Pomerančová šťáva	215 - 685
Grapefruitová šťáva	100 - 650
Citronová šťáva	50 - 300

### 3.8.2.5 Anthokyanidiny

Anthokyaniny jsou nejrozšířenější a početně rozsáhlá skupina rostlinných barviv rozpustných ve vodě. Dosud jich bylo identifikováno asi 300 a pokrývají široké spektrum barev od oranžové přes červenou, fialovou až po modrou. Anthokyaniny jsou glykosidy různých aglykonů, které se označují jako anthokyanidiny. V přírodě existuje celkem 15 různých anthokyanidinů, z toho se v potravinách nejčastěji vyskytuje kyanidin, dále také pelargonidin, peonidin, delphinidin, petunidin a malvidin. (Manach a kol. 2004, Velišek 2002)



Obr. 14 Kyanidin

(Zdroj: <http://commons.wikimedia.org>)

Nejhojněji se vyskytují v ovoci, především v modrém hroznovém víně, ale také v některé listové a kořenové zelenině (lilek, zelí, fazole, cibule, ředkvičky). Obsah anthokyanidinů je obecně přímo úměrný intenzitě barvy. U některých druhů ovoce (například černý rybíz) může být obsah těchto látek 2 až 4 gramy v kilogramu čerstvého

ovoce. Množství anthokyanidinů v průběhu dozrávání roste. Největší množství se nachází ve slupkách a u některého ovoce také v dužině (třešně, jahody). (Manach a kol. 2004)

Tab. 14 Obsah anthokyanidinů (mg/kg surové potraviny; mg/l nápoje)

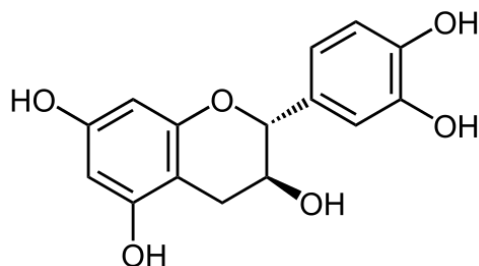
(Zdroj: Manach a kol. 2004)

Zdroj	Množství anthokyanidinů	Zdroj	Množství anthokyanidinů
Lilek	7500	Třešně	350 - 4500
Ostružiny	1000 - 4000	Rebarbora	2000
Černý rybíz	1300 - 4000	Jahody	150 - 750
Borůvky	250 - 5000	Červené víno	200 - 350
Modré hroznové víno	300 - 7500	Červené zelí	250

### 3.8.2.6 Flavanoly

Flavanoly existují ve dvou formách, a to ve formě monomerů, což jsou katechiny a ve formě polymerů, kdy se jedná o proanthokyanidiny. (Manach a kol. 2004)

Katechiny jsou obsaženy v různých druzích ovoce, v červeném víně, zeleném čaji a čokoládě, přičemž právě zelený čaj a čokoláda jsou nejbohatšími zdroji katechinů. (Manach a kol. 2004)



Obr. 15 Chemická struktura katechinů

(Zdroj: <http://commons.wikimedia.org>)

Proanthokyanidiny jsou dimery, oligomery a polymery katechinů, známé také jako kondenzované taniny. Tyto látky jsou zodpovědné za svíravou chuť ovoce (hroznové víno, broskve, jablka, hruška, jahody, atd.) nápojů (pivo, víno, čaj) a hořkost čokolády.

