



**Stanovení základních jakostních charakteristik vybraných
vzorků kávy, zelené kávy a kávovin**
Diplomová práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Jindřiška Kučerová, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Žaneta Burianová

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci na *téma Stanovení základních jakostních charakteristik vybraných vzorků kávy, zelené kávy a kávovin* 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 *Směrnicí 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 poděkovala vedoucí mé diplomové práce doc. Ing. Jindřišce Kučerové, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, cenné rady a připomínky při vypracovávání závěrečné práce. Dále bych ráda poděkovala paní Ing. Janě Simonové, Ph.D. za ochotu a pomoc při stanovení jednotlivých látek v kávě a paní Ing. Haně Šulcerové, Ph.D. za pomoc a realizaci senzorického hodnocení. Velký dík patří i mé rodině za podporu během celého studia.

ABSTRAKT

Diplomová práce byla rozdělena do dvou částí. První teoretická část se zabývá popisem surovin pro výrobu kávy a kávovin. Charakterizuje důležité obsahové látky v kávě jako je kyselina chlorogenová a kofein nebo inulin v kávových náhražkách a popisuje jejich účinky na lidský organismus.

Druhá praktická část se zabývá stanovením celkových polyfenolických látek pomocí Folin-Ciocalteuova činidla v 9ti vybraných vzorcích pražené kávy, zelené kávy a směsi kávoviny s přídavkem instantní kávy. U těchto vzorků byl následně změřen obsah kofeinu a kyseliny chlorogenové pomocí HPLC s UV-VIS detektorem. Z naměřených hodnot vyplynulo, že nejvyšší obsah kyseliny chlorogenové byl u vzorků zelené kávy a to průměrně 200 mg/ 100 ml šálku kávy (7g). Kofein dosahoval nejvyššího množství u kávy pražené a to průměrně kolem 85 mg/100 ml kávy. Rovněž byla u vzorků provedena sensorická analýza, kde byl nejlepší celkový dojem zjištěn u vzorků pražené kávy. Nejhorší celkový dojem byl evidován u vzorku kávoviny s přídavkem instantní kávy.

Klíčová slova: káva, kofein, kávoviny, kyselina chlorogenová, HPLC, inulin

ABSTRACT

Thesis was divided into two parts. The first theoretical part describes the raw material for the production of coffee and coffee substitutes. It characterizes important substances contained in coffee such as chlorogenic acid and caffeine in coffee or inulin supplements and describes their effects on the human body.

The second part deals with the determination of total polyphenols using the Folin-Ciocalteu reagent in 9 selected samples of roasted coffee, green coffee and coffee substitute mixtures with the addition of instant coffee. These samples were measured content of caffeine and chlorogenic acid by HPLC with UV-VIS detector. From the measured values showed that the highest content of chlorogenic acid was in the samples of green coffee of 200 mg / 100 ml cup of coffee (7 g). Caffeine reached the highest content of coffee roasted at 85 mg / 100 ml of coffee. The samples were also subjected to sensory analysis, where the best impression detected in samples of roasted coffee. Worst overall impression was recorded at a sample of substitutes with instant coffee.

Keywords: coffee, caffeine, coffee substitutes, chlorogenic acid, inulin, HPLC

OBSAH

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1	Kávovník	11
3.1.1	Druhy kávovníku.....	11
3.2	Výroba zelené kávy a její úpravy.....	12
3.2.1	Suché zpracování	12
3.2.2	Mokrý zpracování	13
3.2.3	Třídění a skladování kávy.....	14
3.3	Pražení kávy	14
3.4	Obsahové látky v kávě	15
3.4.1	Sacharidy	16
3.4.2	Kyseliny.....	16
3.4.3	Tuky	17
3.4.4	Minerální látky.....	18
3.4.5	Alkaloidy a polyfenoly	18
3.4.6	Nežádoucí látky	19
3.5	Požadavky na jakost kávy	19
3.6	Suroviny pro výrobu kávovin	21
3.6.1	Čekanka	21
3.6.1.1	Čekanková kávovina.....	22
3.6.2	Obiloviny	23
3.6.2.1	Obilná káva	25
3.6.3	Luskoviny	26
3.6.3.1	Luštěninová káva.....	27
3.6.4	Žaludy.....	27

3.7	Výroba a pražení kávovin.....	27
3.8	Požadavky na jakost a zdravotní nezávadnost kávovin	28
3.9	Nejdůležitější obsahové látky kávy a kávovin a jejich zdravotní aspekty	30
3.9.1	Kofein	30
3.9.2	Kyselina chlorogenová	32
3.9.3	Zdravotní aspekty při konzumaci kávovin	34
3.10	Některé komerčně dostupné druhy kávy a kávovin	36
4	MATERIÁL A METODIKA.....	38
4.1	Použitý materiál	38
4.2	Stanovení celkových polyfenolů.....	40
4.3	Stanovení kofeinu a kyseliny chlorogenové metodou HPLC.....	41
4.4	Senzorická analýza.....	43
5	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	45
5.1	Stanovení celkových polyfenolů.....	45
5.2	Vyhodnocení obsahu kofeinu a kyseliny chlorogenové pomocí HPLC	48
5.2.1	Vyhodnocení obsahu kofeinu	48
5.2.2	Vyhodnocení obsahu kyseliny chlorogenové	51
5.3	Senzorická analýza.....	55
5.3.1	Zelená káva.....	55
5.3.2	Pražená káva	57
5.3.3	Kávovina s přídavkem instantní kávy	60
6	ZÁVĚR.....	63
7	POUŽITÁ LITERATURA.....	65
8	SEZNAM TABULEK.....	70
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	71
10	SEZNAM PŘÍLOH.....	73
11	PŘÍLOHY.....	74

1 ÚVOD

Káva patří mezi jeden z nejvíce konzumovaných nápojů světa a její pití patří mezi každodenní rituály mnoha lidí. Člověk ji pije pro její povzbuzující účinky, ale bere ji i jako formu relaxace a uklidnění. V mnoha domácnostech se setkáváme s kávou mletou, zrnkovou nebo stále více konzumovanou kávou rozpustnou. Mezinárodní kávová organizace uvádí roční spotřebu kávy v ČR 3,26 kg/osobu/rok a tímto se řadí mezi nadprůměrné světové spotřebitele. První místo v tomto průzkumu zaujímalo Lucembursko se spotřebou 14,73 kg/osobu/rok. Četnost pití kávy souvisí také s věkem. Ve skupině mladých do 19 let pije kávu denně asi 13 % lidí. S rostoucím věkem toto číslo narůstá a dosahuje vrcholu u věkové kategorie 40 až 49 let, v níž si kávu denně dopřává asi 75 % populace ČR.

V devadesátých letech se v obchodních řetězcích, kavárnách a dalších restauračních zařízeních začala objevovat káva zahraniční, obzvláště oblíbenou se stala káva italská, tmavě pražená. Svoje místo na trhu si našla také káva rozpustná a stále většího významu a popularity v poslední době nabývá konzumace kávy zelené.

Nejvýznamnější látkou v kávě je kofein. Jedná se o purinový alkaloid, který má celou řadu pozitivních a negativních účinků na lidský organismus. Je to nejrozšířenější psychoaktivní chemikálie na světě. Káva je také bohatým zdrojem fenolových látek, které vykazují silné antioxidační účinky. K nim je řazena především chlorogenová kyselina, která je nejhojněji zastoupenou fenolovou látkou v kávě a reprezentuje tak důležitou část kávových antioxidantů, které se podílejí na neutralizaci volných radikálů v organismu a tím chrání tělo proti různým degenerativním a chronickým onemocněním. Chlorogenová kyselina je nejvíce zastoupena v kávě zelené, neboť pražením se rozkládá a její obsah se snižuje.

V poslední době se stále více dostávají do popředí také různé náhražky kávy nebo její směsi. Pod názvem kávové náhražky nebo kávoviny rozumíme výrobky, které získáme pražením různých částí rostlin bohaté na polysacharidy. Tyto rostliny po vyluhování horkou vodou mohou poskytnout nápoj nahrazující nebo doplňující kávu. Kávoviny se začaly vyrábět hlavně díky absenci kofeinu, dále obsahují velké množství bioaktivních látek, které jsou důležité pro správné fungování těla (Oliveira, 2012).

Jako jednu ze základních a nejznámějších plodin pro výrobu kávovin známe cikorku, tedy kořen čekanky, která pro svou chuť nejvíce připomíná chuť pravé zrnkové

kávy. Dále jsou to fíky, které byly hojně užívané hlavně ve střední Evropě a jsou charakteristické velmi sladkou chutí. Největší spotřeba kávovin byla evidována v období před 2. světovou válkou. Dnes se v České republice vyskytuje pouze jedna firma Kávoviny a.s. se sídlem v Pardubicích, která se výrobě kávovin věnuje

Důležitou látkou, kterou obsahují kávoviny, je inulin, který se nachází v čekance. Inulin je polysacharid, který se v tlustém střevě uplatňuje jako prebiotikum. Ovlivňuje střevní mikroflóru a podporuje růst probiotických bakterií, které pak produkují mastné kyseliny a dochází k potlačení růstu nežádoucích bakterií. Inulin nezvyšuje hladinu krevního cukru a je vhodný jako náhrada glukózy u stravy pro diabetiky.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo vypracovat literární rešerši na téma káva a kávové náhražky a popsat důležité obsahové látky a jejich vliv na lidský organismus. V experimentální části bylo cílem kvantitativní stanovení polyfenolických látek ve vybraných vzorcích pražené kávy, zelené kávy a kávoviny s přídavkem instantní kávy. U těchto vzorků byl následně změřen obsah kofeinu a kyseliny chlorogenové pomocí HPLC a v neposlední řadě byla provedena senzorická analýza.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Kávovník

Surovinou pro výrobu kávy je kávovník. Je to velmi rozšířená rostlina, které se daří hlavně v tropickém a subtropickém pásmu. Vyžaduje teplé a vlhké podnebí se stálými teplotami v rozmezí 18 až 22 °C. Kávovník patří do rodu *Coffea* a řadíme ho do čeledi mořenovité (*Rubiaceae*). Obsahuje více než 500 rodů a 6000 druhů a pěstuje se asi v 70ti různých krajinách světa (Thor, 2000).

Kávovník je stálezelený keř nebo strom dorůstající do výšky 8 – 12 m. Kávovníku trvá 3 až 4 roky než dospěje. Nezralé plody mají zelenou barvu, která se při dozrávání postupně mění na červenou až fialovou. Plody kávovníku se značně podobají třešním. Na povrchu mají blanitý exokarp, dále dužnatý mezokarp a dvě rohovitá pouzdra zvaná endokarp. V pouzdru jsou uložena 2 zelená kávová zrna (Štefcová, 2010).

3.1.1 Druhy kávovníku

Z tolika druhů kávovníku jsou jen některé předmětem mezinárodního obchodu. Tyto druhy se pak používají jako základ pro velké množství kávových směsí. Patří sem kávovník arabský se svými odrůdami, kávovník liberský a kávovník robusta (Žáček, 1960).

Coffea arabica L – kávovník arabský (obr. 1) je nejdůležitější botanický druh. Má vysokou kvalitu produkovaných plodů. Z tohoto kávovníku pochází asi 70 % světové produkce zelené kávy. Pěstování je nejrozšířenější hlavně v Kolumbii, Brazílii a Střední Americe. Připravuje se z něj jemnější a aromatictější káva s nižším obsahem kofeinu (Tomková, 2010).

Coffea canephora Pierre ex Foehn – kávovník lalurentský, tzv. „robusta“ je druhý nejvýznamnější druh kávovníku. Jeho podíl ve světové produkci zaujímá 25 – 30 %. Kávovník robusta však neustále roste, a to díky větší adaptabilitě k místním podmínkám a odolnosti vůči chorobám. Pěstování je typické zejména pro Asii a Afriku (Bicho et al., 2013).

Semena robusty jsou menší než arabiky a poskytují kávu nižší jakosti. Má intenzivní hořkou chuť a obsahuje více kofeinu. Nejčastěji se používá do kávových směsí (Krejčí, 2014).

Coffea liberica – jedná se o odolnou odrůdu s velmi nízkou produkcí. Zaujímá asi 1 % světové spotřeby kávy. Má výrazně větší zrna s trpkou chutí. Kávovník Liberijský je považován za nejnižší kvalitní druh kávy a používá se převážně jen ve směsích (Mottl, 1999).



Obr. 1 Kávovník arabský (<http://botanika.wendys.cz/>)

3.2 Výroba zelené kávy a její úpravy

Surovinou pro výrobu pražené kávy je káva zelená, která obsahuje 0,3 – 2,6 % kofeinu. Zrna se získávají z plodu kávovníku dvěma způsoby, při nichž jde o to, aby se zrno zbavilo tvrdého obalu. Oba způsoby mají vliv na kvalitu a tím i na cenu kávy. Jedná se o takzvané suché nebo mokré zpracování (Kavina, 1997).

3.2.1 Suché zpracování

Lze nazvat také *natural* či *dry-processed*. Suché zpracování se používá pro méně jakostní zrna. Metoda je jednoduchá a finančně málo náročná. Káva by se měla zpracovat co nejdříve po sběru. Sušení probíhá na betonových nádvořích. Vrstva kávy má mít maximálně 15 cm. Během sušení se musí káva pravidelně obracet, aby

docházelo k rovnoměrnému schnutí. Působením vzduchu a slunce vnější slupka kávových zrn zhnědne, je křehká a zrnka v ní chřestí. Po usušení kávy na vlhkost asi 11 % (obvyklá doba je 10 – 30 dní) se káva loupe ve speciálních loupačkách. Po oloupaní zrnka kávy odpočívají v pergamenové slupce ještě 30 – 60 dní, tato doba se nazývá *repot*. Při tomto zpracování se dostávají osmózou cukry ze slupky do zrna, to způsobí sladší chuť kávy. Suché zpracování se využívá hlavně v oblastech Brazílie, Arábie a ve Střední Americe (Tuček, 2009).

3.2.2 Mokrý zpracování

Metoda také nazývána jako *fully-washed* nebo *wet-processed*. Mokrý zpracování je nákladnější, ale dokonaleji oddělí poškozená zrna a zachová se při něm pravá kvalita zrn. Tímto způsobem se zpracovává káva arabika vysoké jakosti. Při mokřím způsobu zpracování se zrna promýváním zbavují slupky, následně pak kvasí. Kávové plody jsou maximálně 24 hodin po sběru umístěny do kotoučových nebo bubnových praček a jsou ponořeny na 6 – 72 hodin do vody. Cílem je zbavení se exokarpu. Během namáčení začnou mikroorganismy rozkládat mezokarp. Je nutné odhadnout vhodný okamžik k ukončení máčení, aby nevznikl nadbytek kyseliny octové negativně ovlivňující chuť kávy. Po zpracování obsahují kávová zrna asi 50 % vlhkosti, která je třeba snížit, aby se zrna mohla uskladnit (Mullerová, 2015).

Zrna v pergamenovém obalu se proto následně nechávají asi 14 dnů vysušit. Sušení probíhá buď v otáčejících se bubnech, kde proudí horký vzduch nebo na slunci. Při velmi intenzivním slunci se musí zrna zakrývat, aby pergamenová vrstva nepopraskala. Pergamenová slupka se odstraňuje těsně před transportem. Tento jev se nazývá loupání nebo luštění kávy (Brzoňová, 2012).