Tato trpká chuť se v průběhu zrání mění a v době, kdy ovoce dosáhne zralosti, úplně zmizí. Obsah proanthokyanidinů v potravinách je těžké odhadnout, kvůli jejich velké škále struktur. (Manach a kol. 2004)

Tab. 15 Obsah katechinů (mg/kg surové potraviny; mg/l nápoje)

(Zdroj: Manach)

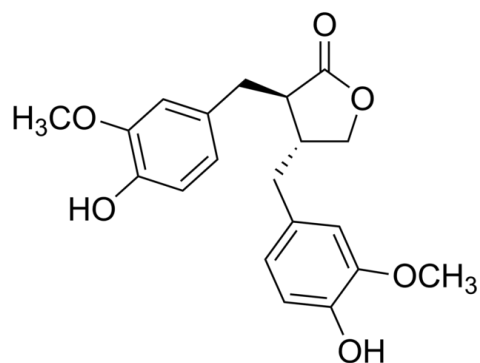
Zdroj	Množství katechinů	Zdroj	Množství katechinů
Čokoláda	460 - 610	Ostružiny	130
Třešně	50 - 220	Jablka	20 - 120
Meruňky	100 - 250	Zelený čaj	100 - 800
Hroznové víno	30 - 175	Černý čaj	60 - 500
Broskve	50 - 140	Červené víno	80 - 300

### 3.8.3 Lignany

Lignany patří do skupiny fytoestrogenů, avšak nejsou přímými estrogeny. Jejich estrogenní účinky se aktivují až po chemické přeměně působením střevní mikroflóry. Nejvýznamnější přirozené lignany jsou matairesinol a sekoisolariciresinol, které se nacházejí v rostlinných materiálech ve formě glykosidů. (Kalač 2003, Velíšek 2002, Velíšek a Cejpek 2008)

Tvoří hlavní složku celozrnných výrobků z obilovin (pšenice), olejnatých semen (lněné semeno je nejbohatším zdrojem lignanů), luštěnin (čočka), ovoce (švestky, hrušky) a zeleniny (česnek, chřest, mrkev). I přes to, že jsou lignany součástí běžně konzumovaných potravin, v lidské stravě je těchto látek nedostatek. Je to způsobené tím, že při technologické zpracování se většina těchto látek odstraní společně s vlákninou v podobě slupek. (Kalač 2003, Manach a kol. 2004, Velíšek 2002)



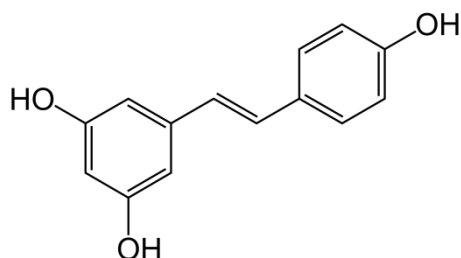


*Obr. 16 Matairesinol*

(Zdroj:<http://commons.wikimedia.org>)

### 3.8.4 Stilbeny

Stilbeny jsou řazeny do skupiny fitoalexinů, což jsou látky produkované rostlinami po napadení (například patogenním organismem) sloužící k obraně. Chemickou strukturou a biochemickým původem jsou příbuzné flavonoidům. Skládají se z dvou benzenových jader, která jsou spojena dvouhlíkatým řetězcem, uspořádání je tedy C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>. V přírodě nejsou příliš rozšířeny, a proto z celkového příjmu polyfenolů tvoří menšinovou část. Nejvýznamnější je resveratrol, který se nachází ve slupkách červeného vína, borůvkách, brusinkách a arašídech. (Al Moosawi 2010, Manach a kol. 2004, Süli a kol. 2014, Velíšek 2002)



*Obr. 17 Resveratrol*

(Zdroj:<http://commons.wikimedia.org>)

### **3.9 Biologické účinky kávy na zdraví člověka**

V současné době je nejznámější a nejlépe popsanou biologicky účinnou látkou v kávě kofein, ovšem tento nápoj obsahuje daleko více látek, které působí na lidský organismus. Káva je předmětem dlouhodobých odborných studií po celém světě, ze kterých většina potvrzuje, že přiměřená konzumace kávy u dospělého zdravého člověka má spíše pozitivní účinky. Za přiměřené množství kávy se považuje 4 až 6 šálků denně, což odpovídá přibližně 300 mg kofeinu. (Institut-kavy.cz 2014, Vignoli a kol. 2011)

#### **3.9.1 Účinky kofeinu**

Kofein je pravděpodobně nejrozšířenější stimulant. Působení kofeinu v organismu člověka je velmi složitý děj, základním principem je schopnost kofeinu navázat se na adenosin. Adenosin je látka, kterou si mozek vytváří v okamžiku únavy nebo před spaním a způsobuje výrazné zpomalení nervové aktivity. Chemická struktura kofeinu je velice podobná adenosinové, a proto se kofein dokáže navázat na jeho místo a oddálit nástup únavy. Kofein také zvyšuje koncentraci dopaminu, což je nepostradatelná látka při přenosu nervového vzruchu v mozku, kde dopamin vzbuzuje pocit štěstí a spokojenosti. Vlivem jeho působení dochází rovněž k uvolňování kortisolu a adrenalinu do krve a lidský organismus pak reaguje zvýšením krevního tlaku, rychlejší srdeční pulzací a produkcí žaludečních kyselin, čímž zrychluje metabolismus. (Institut-kavy.cz 2014)

#### **3.9.2 Antioxidační účinky**

Káva, v porovnání s jinými nápoji, vyniká svou antioxidační aktivitou, jelikož je bohatým zdrojem obzvláště jedné skupiny antioxidantů. Jedná se o polyfenoly, z nichž je v kávě nejvíce zastoupena kyselina chlorogenová, která reprezentuje důležitou část antioxidantů kávy podílejících se na neutralizaci volných radikálů. Mezi další účinné antioxidanty obsažené v kávě se řadí kofein nebo hydroxyskořicové kyseliny. Některé studie dokonce přiřazují kávě větší antioxidační aktivitu, než jakou má červené víno či zelený čaj. Antioxidační aktivita je ovlivněna jak složením zelených kávových zrn, tak hlavně způsobem zpracování, především pražícím procesem, při kterém dochází k degradaci kyseliny chlorogenové. (Institut-kavy.cz 2014, Vignoli a kol. 2011)

### 3.9.3 Antibakteriální účinky

Kávě je připisován také účinek antibakteriální. A to zejména proti kariogenním bakteriím rodu *Streptococcusmutans*. Na univerzitě v Rio de Janeiro byla provedena studie, která zkoumala účinek kávových výluhů *Coffea arabica* a *Coffea canephora* na růst těchto bakterií. Zaměřovala se na míru pražení kávových zrn a obsah kofeinu. Zjišťovány byly koncentrace, při kterých se růst bakterií zastaví. Extrakty ze světle pražené kávy vykazovaly silnější účinky proti bakteriím, než kávy tmavě pražené. Za baktericidní vlastnosti je zřejmě zodpovědná kombinace kyseliny chlorogenové, trigonelinu a kofeinu, jejichž množství se s délkou pražicího procesu snižuje. (Suková 2009)

## 4 ZÁVĚR

V bakalářské práci je zpracována literární rešerše na téma „Káva versus biologicky účinné látky“.

V úvodní části je charakterizován kávovník, jeho druhy a pěstování. Následuje popis technologických procesů, do kterých spadá sklizeň, zpracování suchým či mokřým způsobem, pražení a případně mletí. Všechny tyto kroky, včetně druhu kávovníku a podmínek pěstování, mají velký vliv na chemické složení kávových zrn. Kávová zrna obsahují až několik set organických látek, které jsou jen částečně známé. Kromě kofeinu, který patří mezi nejznámější složky kávy, obsahuje káva i několik dalších látek, které působí na lidský organismus. Jedná se o tzv. biologicky účinné látky.

Biologicky účinné látky tvoří další část práce. V současné době zájem o tyto látky rapidně roste. Jejich příjem je spojován s možností snížení výskytu závažných onemocnění. Biologicky aktivní látky produkují všechny organismy a v současné době je známo více než milion těchto přírodních látek. Polyfenolové sloučeniny tvoří jednu z mnoha skupin těchto látek a právě tato skupina je popsána v další kapitole práce.