K odstranění pergamenové slupky při procesu loupání se používají zpravidla loupací stroje, které sestávají z vodorovně rotujícího kotouče v kruhové skříni, na němž jsou umístěny hroty. Zrna jsou odstředivou silou tlačeny na hroty a tím obal praská a odstraňuje se. Aby se uhladil povrch a úplně se odstranila stříbrná blanka, jsou zrna vyleštěna (Jašková, 2009).

3.2.3 Třídění a skladování kávy

Třídění se provádí podle tloušťky a velikosti, což je jedním z kritérií kvality kávových zrn. Třídění se provádí strojově a ručně. Nejdříve se odstraňují příměsi a nečistoty (např. kamínky, větvičky, sklo atd.), dále se zrna třídí podle velikosti a tvaru na sítích, oddělují se poškozená zrna a nakonec se káva třídí ručně (Mrázková, 2011).

Káva je náchylná k plesnivění, proto se musí skladovat ve větrané místnosti s relativní vlhkostí max. 70 % a při teplotách, které nepřekračují 20 °C. Obvykle se skladuje v původních žocích nacházejících se 15 cm od stěn místností a 10 cm od země. Zelenou kávu lze skladovat i několik let (Jašková, 2009).


3.3 Pražení kávy

Charakteristickou vůni a chuť získávají kávová zrna až při pražení. Je to zásadní proces, který ovlivňuje výsledné aroma a chuť kávy. Pražením dochází ke komplexu chemických a fyzikálních procesů.

Přesné pražicí podmínky se liší v závislosti na vybavení a požadovaných vlastnostech kávy. Pražení probíhá pomocí horkého vzduchu a neustálého promíchávání zrn. Zrna se praží při teplotě 160 – 220 °C. Zlomovou teplotou při pražení kávy je 203 – 205 °C. Při této teplotě probíhá pyrolýza, což je chemický proces, při kterém dochází k degradaci tuků a karbohydrátů v kávovém zrně a vytvoří se až 700 prchavých látek, které vytváří charakteristické aroma kávy. Změny kávového zrna nejsou výrazné jen na pohled, mění se také jeho složení. Kávové zrno při pražení ztratí až 20 % hmotnosti a zvětší svůj objem o 60 %. Při teplotě 160 °C se začnou ztrácet organické látky a uvolňuje se oxid uhličitý (Ježovičová, 2015).

Po upražení se kávové zrno zchladí, aby se snížila ztráta aromatických silic. Zrna se zchladí dvěma způsoby: vzduchem a ve vodě. Výhodnější je chlazení vzduchem. Příliš upražená káva má hořkou chuť a nepříjemné aroma. Typy pražení a charakteristika zrn je uvedena v tab. 1.

Tab. 1 Popis pražených kávových zrn (<http://www.fm-group-kava.cz/prazeni-kavy-a99>)

Typ pražení	Název pražení	Charakteristika zrn
zelená zrna (sušená)		<ul style="list-style-type: none"> > velmi světlá, nazelenalá nebo nažloutlá krémová barva > vysoká kyselost > vysoký obsah kofeinu. 
světlé pražení	<ul style="list-style-type: none"> • Cinnamon Roast • New England Roast • Half City Roast 	<ul style="list-style-type: none"> > suchý povrch > skořicově, světle hnědá barva > v chuti se odráží kyselý tón > vysoký obsah kofeinu 
střední pražení	<ul style="list-style-type: none"> • American Roast • Full City Roast 	<ul style="list-style-type: none"> > suchý povrch > světle hnědá barva > silné aroma > vyvážená chuť, silné sladké a jemné kyselé tóny 
tmavé pražení	<ul style="list-style-type: none"> • High Roast • Continental Roast • Vienna Roast 	<ul style="list-style-type: none"> > lehce mastný, lesklý povrch, > tmavě hnědá, hluboká barva, > s jemným nádechem hořkosti 
dvojitě pražení	<ul style="list-style-type: none"> • French Roast • Italian Roast • Spanish Roast • Espresso Roast 	<ul style="list-style-type: none"> > tmavá, téměř černá barva > nízký obsah kofeinu > mastný povrch > silná chuť bez známek hořkosti > kouřové aroma. 

3.4 Obsahové látky v kávě

Káva je složitou směsí řady definovaných i nedefinovaných látek, jejichž poměr závisí jak na druhu a původu kávy, tak na způsobu pražení, kde dochází k největším změnám. Nejdůležitějšími látkami kávy jsou kofein (0,5–2,6 %), kyseliny kávová a chinová (10 %), kyselina chlorogenová (4–6 %), polysacharidy (25–30 %), proteiny (13 %), tuky a vosky (0,1–0,8 %), voda (10–13 %) a minerální látky (4 %), zejména draslík, hořčík, vápník, fosfor, mangan a železo (Strunecká, Patočka, 2012).

Tab. 2 Chemické složení kávy v různých procesech zpracování (% v sušině) (Ježovičová, 2015)

V % sušiny	Arabica zelená	Robusta zelelná	Arabica pražená	Robusta pražená	Arabica instantní	Robusta instantní
Kofein	1,3	2,3	1,2	2,4	2,5	3,8
Trigonelin	0,8	0,7	0,3	0,3	0,7	0,4
Sacharidy	53,7	50,7	38	42	46,6	44,7
Kyselina chlorogenová	8,1	9,9	2,5	3,8	2,6	1,6
Tuky	15,2	9,4	17	11	0,1	0,26
Aminokyseliny	11,1	11,8	7,5	7,5	6,2	6
Organické kyseliny	2,3	1,7	2,4	2,6	8,1	7,9
Melanoidy	-	-	25,4	25,9	25,1	28,6
Minerální látky	3,9	4,4	4,5	4,7	8	7,4

Dle tab. 2 je patrné, že složení látek před pražením a po pražení je značně odlišné. Tyto změny jsou znát zejména u sacharidů, kdy dochází pražením k jeho snížení. Opačný jev je vidět u obsahu melanoidů, kde v zelené kávě je jeho obsah nulový a v kávě pražené se nachází až 28 %. Zelená káva je surový materiál, který obsahuje prekurzory, které se promění v aromatické látky teprve až po upražení.

3.4.1 Sacharidy

Sacharidy, které se nacházejí v nepražené kávě, představují zhruba 50 %. Tyto polysacharidy jsou v případě kávy arabiky tvořeny z galaktosy (21 %), manosy (10 %), glukosy (7 %), arabinosy (3,5 %). Polysacharidy robusty jsou tvořeny také galaktosou (20 %), manosou (>12 %), glukosou (8 %) a arabinosou (4 %).

Většinový podíl mono- a di- sacharidů zaujímá sacharóza. Arabika obsahuje zhruba dvakrát více sacharózy než robusta. Robusta obsahuje sacharózy 2 – 5 %, arabika 5 – 8,5 %. Dále se v zelené kávě nacházejí v nepatrném množství samostatně monosacharidy jako je fruktosa, manosa, glukosa nebo arabinosa.

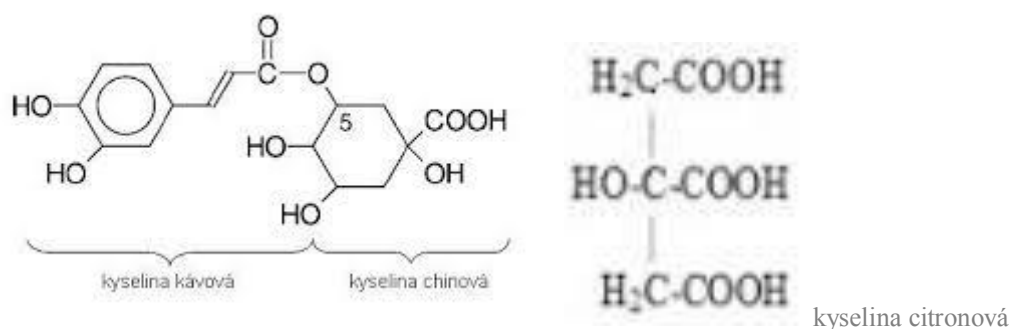
Během pražení dochází ke změnám počtu složení a poměru sacharidů z důvodu probíhající Maillardové reakce. Světle pražená káva ztratí pražením až 97 % sacharózy, tmavě pražená až 99 %. Polysacharidy jsou vůči pražení poměrně stabilní. Způsobují tvrdost zrna, protože tvoří buněčné stěny kávy. Nejvíce stabilní je celulóza (Bradbury, 2001).

3.4.2 Kyseliny

Kyselost kávy je dána různým poměrem jednotlivých kyselin obsažených v kávě a stupněm pražení. Kyselost je jedna ze základních vlastností kávy a její intenzita je při hodnocení kávy velmi důležitá. Nejdůležitější a nejvíce zastoupené kyseliny v kávě jsou: fenolové kyseliny: ty dělíme do dvou tříd, a to na deriváty kyseliny benzoové (kyselina ellagová, gallová, hydrolyzované taniny) a deriváty kyseliny skořicové (kyselina p-kumarová, kávová, chlorogenová, ferulová, sinapová). Tyto kyseliny se převážně nacházejí v rostlinách ve formě esterů, kde se váží karboxylem na hydroxylové skupiny organických kyselin nebo sacharidů. Chlorogenové kyseliny jsou v sušině zelené kávy obsaženy z 5,5 – 8 % v arabice a z 9 – 10 % v robustě. Kyselina ferulová je nejčastěji součástí vlákniny, ve které je esterovou vazbou vázána na hemicelulosu (Jašková, 2009).

Druhou nejvíce zastoupenou kyselinou v kávě je kyselina citronová. V zelené kávě se nachází v rozmezí 1,2 % v arabice a 0,9 % v robustě. Během pražení je její množství sníženo na polovinu a vznikají degradační produkty. Nadměrné množství kyseliny citronové snižuje kvalitu kávy a její chuť.

Obsah kyseliny chinové během pražení naopak roste. V zeleném zrně dosahuje hodnot 0,4 – 0,6 %. Po upražení se hodnoty zvýší na 0,8 – 1,5 %. Její obsah se zvětšuje díky rozkladu kyseliny chlorogenové, která je prekursorem pro vznik právě kyseliny chinové (Balzer, 2001).



Obr. 2 Kyselina kávová, chinová a citronová (<https://www.vutbr.cz>)

Kyselina octová se spolu s kyselinou mléčnou a mravenčí tvoří až během zpracování kávy. Podstatné množství kyseliny octové vzniká během pražení, kde může dosahovat až 0,5 %. Kyselina octová, kyselina mravenčí a další chemické látky se tvoří při pražení z cukrů obsažených v zelené kávě (Balzer, 2001).

Větší kyselost vykazují kávy zpracovány mokrou metodou a kávy upražené na nižší stupeň. Kyselost také ovlivňují pražicí podmínky a stáří zrna.

3.4.3 Tuky

Obsah tuků v zelené kávě je poměrně vysoký a pohybuje se v rozmezí 10 – 20 %. Více tuků se nachází v arabice (15 – 17 %), v robustě kolem (10 – 11,5 %). Množství a obsah tuků v kávě hrají významnou roli v tvorbě a zachování aroma kávy. Většina tuků kávy je koncentrována v endospermu. Převážná část kávového oleje je tvořena triacylglyceroly. Patří zde hlavně kyselina palmitová, olejová, linolová a linoleová. Dále mezi kávové tuky patří z 19 % estery diterpenických alkoholů a mastných kyselin, estery sterolů a mastných kyselin z 3 %, steroly z 2 % a v malém množství diterpenické alkoholy (kafestol a kahweol), tokoferoly, fosfatidy a deriváty triptaminu.

Na obsah tuků v kávě mají velký vliv skladovací podmínky. Při skladování ve vyšších teplotách může díky enzymatické aktivitě docházet ke zvýšení množství mastných kyselin. Dále použité teploty při pražení a způsoby přípravy kávy, kdy se mohou tvořit diterpeny cafestol a kahveol, jejichž množství se zvyšuje s rostoucí teplotou. Cafestol a kahveol jsou látky, které zvyšují sérový cholesterol (Jašková, 2009).

3.4.4 Minerální látky

Nejvíce zastoupeným prvkem v kávě je draslík a představuje asi 40 % všech prvků (tab. 3). Draslík je v průběhu přípravy kávy úplně extrahovaný, takže se nachází v každém šálku kávy

Tab. 3 Obsah minerálních prvků v pražené kávě (mg/kg) (Velíšek, 2002)

Prvek	mg.kg -1	Prvek	mg.kg -1
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

3.4.5 Alkaloidy a polyfenoly

Alkaloidy jsou vesměs jedovaté sloučeniny, které se nacházejí v různých druzích rostlin. Většina z nich má důležité farmakologické účinky. Alkaloidy jsou heterocyklické sloučeniny a obsahují ve většině případů dusíkatý atom. Řada z nich má bazický charakter a v rostlinách se vyskytují ve formě solí různých organických kyselin. Mezi nejznámější alkaloidy kávy patří kofein, teofylin a teobromin (Mlčoch, 2011).

Polyfenoly jsou sekundární metabolity rostlin, které se nacházejí v rostlinných potravinách, jako je ovoce, zelenina, obiloviny, luštěniny, a v nápojích rostlinného původu, jako je víno, čaj a káva. Představují více než 6000 identifikovaných látek, které jsou podle jejich základní chemické struktury děleny do různých kategorií. Společným znakem je obsah jednoho nebo více aromatických jader substituovaných hydroxylovými

skupinami. Jsou rozlišovány čtyři hlavní skupiny: fenolové kyseliny, flavonoidy, stilbeny a lignany. Na celkovém příjmu polyfenolů se podílí flavonoidy asi ze dvou třetin, fenolové kyseliny zhruba jednou třetinou a ostatní polyfenoly (např. lignany a stilbeny) tvoří nejmenší podíl (Slanina et al., 2004).

Většina těchto sloučenin je významná díky ochranným efektům proti chronickému degenerativnímu onemocnění, rakovině a kardiovaskulárním chorobám. Přítomnost polyfenolů v rostlinných potravinách je do značné míry ovlivněna genetickými faktory. Jiné faktory, které do určité míry ovlivňují počet fenolických látek v potravinách jsou: stupeň zralosti odrůdy, zpracování a skladování. Polyfenoly jsou částečně odpovědné za senzorické a nutriční vlastnosti rostlinných potravin (Jašková, 2009).

3.4.6 Nežádoucí látky

Nejnámější nežádoucí látka, která má vliv mimo jiné i na kvalitu kávy, je ochratoxin A (OTA), jedná se o mykotoxin, který produkuje plíseň *Aspergillus ochraceus* nebo *Penicillium verrucosum* a do kávy se dostává při sběru a skladování. OTA má karcinogenní účinky a poškozuje játra a ledviny. Maximální přípustné množství v pražené kávě je 5 µg/kg (Mlčoch, 2011).

Mezi další nežádoucí a rizikovou látku kávy řadíme furan a akrylamid. Tyto látky jsou rovněž vysoce karcinogenní a tvoří se během pražení. Furan dále zhoršuje senzorické vlastnosti kávy a akrylamid může způsobovat například neplodnost.

3.5 Požadavky na jakost kávy

Jakost kávy a její smyslové, fyzikální a chemické požadavky určuje přímo vyhl. Ministerstva zemědělství č. 330/1997 Sb. Pro čaj, kávu a kávoviny zákona o potravinách č. 110/1997 Sb. O potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů ve znění vyhl. č. 78/2003.

Problematiku jakosti kávy jak pražené, tak nepražené a jejich zkoušení vymezují také některé technické normy.