Polyfenoly jsou bohatá a chemicky pestrá skupina látek, produkovaná téměř všemi vyššími rostlinami. Jednou ze skupin polyfenolů jsou fenolové kyseliny, ze kterých je v kávě nejvíce obsažena kyselina chlorogenová. Ze všech druhů rostlin mají právě plody kávovníku největší koncentraci této kyseliny. Káva je proto řazena mezi hlavní potravinové zdroje kyseliny chlorogenové, která vykazuje řadu zdraví prospěšných účinků, kterým je věnována závěrečná kapitola.

Biologické účinky kávy na lidské zdraví jsou předmětem dlouhodobých studií po celém světě. Káva vyniká svou antioxidační aktivitou, jelikož je bohatým zdrojem antioxidantů, mezi které patří především kyselina chlorogenová, ale také kofein nebo hydroxyskořicové kyseliny. Kávě je připisován také účinek antimikrobiální, za který je zodpovědná kombinace kyseliny chlorogenové, trigonelinu a kofeinu.

## 5 POUŽITÁ LITERATURA

AL MOOSAWI S., 2010: *Effect polyphenols on glucoregulatory biomarkers blood pressure and lipid profile in overweight and obese subjects*. PhD thesis. Queen Margaret University.

ATHANASIADOU S., GITHIORY J., KYRIAZAKIS I., 2007: Medical plants for helminth parasite control: facts and fiction. In: *The Animal consortium*. [online]. s. 1392 - 1400. [cit. 2016-03-29]. Dostupné z: [http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM1\\_09%2FS1751731107000730a.pdf&code=6a023fbfd34e0b1890aeca20ceafeb1](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM1_09%2FS1751731107000730a.pdf&code=6a023fbfd34e0b1890aeca20ceafeb1).

AUGUSTÍN J., 2003: *Povídání o kávě: kávovníkové zrno (Coffea arabica), káva a kávoviny jako významné potravinářské pochutiny*. Olomouc: Fontána, 354 s. ISBN 80-7336-040-3.

BEHNKE J. M. a kol., 2008: Developing novel anthelmintics from plant cysteine proteinases. In: *Parasites & Vectors*. [online]. roč. 1, č. 29. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-1-29>.

BELITZ H. D., GROSCH W., SCHIEBERLE P., 2009: *Food chemistry*. 4<sup>th</sup> ed. Berlin: Springer, 1070 s. ISBN 978-3-540-69933-0.

BLAŽEJ A., ŠUTÝ L., 1973: *Rastlinné fenolové zlúčeniny*. Bratislava: ALFA, 235 s.

BOURGAUD F. a kol., 2001: Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. In: *Plant Science*. [online]. roč. 161, č. 5, s. 839 - 851. [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945201004903>.

BRADY J. W., 2013: *Introductory food chemistry*. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 638 s. ISBN 978-0-8014-5075-4.

CLIFFORD M. N., 1999: Chlorogenic acids and other cinnamates: Nature, occurrence and dietary burden. In: *Journal of the Science of Food and Agriculture*. [online]. roč. 79, s. 362 - 372. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/229455350\\_Chlorogenic\\_acids\\_and\\_other\\_cinnamates\\_Nature\\_occurrence\\_and\\_dietary\\_burden](https://www.researchgate.net/publication/229455350_Chlorogenic_acids_and_other_cinnamates_Nature_occurrence_and_dietary_burden).

Coffeechemistry.com, 2015: *Coffee*. [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://coffeechemistry.com/unlocking-coffee-s-chemical-composition-part-1>, <http://coffeechemistry.com/trigonelline-in-coffee>.

ČERNÝ I. a kol., 2011: Vplyv Atoniku a Pentakeepu-V na produkčné parametre repy cukrovej a plodiny rotujúcej v osevnom postupe. In: *Listy cukrovarnícké a řepařské*. [online]. roč. 127, č. 5 - 6, s. 174 - 177. [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: [http://www.cukr-listy.cz/on\\_line/2011/PDF/174-177.pdf](http://www.cukr-listy.cz/on_line/2011/PDF/174-177.pdf).

DOSTÁLOVÁ J., KADLEC P. a kol., 2014: *Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin*. Ostrava: KEY Publishing, s.r.o., 425 s. ISBN 978-80-7418-208-2.

DUFEK O., 2000: *Káva známá i neobyčejná: povídky o kávě, recepty, něco dobrého k tomu*. Čestlice: Pavla Momčilová, 61 s. ISBN 80-85936-32-1.

FAULKNER D. J., THOMPSON J. E., WALKER R. P., 1985: Screening and bioassays for biologically-active substances from forty marine sponge species from San Diego, California, USA. In: *Marine Biology*. [online]. roč. 88, s. 11 - 21. [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00393038>.

FRANK R., 2010: *Zázračný med*. Líbeznice: Víkend, 124 s. ISBN 978-80-7433-024-7.

GIVES P. M. a kol., 2012: Plant Extracts: A potencial Tool for Controlling Animal Parasitic Nematodes. In: Ishwaran N., eds. *The Biosphere*. [online]. InTech, s. 119 - 130. ISBN 978-953-51-0292-2. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/the-biosphere/plant-extracts-a-potential-tool-for-controlling-animal-parasitic-nematodes>.

GROTEWOLD E., 2006: *The science of Flavonoids*. New York: Springer. 274 s. ISBN 978-0387-28821-5.

GUAADAQUI A. a kol., 2014: What is Bioactive Compound?: A Combined Definition for a Preliminary Consensus. In: *International Journal of Nutrition and Food Science*. [online]. č. 3. [cit. 2016-03-22]. Dostupné z: <http://article.sciencepublishinggroup.com>.

HAN J. a kol., 2010: *In vivo* anthelmintic activity of crude extracts of *Radix Angelicae pubescentis*, *Fructus bruceae*, *Caulis spatholobi*, *Semen aesculi*, and *Semen pharbitidis*

against *Dactylogyrusintermedicus* (Monogenea) in goldfish (*Carassiusauratus*). In: *Parasitology Research*. [online] s. 1233 - 1239. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00436-010-1799-9>.

HARMATHA J., 2005: Strukturní bohatství a biologický význam lignanů a jim příbuzných rostlinných fenylypropanoidů. *Chemické listy*. [online]. roč. 99, č. 9, s. 622 - 632. [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/common/article-vol\\_99-issue\\_9-page\\_622.html](http://www.chemicke-listy.cz/common/article-vol_99-issue_9-page_622.html).

HORVAT A. J. M. a kol., 2012: Analysis, occurrence and fate of anthelmintics and their transformation products in the environment. In: *Trends in Analytical Chemistry*. [online]. roč. 31, s. 61 - 84. [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/236132110\\_Analysis\\_Occurrence\\_and\\_Fate\\_of\\_Anthelmintics\\_and\\_their\\_Transformation\\_Products\\_in\\_the\\_Environment](https://www.researchgate.net/publication/236132110_Analysis_Occurrence_and_Fate_of_Anthelmintics_and_their_Transformation_Products_in_the_Environment).

CHEN Y. a kol., 2011: Extraction, Isolation and Characterization of Bioactive Compounds from Plants' Extracts. In: *Africa Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. [online]. s. 1 - 10. [cit. 2016-03-22]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3218439/>.

Institut-kavy.cz, 2014: *Institut kávy*. [online]. [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: <http://institut-kavy.cz/cs/>.

KADLEC J., 1936: *Káva*. Praha: M. Knapp, 224 s.