ČSN 58 1302 Metody zkoušení kávy

ČSN ISO 6668 Zelená káva – Příprava vzorků pro senzorické hodnocení

ČSN ISO 6673 Zelená káva – stanovení ztráty hmotnosti při 105 °C

ČSN 58 1329 Káva zelená

ČSN ISO 11294 Pražená mletá káva – stanovení obsahu vlhkosti

Za zelenou kávu se považují nesusšená semena kávovníku rodu *Coffea* zbavená pergamenové slupky. Praženou kávu je výrobek získaný pražením zelené kávy. Příměsemi pražené kávy zrnkové se mohou označovat kávová zrna přepražená, černá nebo světlá, která se po rozlomení vyznačují jinou vůní než kávovou.

Tab. 4 Rozdělení kávy na druh, skupiny a podskupiny

(<http://vfu-www.vfu.cz/vetleg/CD/predpisy/Potraviny/330-1997.htm>)

Druh	Skupina	Podskupina
káva	zelená	
	pražená	zrnková
		mletá
	extrakt	rozpustný
		instantní
		pasta
	tekutý	

Tab. 5 Smyslové požadavky na jakost kávy

(<http://vfu-www.vfu.cz/vetleg/CD/predpisy/Potraviny/330-1997.htm>)

Druh, skupina, podskupina	Vzhled	Barva	Vůně	Chuť
Pražená káva zrnková	pražená kávová zrna matná až s vyloučeným olejem na povrchu	kávově hnědá	Kávová	
Pražená káva mletá	Jednotně mletá	kávově hnědá	Kávová	
Kávový nálev			čistá kávová až výrazně ostrá	velmi jemná až výrazně ostrá kávová, hořká,
Kávový extrakt			čistá kávová až výrazně ostrá, karamelová	velmi jemná až výrazně ostrá kávová, hořká, nakyslá, karamelová

Tab. 6 Chemické a fyzikální požadavky na jakost kávy

(<http://vfuwwww.vfu.cz/vetleg/CD/predpisy/Potraviny/330-1997.htm>)

Druh, skupina, podskupina	Obsah kofeinu v suš. v %	Vodný extrakt v suš. % nejméně	Vlhkost v % nejvíce
Pražená káva	nejméně 0,6	22	5
Pražená káva bez kofeinu	nejvíce 0,1	19	5
Kávový extrakt rozpustný, instantní	nejméně 2,5	-	5
Kávový extrakt rozpustný bez kofeinu	nejvíce 0,3	-	5

Základní požadavky

Káva zelená nesmí být zatuchlá, napadená plísní a narušená vodou nebo lodním potem (havarovaná). Může v 1 kg obsahovat nejvýše 30 mrtvých škůdců propadajících sítím o velikosti ok 3 mm. Výskyt živých škůdců se nedovoluje u zelené kávy odděleně skladované po dobu nejvýše 3 měsíců. Dovoluje se výskyt živých roztočů a pisivek v počtu do 10 jedinců v 1 kg a brouků v počtu 2 jedinců v 1 kg, s výjimkou roztoče *Tyrophagus putrescentiae* a brouka *Araecerus Fasciculatus* (Mrázková, 2011).

3.6 Suroviny pro výrobu kávovin

3.6.1 Čekanka

Patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Čekanka (*Cichorium L.*) má osm druhů, z nichž nejvýznamnější je čekanka kořenová obecná (*Cichorium intybusL.*) (obr. 3) a čekanka salátová (*Cichorium endivia L.*), jejíž etiolované listy se používají jako zelenina. Čekanka se řadí do okopanin, je to rostlina s modrým, rychle uvadajícím kvítkem. Divoká čekanka roste téměř na všech kontinentech (Prugar, 2008).



Obr. 3 Čekanka obecná (<http://www.astroesoterickaspolecnost.estranky.cz>)

Chemické složení čekanky se podle různých autorů liší. Prugar a kol. uvádí, že bulva čekanky obsahuje 22 – 28 % sušiny, zbytek tvoří voda. Největší obsah sušiny je v horní části kořene, směrem dolů se její obsah snižuje. Největší podíl v sušině (asi 22 %) zaujímají látky, které řadíme mezi sacharidy. Jsou to zejména inulin (15 - 18 %), dále sacharóza (0,5 – 1,5 %), fruktóza (0,7 – 1,5 %) a glukóza (0,01 – 0,04 %). V sušině se pak nachází také tuky (0,35 %), proteiny (1 %), vláknina (1,4 %) a popeloviny (1,3 %). Majoritní složkou sušiny v čekance je inulin (10 – 45 %), dále fruktooligosacharidy, pektin, vláknina a levulóza. Minoritní složky jsou pak triterpenoidy a terpenické laktony, nenasycené steroly a fenolové antioxidanty (deriváty kyseliny kávové, ferulové a sinapové, flavonoidy a kumariny). Za hořkou chuť kořenů, ale i nadzemních částí rostliny je zodpovědný protokatechový aldehyd, seskviterpenové laktony (laktucin a laktukopikrin) a přispívá k ní rovněž i glykosid intybin (0,1 %) (Prugar, 2008).

3.6.1.1 Čekanková kávovina

Poprvé byla v Čechách vyrobena cikorka z pražené čekanky v Mochtíně u Klatov na počátku 19. století. V České republice se začala čekanka pěstovat až od roku 1887. Kořeny čekanky vypěstované u nás se používají výhradně na výrobu kávových náhražek. Čekanka má velké uplatnění především díky velkému obsahu zdraví prospěšného inulinu, který má důležitou úlohu také při pražení, kde se směs inulinu a inulidů mění na fruktózu a dochází ke karamelizaci a cikorka tak získává své typické

aroma. Takto upravená cikorka obsahuje přes 70 % látek rozpustných ve vodě, získá příjemnou nahořklou chuť, vůni a kávovou barvu. (Martin, 2004).

3.6.2 Obiloviny

Pšenice špalda

Pšenice špalda (*triticum spelta L.*) se vyznačuje především svou vysokou nutriční hodnotou. Díky většímu podílu aleuronové vrstvy obsahuje vyšší počet bílkovin, který se pohybuje v rozmezí 13,5 – 19 %. Oproti pšenici seté obsahuje pšenice špalda vyšší množství některých esenciálních aminokyselin (tab. 6).

Tab. 7 Obsah aminokyselina v pšenici špaldě (Prugar, 2008)

Aminokyseliny	Pšenice špalda	Pšenice setá
	g/100 g proteinu	
Leucin	9,0	6,0
Methionin	4,0	2,4
Fenylalanin	7,0	5,0
Lysin	2,8	3,4

Pšenice špalda obsahuje také vyšší množství některých vitaminů, především thiaminu, riboflavinu a niacinu. Důležitý je i obsah B-karotenu a thiokyanátu. Co se týče využití pšenice špaldy, na trhu je spousta výrobku jako např. loupaná špalda, špaldové těstoviny, vločky, extrudované špaldové výrobky, špaldové pivo a káva.

Ječmen setý

Ječmen setý (*Hordeum vulgare L.*) je druhou nejstarší zemědělsky pěstovanou obilninou na světě. Přičemž první je pšenice. Ječmen se dělí na jednotlivé kovariety, mezi něž patří ječmen víceřadý, ječmen přechodný a ječmen dvouřadý. Do dvouřadých ječmenů patří většina sladovnických odrůd (Moudrý et al., 2011).

Ječné zrno je tvořeno z 12 – 14 % vodou. Největší podíl zrna zaujímají sacharidové sloučeniny, z nichž je v největším množství zastoupen zásobní polysacharid škrob (60 – 65 %) tvořený dvěma základními složkami – amylozou (25 %) a amylopektinem (75 %). Z nízkomolekulárních sacharidů je to sacharóza, rafinóza, maltóza, glukóza a fruktóza. Neškrobové polysacharidy zaujímají (10 – 14 %) zrna a nachází se zde celulóza, hemicelulóza a lignin. Hemicelulóza obsahuje velké množství β glukanů, které

pozitivně ovlivňují snižování krevního cholesterolu a omezují nárůst hladiny glukózy v krvi po jídle (Kubalová, 2014).

Lipidy tvoří 2 – 9 % ječného zrna. Z vitamínů, které se nachází zejména v aleuronových vrstvách, jsou nejvíce zastoupeny vitaminy skupiny B, vitamin C, k. pantotenová a nikotinová (tab. 8).

Tab. 8 Obsah živin ječmene setého (Kubalová, 2014)

Živiny	Množství ve 10g
Energie (kcal)	354
Voda (g)	9,44
Bílkoviny (g)	12,48
Lipidy (g)	2,3
Sacharidy (g)	73,48
Cukry (g)	0,8
Vláknina (g)	17,3
Minerální látky (mg)	
Ca	33
Mg	133
P	264
K	452
Na	12
Vitamíny (mg)	
Thiamin	0,646
Riboflavin	0,285
Niacin	4,604
Piridoxin	0,318
Kyselina listová	19
Vitamin E	0,57

Žito seté

Žito seté (*Secale cereale L.*) řadíme k nestarším zemědělským kulturním plodinám, které se pěstují pro lidskou výživu. Chemické složení žitného zrna určuje jeho technologickou a nutriční hodnotu. Obsah bílkovin je 9 – 12 %, avšak ten není z technologického hlediska tak významný jako u pšenice. Ze sacharidů, které tvoří základní složku žitného zrna, je nejvíce zastoupený škrob (60 %). Jednoduché sacharidy jako je fruktóza, sacharóza a maltóza tvoří asi 8 – 9 % obsahu. Žito obsahuje velké množství antinutričních látek, které zhoršují stravitelnost. V nejvýznamnější množství

se objevují alkylresorcinoly, lokalizované převážně ve vnějších částech zrna a otrubách. Obsah těchto látek tepelnou úpravou klesá. Mezi další antinutriční látky žita můžeme zařadit také kyselinu fytoovou, která tvoří komplexy s minerálními látkami a tím zabraňuje jejich vstřebávání a kyselinu ferulovou, která se váže na esenciální kyseliny a zabraňuje jim jejich využití (Prugar, 2008).

Obsah živin žita setého je dále popsán v tab. 9.

Tab. 9 Obsah živin žita setého (Kubalová, 2014)

Živiny	Množství ve 100 g
Energie (kcal)	338
Voda (g)	10,6
Bílkoviny (g)	10,34
Lipidy (g)	1,63
Sacharidy (g)	75,86
Cukry (g)	0,98
Vláknina (g)	15,1
Minerální látky (mg)	
Ca	24
Mg	110
P	332
K	510
Na	2
Vitaminy (mg)	
Thiamin	0,316
Riboflavin	0,251
Niacin	4,27
Piridoxin	0,294
Kyselina listová	38

3.6.2.1 Obilná káva

Pražení obilovin nemá tak dlouhou tradici jako pražení čekanky. První zmínky pochází ze 17. století. Po dlouhou dobu byla kvalita pražených obilovin horší než kvalita čekanky. Až po zavedení máčení obilovin došlo k výraznému zlepšení kvality obilné kávy.

K popularizování obilné náhražky kávy došlo na konci 19. století pastorem Sebastianem Kneippem, kdy byl na trh uváděn první výrobek tohoto druhu pod značkou „Zdravé kávy pastora Kneippa“ (Clarke, 1985).

Jednalo se o směs kávy s karamelizovaným sladem. Výroba sladu probíhala obdobně jako u sladu pivního. Zrna byla nejdříve vyčištěna, máčena, po nabobtnání začala klíčit a dále následoval proces hvozdění při teplotě 50 – 75 °C. Po konci hvozdění následovalo odstranění klíčků a pak už samotné pražení. Maximální poptávky obilné kávy se dosahovalo během druhé světové války a v poválečném období (Martin, 2004).

3.6.3 Luskoviny

Luskoviny jsou jednoleté druhy rostlin čeledi *Fabaceae* – bobovité. Pro potravinářské účely se používá téměř 60 domestikovaných druhů, ale pouze malá část z nich má větší rozšíření. V ČR je konzumace luskovin přibližně 2 kg /osoba/rok. Luskoviny slouží k lidské spotřebě již několik tisíciletí. Většina druhů pochází z Asie, některé ze Střední a Jižní Ameriky. Přičemž nejstarší luskovinou je čočka (Moudrý et al, 2011).

Vyluštěná zralá semena luskovin se nazývají luštěniny. Luštěniny jsou z hlediska výživového velmi hodnotnou potravinou. Jsou významným zdrojem bílkovin (20 – 25 %, sójové boby až 40 %) (tab. 10). Dále obsahují řadu vitaminů skupiny B, zejména thiamin, riboflavin, nikotinovou a listovou kyselinu, některé minerální látky (Ca, Fe, P, K, Zn, Mg, Cu, Mn) a vlákninu (Prugar, 2008).

Pro kávové náhražky jsou nejvíce používanými luskovinami hrách setý, sója, cizrna a vikev.

Tab. 10 Obsah základních živin v luštěninách (<http://www.alfabio.com>)

Luštěnina	Obsah základních živin vyjádřený v g/100g					
	Bílkoviny		Sacharidy		Tuky	Minerální látky
	celkově	esenciální AMK	celkově	Vláknina	celkově	
Sója	35,4	12,4	26	15,2	18,7	4,9
Hrách	23,2	9,6	60,5	14	1,3	2,8
Fazole	22,2	10,1	59,7	16	1,6	3,9
Čočka	24,2	9,5	58	11,4	1,2	3,1
Cizrna	20	8	59,4	11,8	4,6	3,7

3.6.3.1 Luštěninová káva

Luštěniny mají při výrobě kávových náhražek dlouhodobou tradici a jejich pražení bylo známé již před napoleonskou blokadou. Mají velmi dobré smyslové vlastnosti, ale krátkou dobu trvanlivosti (Vtípil, 2009).

Jednou z nejznámějších surovin pro výrobu luštěninové kávy byla již od 18. století známá pražená cizrna, které se říkalo Café France. V Bulharsku se cizrnové kávovině říkalo „leblebija“ a vyznačovala se dlouhou výdržností pěny. V SSSR byly nejoblíbenější surovinou pro výrobu luštěninové kávy sojové boby, které se přidávaly do osmi různých směsí kávovin. Pražení luštěnin probíhá při teplotě 150 – 180 °C po dobu 40 – 60 minut (Martin, 2004).

3.6.4 Žaludy

Žaludy jsou plody listnatého a opadavého stromu – dubu. Dub je statný strom dorůstající do výše až 45 m. Koruna je široce rozvětvená, tvořená různorodě uspořádanými větvemi (Kremer, 2006).

Žalud je nažka, která je dlouhá 2 – 3 cm a do 2/3 je krytá miskovitou číškou. Žaludy zrají 6 – 24 měsíců a většinou dozrávají v září až říjnu. Obsahují mnoho významných látek, jako jsou bílkoviny, tuky, uhlohydráty, vitaminy a minerální látky (Pokorný et al., 1990).

Plody dubu jako náhražka kávy byly poprvé uvedeny v roce 1774. Zpočátku byla žaludová káva díky jejímu složení a léčivým účinkům, které pomáhají při průjmech a střevních onemocněních, určena hlavně pro děti.

Žaludy se často používaly pro přípravu tzv. umělé kávy, kdy se upražené žaludy, obilí a kávové slupky jemně rozemlely, napustily lihovým výtažkem z pravé kávy a vypracovala se tuhá hmota, která často přispívala k falšování kávy. Oproti jiným druhům kávovin má žaludová káva slabé aroma, vysoký obsah tříslovin a je cítit spáleninou (Burianová, 2014).

3.7 Výroba a pražení kávovin

Jednotlivé části rostlin, nejčastěji zrna nebo kořeny, se nejprve navlhčí a dále praží do mírně světlé barvy. Nižší barvivost se zvýší přidáním připálených sladových klíčků,

čímž se získá kávovinový odvar kávové chuti a vůně. Při delším pražení má odvar tmavší barvu a vzniká hořká chuť bez vhodného aroma. Surovina pro výrobu musí být dokonale očištěna, následně se krájí a praží. Pražení je nejdůležitější část výroby kávovin. Pražení probíhá při teplotě až 220 °C. Pro správně upraženou kávovinu je nutné znát vstupní kvalitu suroviny a nastavit tak správné podmínky pražení, které je nutné po celou dobu řádně dodržovat a kontrolovat (Augustin, 2003).

Na konci pražení má mít surovina hnědý povrch a vnitřní část mírně vláčnou. Upražený produkt se rozprostírá na volné plochy, kde se nechává odležet a „dojít“. Po úplném vychladnutí je třeba znovu čištění a následně pomletí na různou zrnitost (mouka, krupice, šrot). Takto pomleté suroviny se dále upravují podle požadavků na příslušný tržní druh. Hotová směs se napařuje a plní do vhodných obalů (Kadlec et al., 2002).

V některých výrobních závodech se mohou pražit suroviny na kávoviny i suchou cestou, bez vlhčení v moderních mechanických pražičích. Pražicí proces je rychlejší a podle názoru některých znalců získávají kávoviny vyšší kvalitu. Takto upražená kávovina má i vyšší extrakční schopnost

3.8 Požadavky na jakost a zdravotní nezávadnost kávovin

U smyslových požadavků posuzujeme u kávovin a kávovinového nálevu vzhled, barvu, vůni a chuť. Smyslové, fyzikální a chemické požadavky jsou uvedeny v tab. 10 a 11. Kávovinový nálev (odvar) se posuzuje přefiltrovaný a ještě horký.

Tab. 11 Rozdělení kávovin na skupiny a podskupiny

(<http://vfu-www.vfu.cz/vetleg/CD/predpisy/Potraviny/330-1997.htm>)

Druh	Skupina	Podskupina
Kávoviny	pražené	jednodruhové nebo směsi
	instantní	směsi s kávou
	rozpuštěné	směsi s jinými složkami

Tab. 12 Smyslové požadavky na jakost kávovin

(<http://vfu-www.vfu.cz/vetleg/CD/predpisy/Potraviny/330-1997.htm>)

Druh, skupina, podskupina	Vzhled	Barva	Vůně	Chuť
Kávovina	zdravá, čistá, odpovídající použité surovině	hnědá až tmavě hnědá, popřípadě se světlejšími částicemi suroviny	kávovinová	
Kávovinový nálev	jiskrný nebo lehce zakalený		kávovinová částečně karamelová, typická po surovině	kávovinová částečně karamelová, typická po surovině

Tab. 13 Fyzikální a chemické požadavky na jakost kávovin

(<http://vfu-www.vfu.cz/vetleg/CD/predpisy/Potraviny/330-1997.htm>)

Druh, skupina, podskupina	Vodný extrakt v sušině % nejméně	Vlhkost % nejvýše	Popel v sušině % nejvýše	Minerální příměsi % nejvýše
Kávovinová směs	46	10	6	1
Cikork. Kávovina	60	10	6	3
Obilná kávovina	25	5	7	2,5
Fíková kávovina	50	18	5	2,5
Kávovinový extrakt s výjimkou cikorkového extraktu	-	6	-	-

Na kontrolní stanovení se berou minimálně tři balení, nejméně však 600 g vzorku. Kávoviny volně sypané jsou vzorkovány namátkově z různých odběrových míst a před kontrolními stanoveními se dokonale homogenizují tak, aby vzorek měl 600 g. Mikroskopické stanovení je děláno podle podrobných požadavků a stanovených návodů. Sleduje se přítomnost mikroskopických organismů, s potenciálně možnou produkcí závadných toxinů apod (Augustin, 2003).

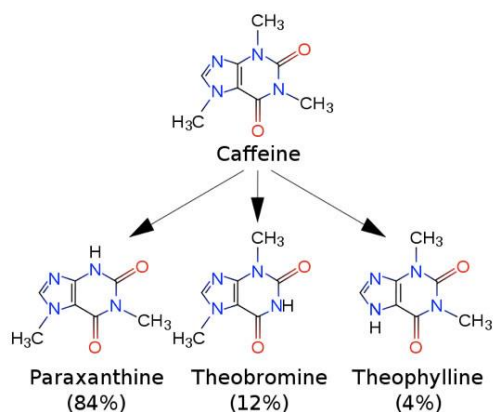
3.9 Nejdůležitější obsahové látky kávy a kávovin a jejich zdravotní aspekty

3.9.1 Kofein

Kofein objevil v roce 1820 německý chemik Friedlieb Ferdinand Runge. Ten má svoji zásluhu také v popisu účinků kofeinu na lidský organismus. V čisté formě je kofein ve formě bílých jehlicových krystalků, je velmi hořký a zcela bez zápachu. Rozpouští se snadno ve vroucí vodě a v chloforofmu. (Žáček, 1960).

Kofein se nenachází jen v kávě, ale v celé řadě dalších rostlin. Jeden z dalších významných donorů kofeinu jsou například čajové lístky. Kofein je nejznámější purinový alkaloid složený z pirimidinu a imidazolu. V jemně pražené kávě arabika se nachází zhruba 1,3 % kofeinu, v robustě cca 2,4 %. V jednom šálku kávy (0,5 – 1,5 dl) se nachází přibližně 50 – 200 mg kofeinu. Největší koncentrace je v těle asi 30 minut po vypití kávy. Kofein se metabolizuje v játrech, kde se převede do tří forem:

1. Paraxanthine - přičiny lipolýzy, zvyšuje glycerol a volné mastné kyseliny v krevní plazmě
 2. Theobromine - způsobuje dilataci krve a zvyšuje objem moči
 3. Theophylline - uvolňuje hladké svalstvo (Struncová, 2011)
- (Sharbaf, 2013)



Obr. 4 Kofein (<http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Metabolites.jpg>)

Mechanismus účinku kofeinu spočívá v inhibici fosfodiesterázy, enzymu, rozkládajícího cAMP. Ovlivňuje také hladinu intracelulárního kalcia a působí antagonisticky na adenosinových receptorech. Adenosin v centrální nervové soustavě

působí neuromodulačně – může hyperpolarizovat neurony a inhibovat uvolňování neurotransmiterů. Tím se vysvětluje budivý efekt kofeinu.

Účinky kofeinu

Kávu pijí miliony lidí na celém světě zejména pro její již zmiňované povzbuzující psychostimulační účinky, a i když káva obsahuje návykovou látku kofein, není považována za drogu.

Kofein zvyšuje bdělost, pozornost, duševní vnímavost, pocit vitality, schopnost zapamatovat si a přemýšlet; zlepšuje i psychomotorický výkon. Snižuje únavu a spavost a zabraňuje usnutí. Povzbuzující účinek však může být velmi rozdílný a závislý na množství a způsobu přípravy kávy, na individuální snášenlivosti a řadě dalších faktorů. U starých lidí a někdy u hypertoniků může kofein paradoxně usnutí ulehčit (Kyselá, 2007).

Podle nových studií snižuje několik šálků denně riziko vzniku Parkinsonovy choroby. Kofein ovlivňuje oblasti mozku, které produkují dopamin, látku, jež chrání proti této chorobě. Další studie naznačují, že pití kávy může snížit riziko kardiovaskulárních nemocí a některých druhů rakoviny (Cernivec, Stephanie, 2013).

U kofeinu je prokázáno, že zvyšuje obsah aminokyseliny homocysteinu v krvi, který je spojen s větším rizikem srdečního infarktu. Významné je také působení na žaludeční sekreci. Kofein zvyšuje vyplavování HCl prostřednictvím ovlivnění množství cAMP i kalciových iontů, to je provázeno rizikem vzniku peptických vředů. Spotřeba kofeinu je také spojena se sníženou absorpcí vitamínu B, zvýšení ztráty vápníku a tím většího rizika osteoporózy a snížení schopnosti vstřebávat železo z potravy. Kofein u těhotných matek prochází přes placentu a může potenciálně ovlivnit expresi genů životně důležitých pro rozvoj jedince (Štefcová, 2010).

Pravidelné pití kávy může vést k toleranci, což se výrazně projevuje na kardiovaskulárním systému – u osob, které nejsou zvyklé pít kávu, dochází k vzestupu krevního tlaku, ale u osob, které kávu pijí pravidelně, k tomu již nedochází (Wierzejska, 2016).

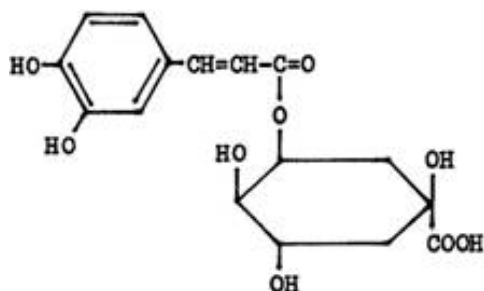
U silných pijáků kávy (5 a více šálků denně) se může objevit závislost na kofeinu a abstinenční syndrom při pokusu o redukci nebo eliminaci příjmu kávy. Mezi nejčastější příznaky patří bolest hlavy, podrážděnost, letargie, únava, zhoršená

pozornost a psychomotorický výkon. U některých osob může být přítomna také mírná úzkost nebo deprese. U lidí, kteří přijímají vysoké dávky kofeinu, ať již v kávě nebo jiných nápojích, se může objevit tzv. kofeinismus, trvalejší stav charakterizovaný nesoustředěností, roztěkaností, nervozitou, nespavostí a tělesnými příznaky (tachykardie, průjem), který může být těžko odlišitelný od úzkostné poruchy (Thelander et al, 2010).

Akutní otrava se projevuje pocitem úzkosti, zrychlením pulsu, neklidem, nespavostí a bolestmi hlavy. Mohou se objevit také přeludy, halucinace a trvalé nucení na močení. Při dlouhodobém užívání většího množství kofeinu také může vznikat chronická otrava, při které jsou poruchy trávení, nechutenství, trvalý neklid, nespavost. Časté jsou také děsivé sny, stavy úzkosti a třes rukou a celého těla. Nálada je stísněná až depresivní. Při intoxikaci je třeba zabezpečit větrání, umístit do stabilizované polohy a vyvolat zvracení.

Smrtelná dávka kofeinu činí při orálním užití 150 mg/kg, což je asi 10 g pro dospělého člověka. To odpovídá 50 – 200 šálkům kávy (Strunecká, 2012).

3.9.2 Kyselina chlorogenová



Obr. 5 Kyselina chlorogenová (<http://www.ped.muni.cz/>)

První zmínka o sloučenině byla uveřejněna v roce 1837. Termín kyselina chlorogenová byl používán od roku 1846 (Mullen, 2013).

Kyselina chlorogenová, neboli 5-caffeoylchinová se řadí do skupiny polyfenolických kyselin s antioxidační aktivitou).

Tato kyselina se nachází hlavně v kávě, bramborách a mnoha dalších druzích zeleniny a ovoce (Slanina a Táborská, 2004) (Fadrhoncová, 2009).

Chlorogenové kyseliny se tvoří v rostlině kávovníku esterifikací trans-skořicových kyselin (hlavně kávové, ferulové a *p*-kumarové kyseliny) s hydroxylovými zbytky

kyseliny chinové. Během pražení se až polovina chlorogenových kyselin degraduje. Podléhají Maillardově reakci a vznikají hnědě zbarvené antioxidační polymery melanomy. Některé podléhají dehydrataci a vznikají hořce chutnající laktony kyseliny chlorogenové (Davies, 2011)(Mullerová, 2013).

Zelené kávové zrno může obsahovat až 5 derivátů kyseliny chlorogenové. Je to kyselina kafeoylchinová (CQA), dikafeoylchinová (diCQA), feruoylchinová (FQA), p-kumaroylchinová (CoQA) a kafeoylferuoylchinová (CFQA). Mnohé studie říkají, že laktony kyseliny chlorogenové způsobují v kávě hořkost. V robustě je těchto laktonů více a proto je také charakterizována vyšší hořkostí. Následující tabulka ukazuje deriváty kyseliny chlorogenové vybraných druhů kávy. Pražení bylo vykonané při 205 °C

Tab. 14 Efekt pražení na kávové zrno a změny v množství kyseliny chlorogenové (g/kg sušiny) (Ježovičová, 2015)

Káva	Chlorogenová kyselina	Zelená káva	Způsoby pražení			
			Světlé (7 min)	Střední	Tmavé (13 min)	Velmi tmavé (19 min)
Arabica (Guatemala)	Celkové množství 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
	Celkem	68,77	26,88	22,21	7,71	2,42
Robusta (Uganda)	Celkové množství 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
	Celkem	88,04	35,44	20,74	6,15	1,76

CQA=kafeoylchinová kyselina

diCQA=dikafeoylchinová kyseliny

5-FQA=5 feruoylchinová kyselina

Kávové zrno je jedním z nejbohatších zdrojů kyseliny chlorogenové. Množství závisí od způsobu pražení a od extrakčních podmínek. V kávě arabica se nachází 6 – 7 % a v kávě robusta cca 10 %. Šálek kávy obsahuje 50 – 150 mg kyseliny.

Kyselina chlorogenová hraje významnou roli při tvorbě chuti, která se vytváří v průběhu celého procesu pražení. Produkce kyseliny v rostlině je zahájena několika faktory. Jde o změnu podmínek prostředí, stres rostliny nebo napadnutí škůdci. Proto

má robusta vyrůstající v drsnějších podmínkách téměř dvakrát více kyseliny chlorogenové než arabica (Štefcová, 2010).

Kyselina chlorogenová chrání buňky těla před předčasným stárnutím a působí jako antioxidant, kdy chrání organismus před poškozením volnými radikály. Tento účinek byl prokázán ve studii publikované ve Food Research International, kde byly aplikovány různé koncentrace zelené kávy a kyseliny chlorogenové na buňky a sledoval se jejich účinek, při kterém došlo k výraznému snížení reaktivních forem kyslíku a tím k významné ochraně buněk proti oxidačnímu stresu (BAEZA, G,et.al, 2014)(Ribeiro et.al., 2014).

Basoli et al.(2008) analyzovali účinky kyseliny chlorogenové (CA) na vylučování glukózy z jater, na koncentraci krevní glukózy a na glukózovou toleranci. Rovněž byl hodnocen příjem CA v játrech a její účinky na jaterní katabolismus aktivity L-alaninu a glukózy-6-fosfatázy (G-6-Pase). V experimentech s perfúzí jater inhibovala CA (1 mM) asi 40 % aktivity G-6-Pase ($p < 0,05$) v mikrozomální frakci hepatocytů, ale žádný účinek nebyl zjištěn na tvorbu glukózy z glukoneogeneze ani na katabolismus L-alaninu při různých koncentracích CA (0,33; 0,5 a 1 mM). Podobně rovněž selhalo intravenózní podávání CA, neboť nevyvolalo snížení hladiny glukózy v krvi. CA však zapříčinila významné snížení ($p < 0,05$) vrcholu glukózy v plazmě za 10 a 15 minut během orálního glukózového tolerančního testu, zřejmě v důsledku oslabení absorpce glukózy ve střevech, což naznačuje možnou úlohu CA jakožto látku snižující glykemický index a rovněž může snižovat riziko vývoje diabetu 2. typu.

Kyselina chlorogenová je důležitý meziprodukt při biosyntéze ligninu, který je také antioxidant a může přispět k ošetřování aterosklerózy a ischemických onemocnění. Hao et al. (2016) popsali vlastnosti kyseliny chlorogenové jako inhibitor aktivity nádorového bujení. Kyselina chlorogenová rovněž snižuje hladinu cholesterolu v krvi alkoholiků stimulací sekrece žlučových kyselin.