KADLEC P., 2002: *Technologie potravin II*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 236 s. ISBN 80-7080-510-2.

KADLEC P., MELZUCH K., VOLDŘICH M., 2012: *Přehled tradičních potravinářských výrobních technologií potravin*. Ostrava: KEY Publishing, s.r.o., 569 s. ISBN 978-80-7418-145-0.

KALAČ P., 2003: *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice: Dona. 130 s. ISBN 80-7322-029-6.

KAVINA J., 1997: *Zbožíznalství potravinářského zboží*. Praha: IQ 147, spol. s.r.o., 335 s.

- KOLOUCHOVÁ I. a kol., 2005: Obsah resveratrolu v zelenině a ovoci. *Chemické listy*. [online]. roč. 99, č. 7, s. 492 - 495. [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/common/article-vol\\_99-issue\\_7-page\\_492.html](http://www.chemicke-listy.cz/common/article-vol_99-issue_7-page_492.html).
- KRAJČOVÁ J., 2007: *Zbožíznalství*. Vyd. 4. Praha: Vysoká hotelová škola v Praze 8, 256 s. ISBN 978-80-86578-68-2.
- KREJČÍ I., 2000: *O kávě a čaji, aneb, Víme, proč je pijeme?* Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 100 s. ISBN 80-7169-535-1.
- LUGASI A. a kol., 2003: Antioxidant properties of commercial alcoholic and nonalcoholic beverages. In: *Nahrung/Food*. [online]. roč. 47, č. 2, s. 79 - 86. [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/food.200390031/pdf>.
- MACHOLÁN L., 1998: *Sekundární metabolismy*. Brno: Masarykova univerzita, 147 s. ISBN 80-210-1735-X.
- MANACH C. a kol., 2004: Polyphenols: food sources and bioavailability. In: *American Journal of Clinical Nutrition*. [online]. roč. 79, č. 5, s. 727 - 747. [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://ajcn.nutrition.org/content/79/5/727.full.pdf+html>.
- MOTTL J., 1999: *Nápoje: výroba, ošetřování, podávání*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing, 116 s. ISBN 80-7169-811-3.
- NORMANOVÁ J., 2004: *Káva*. Vyd. 2. Praha: Slovart, 39 s. ISBN 80-7209-514-5.
- ONDREJOVIČ M. a kol., 2009: Polyfenoly jabl'k. *Chemické listy*. [online]. roč. 103, č. 5, s. 394 - 400. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/common/article-vol\\_103-issue\\_5-page\\_394.html](http://www.chemicke-listy.cz/common/article-vol_103-issue_5-page_394.html).
- OREYOVÁ C., 2014: *Zázračná síla kávy*. Praha: Ikar, 336 s. ISBN 978-80-249-2294-2.
- ORTIZOVÁ LAMBERTOVÁ E., 2001: *Encyklopedie koření, bylinek a pochutin*. Vyd. 3. Praha: Slovart, 288 s. ISBN 80-7209-753-0.



PARRY R., NISHINO S., SPAIN J., 2011: Naturally-occurring nitro compounds. In: *Natural Product Reports*. [online]. roč. 28, s. 152 - 167. [2016-03-28]. Dostupné z: <http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2011/np/c0np00024h/unauth#!divAbstract>.

POSPÍŠIL F., HRACHOVÁ B., 1989: *Užitkové rostliny jižních zemí*. Praha: Academia, 157 s.

PÖSSL M., 2010: *Káva jako životní styl*. Praha: Grada Publishing, a.s., 116 s. ISBN 978-80-247-2822-3.

POTTERAT O., HAMBURGER M., 2008: Drug Discovery and development with plant derived compounds. In: *Natural Compounds as Drugs Volume I*. [online]. s. 44 - 118. [cit. 2016-03-22]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/5763639\\_Drug\\_Discovery\\_and\\_development\\_with\\_plantderived\\_compounds](https://www.researchgate.net/publication/5763639_Drug_Discovery_and_development_with_plantderived_compounds).

PÚSZEROVÁ A., 2010: *Ochranný vplyv porodných polyfenolických látok z červeného vína na cievy*. [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.posterus.sk/?p=6853%CB%83>.

RAWEL H. a kol., 2007: Nutritional contribution of coffee, cacao and tea phenolics to human health. In: *Journal of Consumer Protection and Food Safety*. [online]. s. 399 - 406. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: [http://www.worldcocoaafoundation.org/wp-content/uploads/files\\_mf/rawek2007.pdf](http://www.worldcocoaafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/rawek2007.pdf).

RAO S. a kol., 2002: Plant cell cultures: Chemical factories of secondary metabolites. In: *Biotechnology Advances*. [online]. roč. 20, č. 2, s. 101 - 153. [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975002000071>.

ROSEN D., 1999: *Rádce milovníka kávy*. Praha: PRAGMA, 160 s. ISBN 80-7205-685-9.

SENOV P. L., 1954: *Farmaceutická chemie: (učebnice)*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 444 s.

SHADIDI F., NACZK M., 2004: *Phenolics in Food and Nutraceuticals*. Vyd. 2. Florida: CRC press, 575 s. ISBN 1-58716-138-9.

SLANINA J., TÁBORSKÁ E., 2004: Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. *Chemické listy*. [online]. roč. 98, č. 5, s. 239 - 245. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z:

[http://www.chemicke-listy.cz/common/article-vol\\_98-issue\\_5-page\\_239.html](http://www.chemicke-listy.cz/common/article-vol_98-issue_5-page_239.html).

SMEKALOVÁ B., 2005: *Káva*. Praha: Ottovo nakladatelství, s.r.o., 63 s. ISBN 80-7360-395-0.

SOLECKA J. a kol., 2012: Biologically aktive secondary metabolites from Actinomycetes. In: *Central European Journal of Biology*. [online]. roč. 7, č. 3, s. 373 - 390. [cit. 2016-3-22]. Dostupné z:

<http://www.degruyter.com/view/j/biol.2012.7.issue-3/s11535-012-0036-1/s11535-012-0036-1.xml>.

STRUNECKÁ A., PATOČKA J., 2012: *Doba jedová 2*. Praha: TRITON, 367 s. ISBN 978-80-7387-555-8.

SUKOVÁ I., 2009: *Káva brzdí kariogenní bakterie*. [online]. [cit. 2016-04-22]. Dostupné z: <http://agronavigator.cz/default.asp?ids=150&ch=13&typ=1&val=96109>.

SŮLI J. a kol., 2014: Stilbenes are the least common polyphenols in the diet. *DMEV*. Košice: Univerzita veterinárského lékařstva a farmácie v Košiciach. roč. 17, č. 3.

SZÜČOVÁ L., 2011: *Chemie pro biology II*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 109 s. ISBN 978-80-244-2723-2.

ŠTRUNCOVÁ S. a kol., 2000: Čas na kávu III. *D Test*. roč. 7, č. 3, s. 24 - 25. ISSN 1210-731x.

ŠTRUNCOVÁ S. a kol., 2000: Čas na kávu IV. *D Test*. roč. 7, č. 3, s. 22 - 25. ISSN 1210-731x.

ŠTRUNCOVÁ S. a kol., 2000: Čas na kávu V. *D Test*. roč. 7, č. 3, s. 20 - 23. ISSN 1210-731x.

THORN J., 2000: *Káva: příručka pro labužníky*. Praha: Fortuna Print, 192 s. ISBN 80-86144-64-X.

VELÍŠEK J., 2002: *Chemie potravin 1*. Vyd. 2. Tábor: OSSIS, 344 s. ISBN 80-86659-00-3.

VELÍŠEK J., 2002: *Chemie potravin 2*. Vyd. 2. Tábor: OSSIS, 320 s. ISBN 80-86659-01-1.