3.9.3 Zdravotní aspekty při konzumaci kávovin

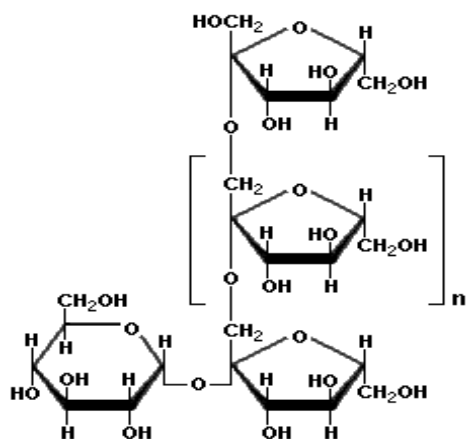
Kávové náhražky jsou zdravější a vhodnější variantou zejména pro lidi, kteří kofein z nějakého důvodu konzumovat nemohou. Do této skupiny patří například těhotné a kojící ženy, osoby trpící vysokým krevním tlakem a žaludečními vředy nebo děti.

Na druhou stranu však některé kávové náhražky obilného původu mohou být rizikem pro lidi trpící celiakií (Dohnalová, 2013).

Nejvíce prozkoumané zdravotní aspekty jsou u čekankové kávoviny. Kořen čekanky má v evropském léčitelství dlouhou tradici a má příznivé účinky při různých trávicích obtížích, při léčbě dyspeptických obtíží, pro zlepšení apetitu nebo pro podporu funkce jater a diurézy. Jsou známy také některé studie o vlivu na osteoartrózu a antitrombotický efekt. Tyto účinky jsou přisuzovány zejména chemickému složení čekanky, protože kořen obsahuje řadu hořkých seskviterpenů. Přičemž jednou z nejznámějších a nejdůležitějších látek čekanky je inulin (Úlehlová, 2009).

Inulin (obr. 6) představuje jednu ze základních složek čekankového kořene. Je to hydrokopolický bílý prášek bez chuti a zápachu, špatně rozpustný ve studené vodě, který se používá jako výživa pro diabetiky. Inulin je polysacharid a řadí se do skupiny přírodních fruktanů. V tlustém střevě se uplatňuje jako prebiotikum. Inulin prochází prakticky beze změny tenkým střevem až do tlustého, kde je poté fermentován bakteriemi přítomnými v této části gastrointestinálního traktu. Při fermentaci dochází k produkci kyseliny mléčné a dalších karboxylových kyselin s krátkým řetězcem. Fermentace inulinu v tlustém střevě způsobuje selektivní růst bifidobakterií, a tím dochází k redukci počtu jiných nepříznivých bakterií (bacteroides, fusobakterie, klostridie atd.). Tento efekt bývá označován jako prebiotický. Dále inulin pozitivně ovlivňuje vstřebávání Ca. Při fermentaci oligosacharidů dochází ke zlepšení biologické dostupnosti vápníku, což vede ke zvýšení vstřebávání v tlustém střevě. Rovněž má inulin vliv na snížení hladiny triacylglycerolů, který je vysvětlován snížením aktivity lipogenních enzymů v játrech, dále na snížení inzulinemie a glykémie (Kubalová, 2015).

Na rozdíl od kávy, kávoviny tělo neodvodňují. Jsou díky jejich vysokému obsahu vlákniny vhodné pro osoby trpící žaludečními vředy, pomáhají udržovat stálé pH v tlustém střevě, pročišťují organismus a obsahují větší množství vitamínu B



Obr. 6 Inulin (<http://www.scientificpsychic.com>)

3.10 Některé komerčně dostupné druhy kávy a kávovin

Pražená káva

Do České republiky se dováží velké množství různých druhů kávy, zelené kávy i kávovin.

Nejoblíbenější a nejrozšířenější pražené kávy, které lze najít ve většině českých kaváren i spotřebitelských sítích, jsou kávy italské. Způsoby přípravy mohou být odlišné. Nejznámější je espresso, espresso doppio, lungo, cappuccino, caffè macchiato, latte, latte macchiato, americano aj.

Mezi nejznámější značky pražených káv patří:

Segafredo, Illy, Lavazza, Lucaffè, Varnesia

Instantní káva

Čím dál více rozšířené jsou v ČR také kávy instantní. První rozmach výroby instantní kávy nastal v roce 1938 firmou Nescafé, která dodnes dominuje trhu s instantní kávou a zaujímá 50 % tržního podílu.

Instantní káva se vyrábí sušením vyextrahovaných mletých pražených zrn kávovníku. Silný kávový extrakt se za vysokých teplot (100 °C) zprudka zchlazuje na 4 °C. Právě na způsobu a technice zchlazení je závislá další kvalita kávy. Do obchodních sítí se káva dodává ve formě prášku nebo granulí. Mezi nejznámější instantní kávy konzumované v ČR patří například Nescafé, Douwe Egberds, Vellvet, Tchibo, Jacobs, Jihlavanka aj.

Zelená káva

V České republice jsou stále více konzumované kávy zelené, které jsou oblíbené hlavně díky vysokému obsahu kyseliny chlorogenové, která je důležitý antioxidant a podporuje organismus ve snižování hmotnosti.

V obchodech či lékárnách jsou dostupné v mnoha podobách. Od kávových zrn například u kávy Brazílie Santos, přes tablety, které vyrábí firma Diamond nebo Jankar až po čajové sáčky vyráběné například ve společnosti Sonnentor.

Kávoviny

Nejznámější a největší společností v ČR, která se zabývá výrobou kávových náhražek, je firma Kávoviny a.s. se sídlem v Pardubicích. Tato firma byla založena již v roce 1896 a mezi její nejznámější výrobky patří Karo, Kávička, Melta, Vitakáva, Žitovka, Vita-Melta aj.

Další známé kávoviny konzumované v ČR jsou například Caro a Caro Ricoré od firmy Nestlé, Špaldové kafe od Biolinie a Inka od firmy Grany.

Další dostupné druhy pražené kávy, zelené kávy a kávovin s přídavkem instantní kávy jsou podrobněji popsány v kapitole 4.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Použitý materiál

Pro praktickou část diplomové práce bylo vybráno 9 vzorků. Vzorky byly rozděleny do tří skupin. 3 byly kávy zelené 100% Arabica, 3 kávy pražené 100% Arabica a 3 kávoviny s přidavkem instantní kávy. Charakteristiky vzorků jsou popsány níže.

Tab. 15 Vzorek 1 – 3 – Zelená káva

Číslo vzorku	Země původu	Odrůda	Složení	Cenová relace
Vzorek č. 1	Kolumbie	Bourbon	Arabica 100%	90 Kč/100g
Vzorek č. 2	Brazílie	Bourbon	Arabica 100%	70 Kč/100g
Vzorek č. 3	Kolumbie	mix	Arabica 100%	120 Kč/100g



Obr. 7 vzorky zelené kávy

Tab. 16 Vzorek 4 – 6 – Pražená káva

Číslo vzorku	Země původu	Složení	Cenová relace
Vzorek č. 4	Ethiopie	Arabica 100%	100 Kč/100g
Vzorek č. 5	Německo	Arabica 100%	50 Kč/100g
Vzorek č. 6	Itálie	Arabica 100%	60 Kč/100g



Obr. 8 Vzorky pražené kávy

Tab. 17 Vzorek 7 – 9 – kávovina s přidavkem instantní kávy

Číslo vzorku	Země původu	Složení	Cenová relace
Vzorek č. 7	Polsko	Ječmen, žito, čekanka (70 %), Instantní káva (30 %)	45 Kč/100g
Vzorek č. 8	ČR	Ječmen, žito, čekanka (70 %), Instantní káva (30 %)	40 Kč/100g
Vzorek č. 9	Slovensko	čekanka (40 %), Instantní káva (60 %)	60 Kč/100g



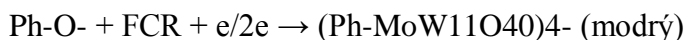
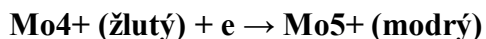
Obr. 9 Vzorky kávovin s přidavkem instantní kávy

Příprava vzorků

Vzorky na všechny analýzy byly připraveny stejným způsobem a to navážením 7 g kávy na analytických vahách s přesností na 2 desetinná místa. Vzorky byly dále spařeny a vyextrahovány 100 ml destilované vroucí vody a za občasného míchání se nechaly 5 minut vyluhovat. Pro stanovení celkových polyfenolů, kofeinu a kyseliny chlorogenové se vzorky dále přefiltrovaly přes skládaný filtr.

4.2 Stanovení celkových polyfenolů

Pro stanovení celkových polyfenolových sloučenin byla použita Folin – Ciocalteuova metoda (dále FCM). Základem metody je oxidace fenolů molybdáto – wolframátovým reagentem, při níž se tvoří barevný produkt s absorpcí λ_{\max} 745 – 750 nm. Metoda je založena na redukcí fosfowolframáto – fosfomolybdátového komplexu, složení $(\text{PMoW}_{11}\text{O}_{40})^{4-} / (\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HCl}$ (Folin – Ciocalteuův reagent, dále FCR). Předpokládá se, že molybden je v tomto komplexu snadněji redukován a nastane elektronový transfer mezi reduktantem (fenolátový anion, Ph-O^-) a Mo^{4+} .



Reakce je nespecifická pro fenolové látky a FCR může být redukován i mnoha nefenolovými sloučeninami (kyselinou askorbovou, ionty Cu^+ aj.). Fenolové sloučeniny reagují jen v alkalickém prostředí (cca $\text{pH} = 10$). Disociací fenolového protonu vzniká fenolátový anion, který je schopný redukovat FCR. FCR je nezávislý na struktuře fenolové sloučeniny, což vylučuje možnost tvorby koordinačního komplexu tvořeného mezi kovovým centrem a fenolovými sloučeninami. Při kyselém pH reakce probíhá pomalu a ztrácí specifitu.

Použitelnost metody

Metoda je používána pro měření celkových koncentrací fenolových látek v přírodních produktech, vzorcích zeleniny a ovoce, zrnin, ovocných šťáv, piva, vína, kávy aj.

Přístroje a pomůcky

- Spektrofotometr SPEKOL 11, Carl weiss Jena
- Kyvety 1 cm, mikropipeta, analytické váhy, laboratorní sklo, filtrační papír

Chemikálie

- Folin-Ciocalcu reagent FCR (10x ředěný), PENTA, Chrudim
- Uhličita sodný Lach-Ner, s.r.o. co
- Kyselina ferulová SIGMA CHEMICAL

Pracovní postup

Nejdříve byla provedena kalibrace na kyselinu ferulovou. Kalibrační křivka byla zhotovena dle standardu kyseliny ferulové o koncentracích 150, 250, 350, 450 mg/l.

Bylo napipetováno 1 ml FCR (10x ředěného demineralizovanou vodou) a 40 µl vzorku do zkumavek, následně byly všechny zkumavky promíchány a reakce probíhala přibližně 10 min. Pak bylo přidáno 800 µl 7,5% roztoku uhličitanu sodného v demineralizované vodě. Vzorky byly inkubovány při laboratorní teplotě 30 min následně ještě 10x zředěny. Poté byla změřena absorbance při 580 nm proti slepému pokusu (místo vzorku přidáno 40 µl vody).

Každý extrakt kávy byl poměřen 3krát a ze získaných hodnot byl vypočten aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Výpočet celkového obsahu polyfenolů byl proveden s použitím kalibrační křivky standardu kyseliny ferulové. Celkové porovnání všech vzorků bylo provedeno za pomoci analýzy variance (ANOVA) a rozdíly průměrů byly označeny tukeyovým testem na hladině významnosti ($P < 0,05$).

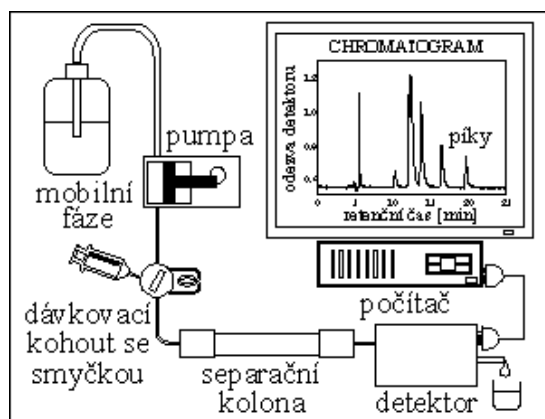
4.3 Stanovení kofeinu a kyseliny chlorogenové metodou HPLC

Chromatografie je analytická fyzikálně-chemická separační metoda. Využívá distribuce látek mezi mobilní (pohyblivou) a stacionární (nepohyblivou) fází. Chromatografie se dělí dle několika hledisek, podle povahy mobilní fáze (plynová, kapalinová), způsobu provedení (kolonová, plošná), principu separace (rozdělovací, adsorpční, iontově výměnná, gelová).

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) se využívá k separaci různých druhů látek. Separace probíhá v separační koloně, která obsahuje stacionární fází (sorbent) a mobilní fází (eluent). Vzorek je nesen mobilní fází kolonou a jednotlivé

složky vzorku se separují podle své afinity ke stacionární fázi. Doba, kterou separovaný vzorek setrvává v koloně, závisí na velikosti interakcí a určuje pořadí, v němž se složky vzorku eluují. Čím větší je interakce se stacionární fází, tím větší má složka retenční čas a tím později vychází z kolony. Analyty vycházející z kolony jsou detekovány a výsledkem chromatografické separace je eluční křivka, tzv: pík. Eluční křivka vyjadřuje závislost odezvy detektoru na čase nebo objemu proteklé mobilní fáze. Eluční čas či objem daného analytu se pak porovnává s elučním časem a objemem standardu měřených za stejných podmínek. Množství analytu je pak úměrné ploše pod píkem (Mullerová, 2015).

Při HPLC se používá k dávkování vzorku kohout s dávkovací smyčkou, která se plní mikrostřikačkou. Kolony odolávají vysokým tlakům (až 60 MPa) díky materiálům, ze kterých jsou vyrobeny. Nejčastěji se používá fluorosilikátové tvrzené sklo či antikorozi ocel. Kolony se plní sorbenty s částicemi o velikosti 3 μm , mají délku cca 5 cm a vnitřní průměr 2 mm. Poměrně velkých průtoků mobilní fáze se dosahuje použitím vysokotlakých čerpadel, které zajišťují konstantní průtok mobilní fáze.



Obr. 10 Schéma kapalinového chromatografu

(<https://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/hplc.html>)

Přístroje a pomůcky

- Kapalinový chromatogram Agilent 1100 s UV/VIS detektorem
- ultrazvuková lázeň, analytické váhy, laboratorní sklo, filtrační papír

Chemikálie

- Standard kofeinu MERCI for HPLC
- Standard kyseliny chlorogenové Dr.Ehrentorfer GmbH, La Bicom

- Kyselina octová 99,8% p.a. LACHEMA
- Metanol, Sigma Aldrich for HPLC

Podmínky metody

- Kapalinový chromatograf Agilent 1100 s UV/VIS detektorem
- Kolona: Kinetex – Biphenyl 100 A 150x4,6 mm , 5µm
- Složení mobilní fáze – 20 % methanol, 80% kyselina octová 1%
- Vlnová délka – 273 nm
- Teplota – 35 °C
- Délka analýzy – 30 min
- Nástřik vzorku – 10 µl
- Průtok – 1 ml/min

Pracovní postup

Na analytických vahách bylo naváženo 0,01 g standardu kofeinu a kyseliny chlorogenové a rozpuštěno v 10 ml demineralizované vody. Základní koncentrace byla 1000 µg/ml. Roztoky byly ředěny na koncentrace 250, 200, 125, 100, 50 a 10 µg/ml, z kterých byly naměřeny kalibrační křivky.

Vzorky pro analýzu byly připraveny stejným způsobem jako při stanovení celkových polyfenolů, ale pro přesnost stanovení byl každý vzorek navážen 2x a 2x také poměřen. Statistické vyhodnocení bylo stejné jako u celkových polyfenolů.

4.4 Senzorická analýza

K senzorické analýze bylo předkládáno 9 vzorků jako u předešlých analýz. Tyto vzorky byly také rozděleny do 3 skupin (zelená káva, pražená káva, kávovina s přísadkou kávy) a každá skupina se podávala zvlášť s 5ti minutovými přestávkami. Pro každou skupinu byl vytvořen samostatný senzorický formulář a hodnotitelé byli vždy informováni o tom, jakou skupinu právě hodnotí. Vzorky byly hodnocené před i po uvaření.

Při testování se hodnotil celkový senzorický profil daného vzorku a porovnání vzorků v rámci skupiny. Nejdříve byla zvolena vhodná metoda pro senzorické hodnocení a byl sestaven senzorický formulář. V praxi jsou nejrozšířenější stupnicové

metody, lze jimi lépe kvantitativně vyjádřit jakostní rozdíly mezi vzorky. Pro účely práce byla využita grafická stupnice (úsečka 100 mm).

Skupina hodnotitelů se skládala z řádně proškolených studentů a vyučujících Ústavu technologie potravin a hodnocení probíhalo v senzoričké laboratoři v dopoledních hodinách (9 – 11 hod). Celkem se hodnocení zúčastnilo 10 hodnotitelů. Každý měl k dispozici senzoričké formulář, degustační skleničku, lžici, sklenici s vodou a jako neutralizátor byl použit chléb.

Hodnotilo se 10 deskriptorů:

Káva před uvařením

1. Intenzita barvy
2. Příjemnost vůně
3. Intenzita vůně

Káva po uvaření

4. Příjemnost vůně
5. Intenzita vůně
6. Příjemnost chuti
7. Acidita chuti
8. Hořkost chuti
9. Délka doznívání chuti
10. Celkový dojem

Stupnice byla uzpůsobena tak, že na levé straně úsečky byla jakost nejhorší a směrem doprava se zlepšovala. Každý mm na úsečce znamenal 1 bod. Celkově mohl daný vzorek u jednoho deskriptoru dosáhnout maximálně 100 bodů. Formulář k senzoričké analýze je uveden v příloze 1.

Postup přípravy nálevu

Degustační nálev byl připraven stejným způsobem jako předešlé analýzy. Bylo odváženo 7 g kávy, která byla spařena 100 ml vroucí vody a zamíchána. Po 6ti minutách stání bylo provedeno smyslové hodnocení. Nápoj byl hodnocen při 60 °C.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Stanovení celkových polyfenolů

Výpočet obsahu celkových polyfenolů v kávě byl proveden pomocí kalibrační křivky standardu kyseliny ferulové. Byla určena rovnice regresní přímky a z ní odvozena rovnice kalibrace. Naměřené průměrné hodnoty absorbance vzorků byly dosazeny do rovnice kalibrace a byla vypočtena koncentrace celkových polyfenolů přepočtena na mg/100 ml šálku kávy, kde bylo rozpuštěno 7 g kávy. Hodnoty jsou vyjádřeny v tab. 18.

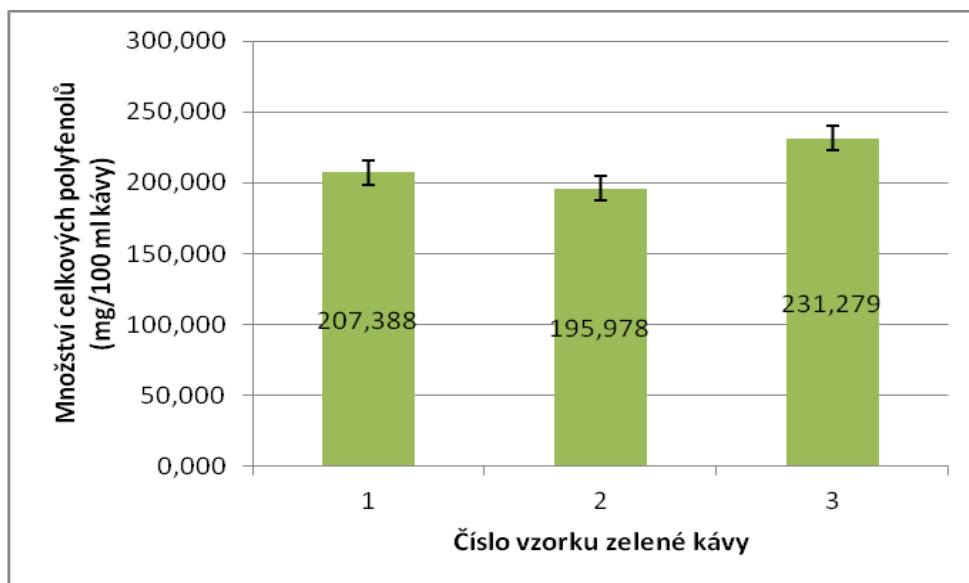
Rovnice regresní přímky: $y = 0,9348x + 0,0858$

Rovnice kalibrace: $A = 0,9348c + 0,0858$

Interval spolehlivosti $R = 0,9968$

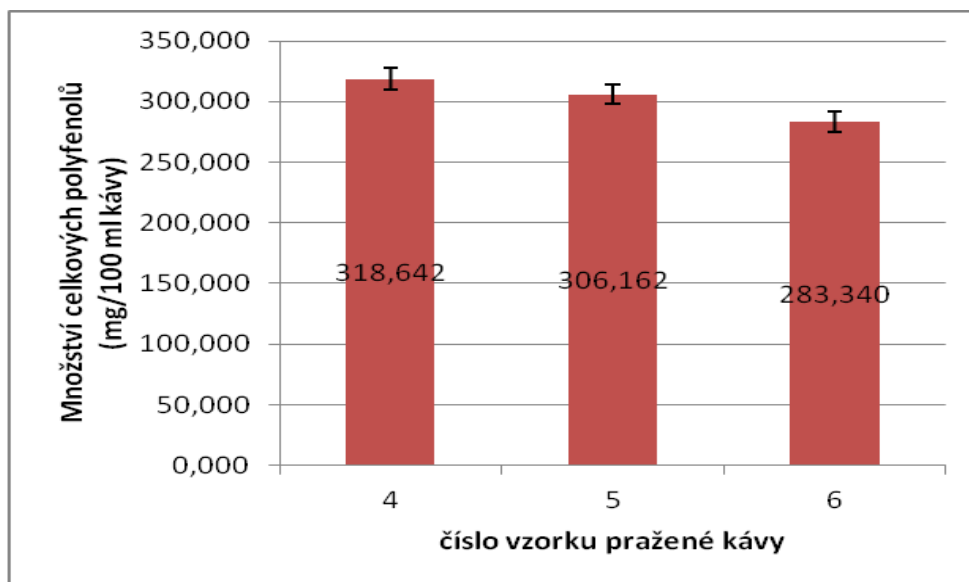
Tab. 18 Průměrné hodnoty celkových polyfenolů u všech vzorků

Druh kávy	č.vzo rku	1. měření	2. měření	3. měření	průměr hodnot	smodch hodnot	výpočet rovnice v mg/100 ml
Zelená káva	1	0,279	0,275	0,285	0,280	0,004	207,388
	2	0,272	0,271	0,264	0,269	0,004	195,978
	3	0,308	0,302	0,296	0,302	0,005	231,279
Pražená káva	4	0,387	0,381	0,383	0,384	0,002	318,642
	5	0,359	0,373	0,384	0,372	0,010	306,162
	6	0,347	0,357	0,348	0,351	0,004	283,340
Kávovina s přídavkem instantní kávy	7	0,360	0,358	0,358	0,359	0,001	291,898
	8	0,453	0,455	0,455	0,454	0,001	394,238
	9	0,469	0,460	0,470	0,466	0,004	407,075



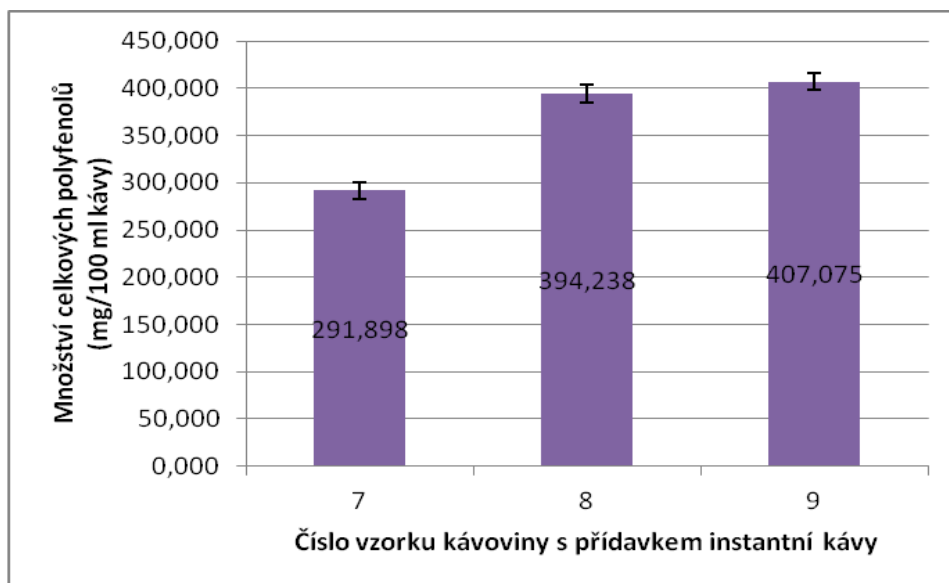
Obr. 11 Obsah celkových polyfenolů ve vzorcích zelené kávy

Na obr. 11 jsou vidět poměrné podobné hodnoty. Nejvyšší hodnota celkových polyfenolů byla naměřena u vzorku č. 3 a to 231,279 mg/100 ml kávy. Nejmenší pak u vzorku č. 2 s hodnotou 195,978 mg/100ml.



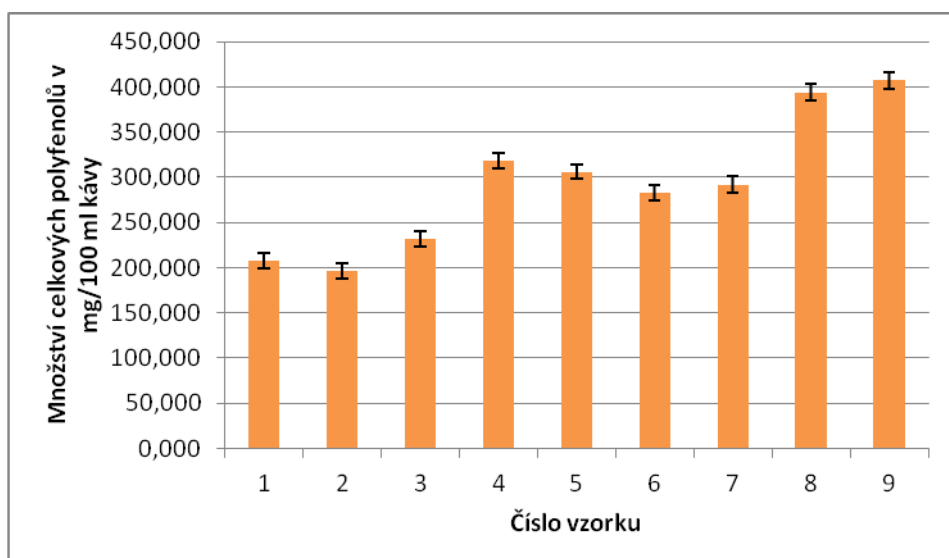
Obr. 12 Obsah celkových polyfenolů ve vzorcích pražené kávy

U vzorků pražené kávy došlo k mírnému zvýšení celkových polyfenolů na hodnoty až nad 300 mg/100 ml. Pod hranici 300 byl jen vzorek č. 6. U tohoto vzorku také bylo naměřeno nejmenší množství kyseliny chlorogenové.



Obr. 13 Obsah celkových polyfenolů ve vzorcích kávovin s přidavkem instantní kávy

U vzorků kávovin s přidavkem instantní kávy byly hodnoty polyfenolů průměrně nejvyšší (obr. 13). Největší rozdíl byl u vzorku č. 7, který dosáhl nejnižší hodnoty 291,898 mg/100 ml. Vysoké hodnoty lze odůvodnit tím, že se zde jedná o jiný způsob zpracování kávy a může docházet k většímu vyluhování polyfenolů do roztoku, což potvrzují i výsledky Ježovičové (2015), která analyzovala vzorky instantních káv.



Obr. 14 Srovnání celkových polyfenolů u všech vzorků

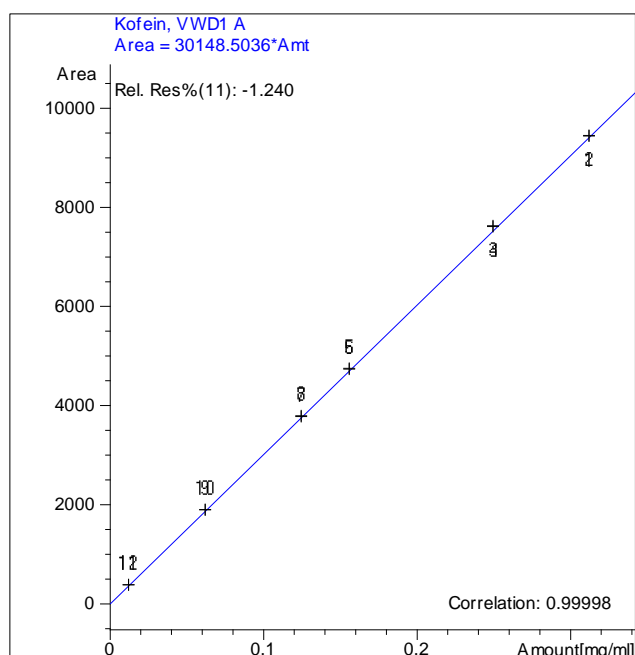
Nejnižší hodnota ze všech vzorků byla detekována u kávy zelené 195,978 mg/100 ml (obr. 14). Nejvyšší hodnota byla detekována u kávoviny s přidavkem instantní kávy, a to 407,075 mg/100 ml. U pražené kávy byly naměřeny hodnoty kolem 300 mg/100ml. Z mých výsledků vyplývá, že počet celkových polyfenolů se procesem pražení zvyšuje. Opačný jev ve své práci uvádí Neduchalová (2013), která naměřila i vyšší hodnoty u všech vzorků a to průměrně 292 – 600 mg/100 ml kávy. Velký vliv na obsah má také technologie výroby a způsob úpravy. Statisticky průkazné rozdíly průměrů mezi vzorky na hladině významnosti $P < 0,05$ jsou uvedeny v příloze 2.