VELÍŠEK J., 2002: *Chemie potravin 3*. Vyd. 2. Tábor: OSSIS, 368 s. ISBN 80-86659-02-X.

VELÍŠEK J., CEJPEK K., 2008: *Biosynthesis of food components*. Tábor: OSSIS, 497 s. ISBN 978-80-86659-12-1.

VERMERRIS W., NICHOLSON R., 2008: *Phenolic Compound Biochemistry*. London: Springer. 288 s. ISBN 978-1-4020-5164-7.

VESELÁ P., 2012: *Kniha o kávě*. Praha: Smart Press, s.r.o., 252 s. ISBN 978-80-87049-34-1.

VIGNOLI J. a kol., 2011: Antioxidant activity, polyphenols, caffeine and melanoidins in soluble coffee: The influence of processing conditions and raw material. In: *Food Chemistry*. [online]. roč. 124, 863 - 868 s. [cit. 2016-4-20]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610008319>.

VODRÁŽKA Z., 1992: *Biochemie*. Praha: Academia, 135 s. ISBN 80-200-0441-6.

ZORRO J., 2009: *Káva: putování za tajemstvím kávových specialit*. Vyd. 2. Praha: NESCAFÉ, Nestlé Česko, s.r.o., 173 s. ISBN 978-80-254-3964-7.

ŽÁČEK Z., 1962: *Zajímavě o kávě, čaji a kakau*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství obchodu, 249 s.

ŽÁČEK Z., 1977: *Nad šálkem plným vůně*. Praha: Merkur, 256 s.

## 6 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Kávovník.....	12
Obr. 2 Příčný a podélný řez plodu kávovníku.....	13
Obr. 3 Stupně pražení kávových zrn .....	18
Obr. 4 Stupně mletí kávy.....	20
Obr. 5 Purin, xanthin a kofein .....	25
Obr. 6 Theofylin a theobromin.....	26
Obr. 7 Trigonelin.....	28
Obr. 8 Chlorogenová kyselina.....	40
Obr. 9 Chemická struktura flavonoidů.....	42
Obr. 10 Chemická struktura flavonolů.....	42
Obr. 12 Genistein a daidzein .....	44
Obr. 11 Luteolin a apigenin.....	44
Obr. 13 Hesperetin a naringenin .....	45
Obr. 14 Kyanidin.....	46
Obr. 15 Chemická struktura katechinů.....	47
Obr. 16 Matairesinol .....	49
Obr. 17 Resveratrol .....	49

## 7 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Srovnání některých zastoupených složek v surové a pražené kávě .....	19
Tab. 2 Členění kávy na druhy, skupiny a podskupiny .....	21
Tab. 3 Složení středně pražených kávových zrn .....	24
Tab. 4 Průměrná množství kofeinu v šálku kávy .....	26
Tab. 5 Obsah kyseliny chlorogenové v závislosti na míře pražení kávových zrn ...	28
Tab. 6 Obsah minerálních látek v pražené kávě.....	29
Tab. 7 Základní skupiny sekundárních metabolitů .....	31
Tab. 8 Klasifikace rostlinných fenolických látek podle počtu uhlíku.....	37
Tab. 9 Vliv pražení na obsah chlorogenové kyseliny v kávovém zrn.....	40
Tab. 10 Obsah flavonolů (mg/kg surové potraviny; mg/l nápoje) .....	43
Tab. 11 Obsah flavonů (mg/kg surové potraviny) .....	44
Tab. 12 Obsah isoflavonů (mg/kg surové potraviny; mg/l nápoje).....	45
Tab. 13 Obsah flavanonů (mg/l nápoje).....	46
Tab. 14 Obsah anthokyanidinů (mg/kg surové potraviny; mg/l nápoje) .....	47
Tab. 15 Obsah katechinů (mg/kg surové potraviny; mg/l nápoje).....	48