5.2 Vyhodnocení obsahu kofeinu a kyseliny chlorogenové pomocí

HPLC

Pro sestavení kalibrační křivky kofeinu a kyseliny chlorogenové byla poměřena řada standardů (obr. 15, 19). Z této křivky byla určena rovnice regresní přímky a rovnice kalibrace. Obsahy kofeinu a kyseliny chlorogenové byly zobrazeny v chromatogramu, který byl vyhodnocen v programu Clarity, firmy DATAPEX. Naměřené hodnoty jsou vyjádřeny jako množství kofeinu na 100 ml spařené kávy (7g).

5.2.1 Vyhodnocení obsahu kofeinu



Obr. 15 Kalibrační křivka kofeinu

Kalibrační křivka byla měřena 2x, z ní byly poté vypočteny jednotlivá množství kofeinu.

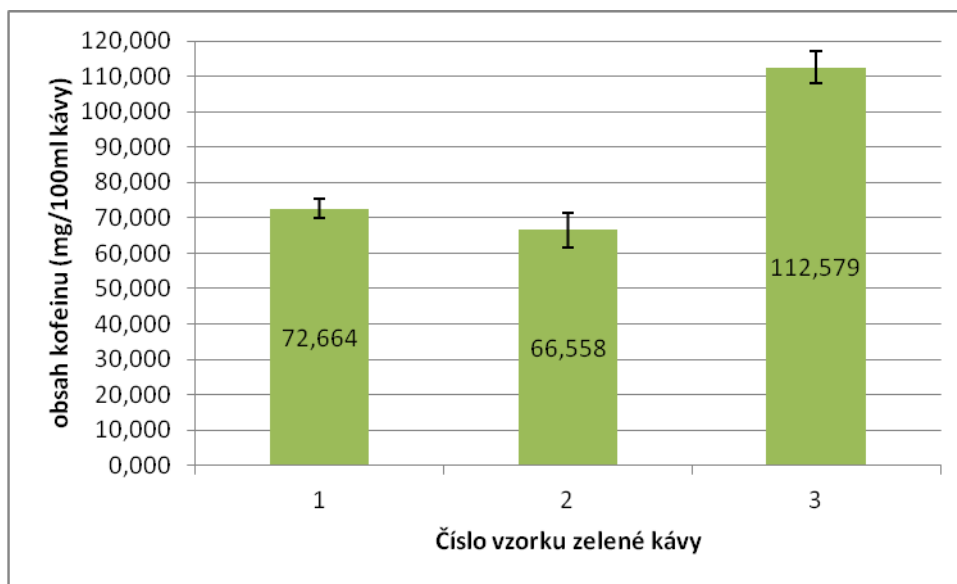
Rovnice regresní přímky: $y = 30280x - 5,6206$

Rovnice kalibrace: $A = 30280c - 5,6206$

Interval spolehlivosti $R = 0,99998$

Tab. 19 Množství kofeinu ve všech vzorcích

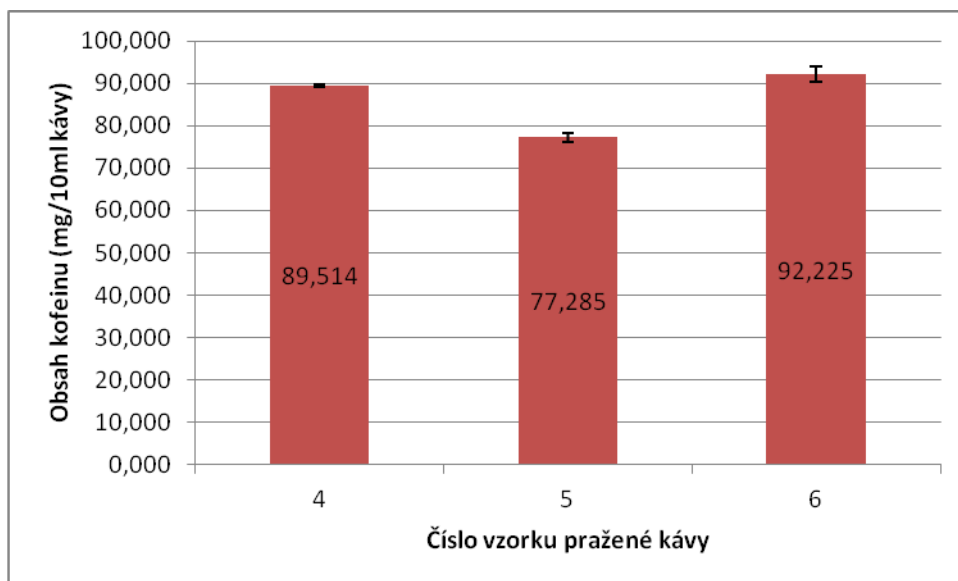
Druh kávy	č. vzorku	průměr (mg/100 ml)	smodch
Zelená káva - 100 % Arabica	1	72,664	2,7065
	2	66,558	4,937
	3	112,579	4,4095
Pražaná káva - 100 % Arabica	4	89,514	0,2435
	5	77,285	1,02495
	6	92,225	1,7668
Kávovina s přídavkem instantní kávy	7	68,066	1,609
	8	109,436	0,1885
	9	178,034	3,599



Obr. 16 Obsah kofeinu ve vzorcích zelené kávy

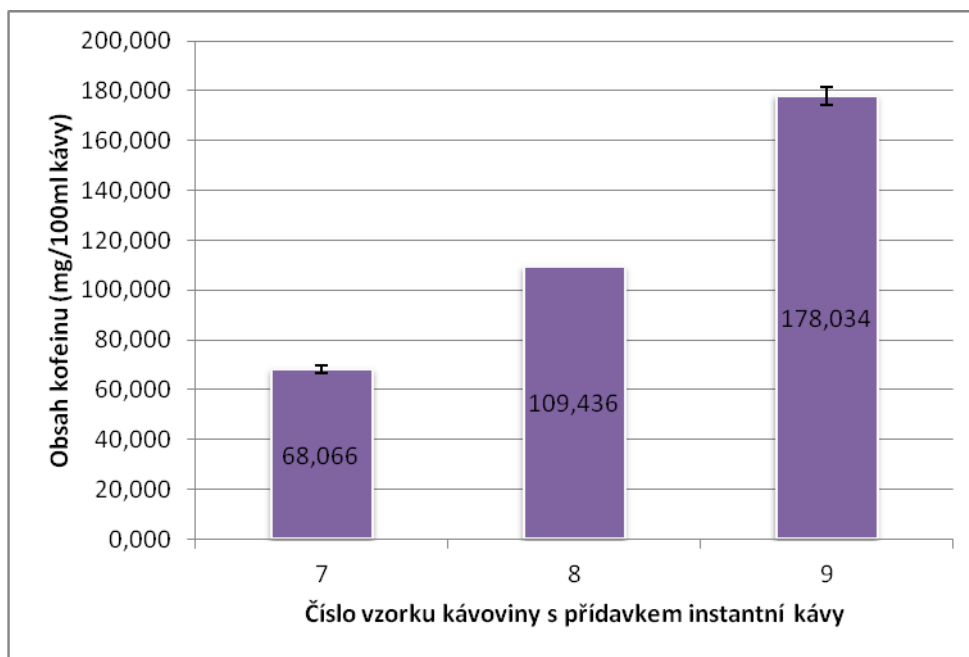
Nejvyšší množství kofeinu obsahuje vzorek číslo 3 – Zelená káva „štíhlá linie“ (obr. 16). Výrobce této kávy deklaruje, že má výrobek obsahovat 2x více kofeinu než klasická zelená káva. V porovnání se vzorkem číslo 2, který obsahoval 66,558 mg, je toto tvrzení až na nějakou odchylku poměrně pravdivé. Vzorek č. 3 obsahoval

o 39,915mg/100 ml kávy více kofeinu než vzorek č. 1 a o 46,021 mg/100 ml kávy více než vzorek č. 2.



Obr. 17 Obsah kofeinu ve vzorcích pražené kávy

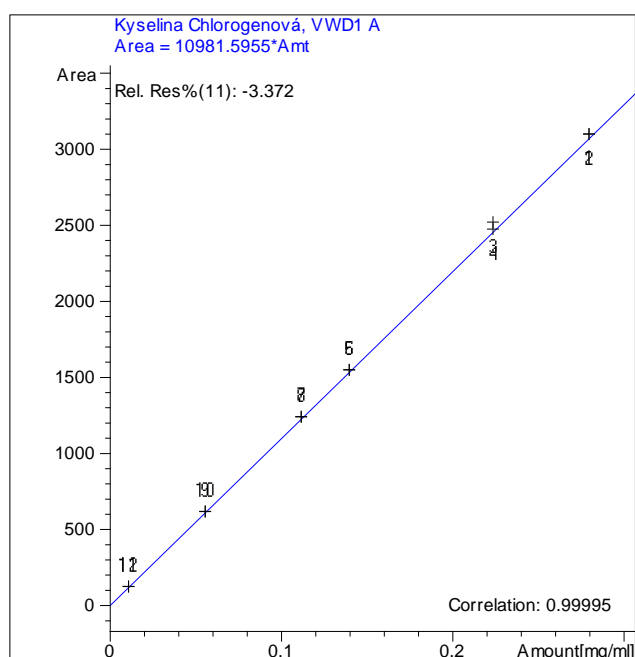
Ve vzorcích pražené kávy jsou hodnoty kofeinu poměrně vyrovnané (obr. 17). Nejvyšší obsah kofeinu byl detekován u vzorku číslo 4 nejnižší pak u vzorku č. 6. Podobné obsahy kofeinu u vzorků pražených káv (100% arabica) uvádí také Mrázková (2011).



Obr. 18 Obsah kofeinu ve vzorcích kávoviny s přídavkem instantní kávy

Obsah kofeinu ve vzorcích 7 – 9 byl velmi rozdílný (obr. 18) a korespondoval s přidavkem instantní kávy. U vzorku číslo 7 a 8 je dle obalu množství instantní kávy shodné a to 30 %. U vzorku číslo 9 byl poměr instantní kávy nejvyšší (60 %) a byla zde naměřena také nejvyšší hodnota 178,034 mg/100 ml kávy. I přesto, že se jedná o směs, bylo ve vzorcích detekováno vysoké množství kofeinu a u vzorku 8 a 9 to bylo více než u pražené kávy. To může být způsobeno technologickým zpracováním káv, kde rozpustná káva je lyofilizovaný koncentrát, který se lépe a rychleji extrahuje v horké vodě a tím vykazuje vyšší hodnoty, což potvrzují i výsledky Jaškové (2009). Tento jev pozorujeme také u celkových polyfenolů, kde např. vzorek číslo 9 obsahuje nejvyšší množství.

5.2.2 Vyhodnocení obsahu kyseliny chlorogenové



Obr. 19 Kalibrační křivka kyseliny chlorogenové

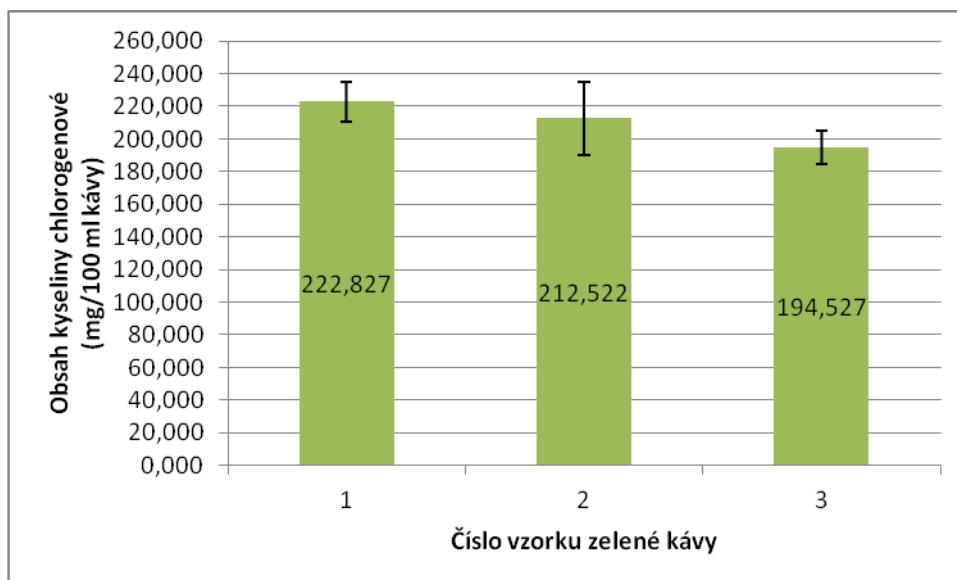
Rovnice regresní přímky: $y = 11082x - 9,2952$

Rovnice kalibrace: $A = 11082c - 9,2952$

Interval spolehlivosti $R = 0,99995$

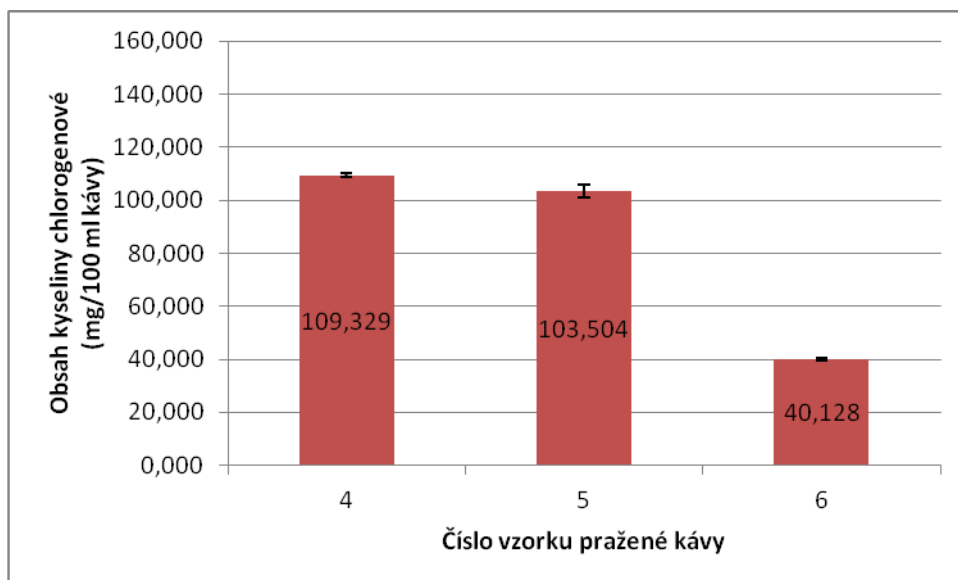
Tab. 20 Množství kyseliny chlorogenové ve všech vzorcích

Druh kávy	č.vzorku	průměr (mg/100 ml)	smodch
Zelená káva - 100 % Arabica	1	222,827	12,3745
	2	212,522	22,6705
	3	194,527	10,187
Pražená káva - 100 % Arabica	4	109,329	0,73815
	5	103,504	2,445
	6	40,128	0,60005
Kávovina s přidavkem instantní kávy	7	22,279	0,46975
	8	42,175	0,15525
	9	94,222	1,36645



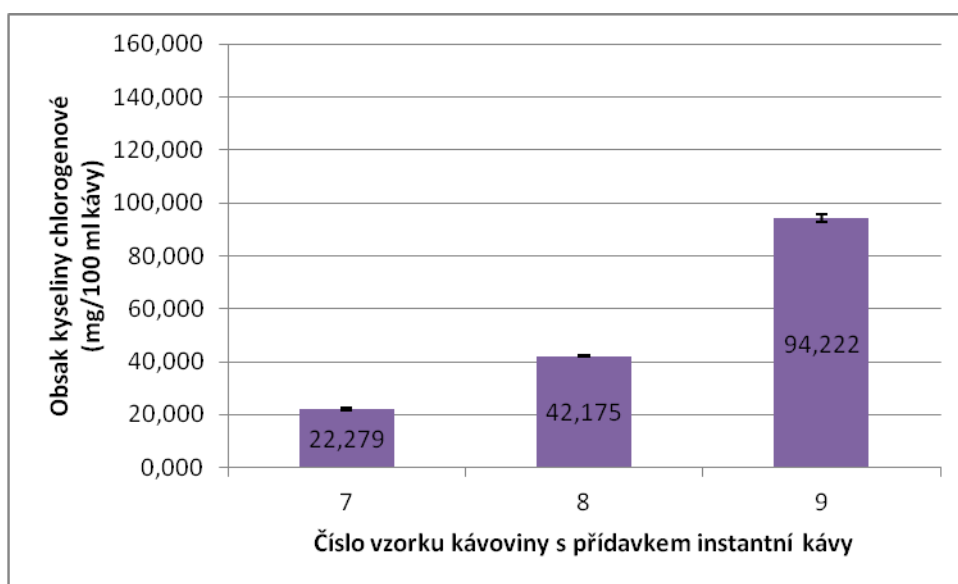
Obr. 20 Obsah k.chlorogenové ve vzorcích zelené kávy

Obsah kyseliny chlorogenové byl u vzorků zelených káv poměrně vyrovnaný a vysoký (obr. 20). Nejnižší hodnota byla zaznamenána u vzorku č. 3 (zelená káva „štíhlá linie“), což zcela vyvrací tvrzení na obalu, kde je napsáno, že by měla obsahovat dvojnásobné množství kyseliny chlorogenové než klasické zelené kávy, která má, jak už název vzorku č. 3 napovídá, díky svému působení v organismu zeštíhlující efekt.



Obr. 21 Obsah k. chlorogenové ve vzorcích pražené kávy

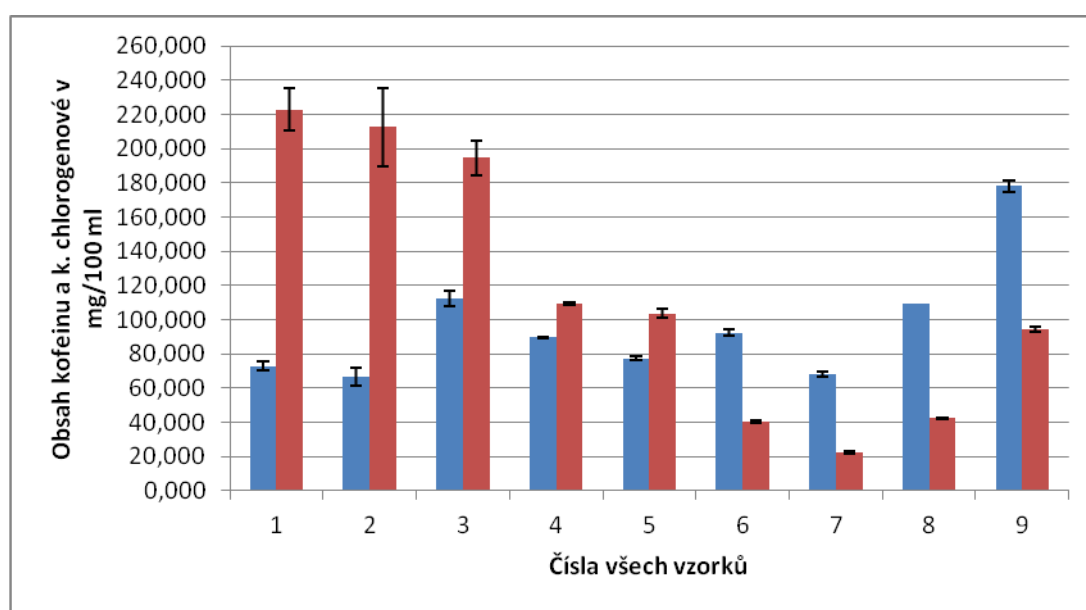
U vzorků pražených káv bylo zjištěno výrazné snížení kyseliny chlorogenové a to průměrně zhruba o polovinu (obr. 21). Je to následek pražení a procesu zpracování, kdy se kyselina chlorogenová odbourává. Nejnižší obsah této kyseliny byl u vzorku č. 6. To může být z toho důvodu, že u ní byl použit nejvyšší stupeň a teploty pražení, které popisuje Ježovičová (2015) a tak došlo k její větší degradaci.



Obr. 22 Obsah k. chlorogenové ve vzorcích kávoviny s přídavkem kávy

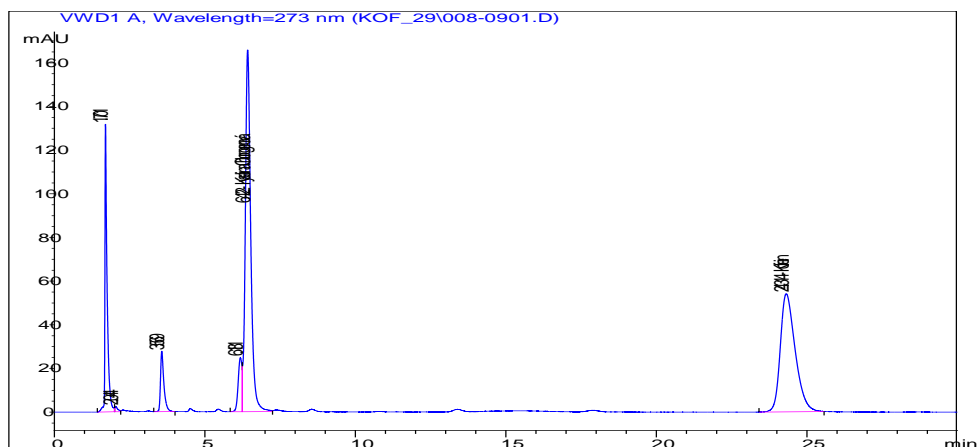
Obsahy kyseliny chlorogenové byly u kávovin s přidavkem kávy rovněž velmi rozdílné (obr. 22). Nejvyšší obsah měl vzorek č. 3, který měl nejvyšší množství instantní kávy. Nejnižší množství ze všech vzorků bylo zaznamenáno u vzorku č. 7 a to 22,279 mg/100 ml.

Celkové srovnání



Obr. 23 Celkové srovnání obsahu kofeinu a k. chlorogenové u všech vzorků

Dle obr. 23 lze konstatovat, že nejvyšší obsah *kyseliny chlorogenové* byl detekován u všech vzorků zelených káv. To potvrzuje i Mullerová (2013) v literární části. Nejnižší hodnoty byly naměřeny u kávovin s přidavkem kávy. *Kofein* se pohyboval od 66 – 178 mg/100 ml. Přičemž nejvyšší hodnota byla detekována nečekaně u vzorku č. 9, který obsahuje 60 % instantní kávy. Doporučená denní dávka kofeinu je 200 – 300 mg/den. Z uvedených hodnot lze konstatovat, že konzument může vypít 2 – 4 šálky pražené a zelené kávy denně aniž by došlo k předávkování nebo nepříznivým vedlejším účinkům. U instantní kávy by množství šálek bylo patrně nižší. Toto tvrzení se dá usoudit z obsahu kofeinu ve vzorcích 7 – 9, kde i přes nízký poměr instantní kávy, byly naměřeny vysoké hodnoty kofeinu. Kyseliny chlorogenové je doporučená denní dávka 400 – 500 mg/den, což u zelené kávy znamenalo zhruba 2 šálky denně. U pražené kávy by to odpovídalo 3 – 5 šálkům kávy denně, avšak v případě 5 už by došlo k překročení doporučené dávky kofeinu. Statisticky průkazné rozdíly průměrů mezi vzorky na hladině významnosti $P < 0,05$ jsou uvedeny v příloze 3 a 4.



Obr. 24 Chromatogram s peky kofeinu a k. chlorogenové (vz2)

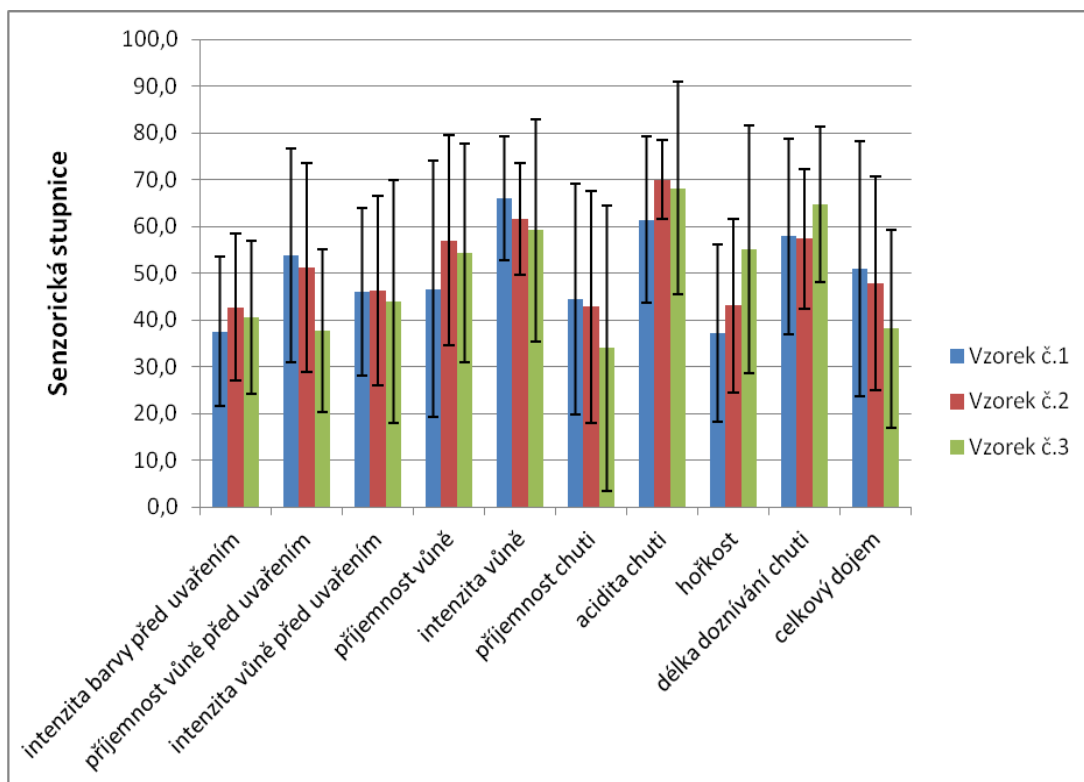
5.3 Senzorická analýza

Po skončení senzorického hodnocení proběhlo statistické zpracování výsledků. Výsledky jednotlivých hodnotitelů se zprůměrovaly a rozdíly byly vyjádřeny směrodatnou odchylkou. Každá skupina vzorků byla vyhodnocena samostatně a v závěru byl porovnán deskriptor - celkový dojem a vyhodnocen pomocí analýzy variance (ANOVA) a rozdíly průměrů byly označeny tukeyovým testem na hladině významnosti ($P < 0,05$).

5.3.1 Zelená káva

Tab. 21 Naměřené hodnoty vzorků 1 – 3

Deskriptory	Vzorek č. 1		Vzorek č. 2		Vzorek č. 3	
	r všech hodnotitelů	smodch	r všech hodnotitelů	smodch	r všech hodnotitelů	smodch
před uvařením						
intenzita barvy	37,5	16,0	42,7	15,7	40,6	16,4
příjemnost vůně	53,8	23,0	51,3	22,3	37,7	17,3
intenzita vůně	46,1	17,9	46,3	20,2	44,0	26,0
po uvaření						
příjemnost vůně	46,6	27,5	57,0	22,5	54,4	23,4
intenzita vůně	66,1	13,2	61,7	12,0	59,2	23,8
příjemnost chuti	44,4	24,6	42,8	24,9	34,0	30,5
acidita chuti	61,4	17,8	70,0	8,4	68,1	22,7
hořkost	37,2	19,0	43,1	18,5	55,1	26,6
délka doznívání chuti	57,9	20,9	57,4	14,9	64,8	16,6
celkový dojem	51,0	27,2	47,8	22,8	38,1	21,2

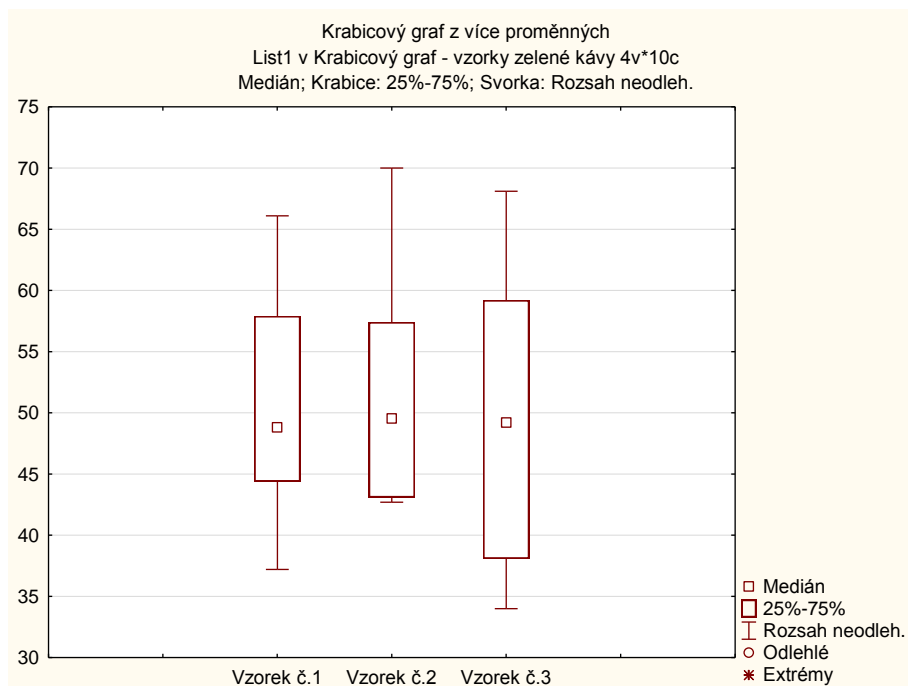


Obr. 25 Vzorky č. 1 – 3 – zelená káva

Mezi jednotlivými vzorky nebyly velké rozdíly (obr. 25). Před uvařením dosahovaly podobných hodnot zejména vzorky č. 1 a 2. Největší rozdíl byl zaznamenán u příjemnosti vůně, kdy byl hodnotitelům nejvíce nepříjemný vzorek č. 3. Po uvaření byla příjemnost a intenzita vůně u všech vzorků spíše nadprůměrná. Největší rozdíl byl zaznamenán až u příjemnosti chuti, kdy vzorek č. 3 dosahoval nejnižší a podprůměrné hodnoty (34,0 b.), nejvyšších hodnot naopak dosahoval u hořkosti a u délky dozrívání v ústech. Celkový dojem u vzorku č. 3 dosahoval podprůměrných hodnot. Vzorky č. 1 a 2 měly u všech deskriptorů poměrně vyrovnané hodnoty. Celkový dojem u nich byl průměrný 51,0 b. (vz. 1). a 47,8 b. (vz. 2).

Tab. 22 Popisné statistiky vzorků 1 - 3

Číslo vzorku	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Smodch	Rozptyl	Medián
Vzorek č. 1	10	50,2	37,2	66,1	9,7	93,9	48,8
Vzorek č. 2	10	52,0	42,7	70,0	9,3	85,9	49,6
Vzorek č. 3	10	49,6	34,0	68,1	12,2	149,8	49,2



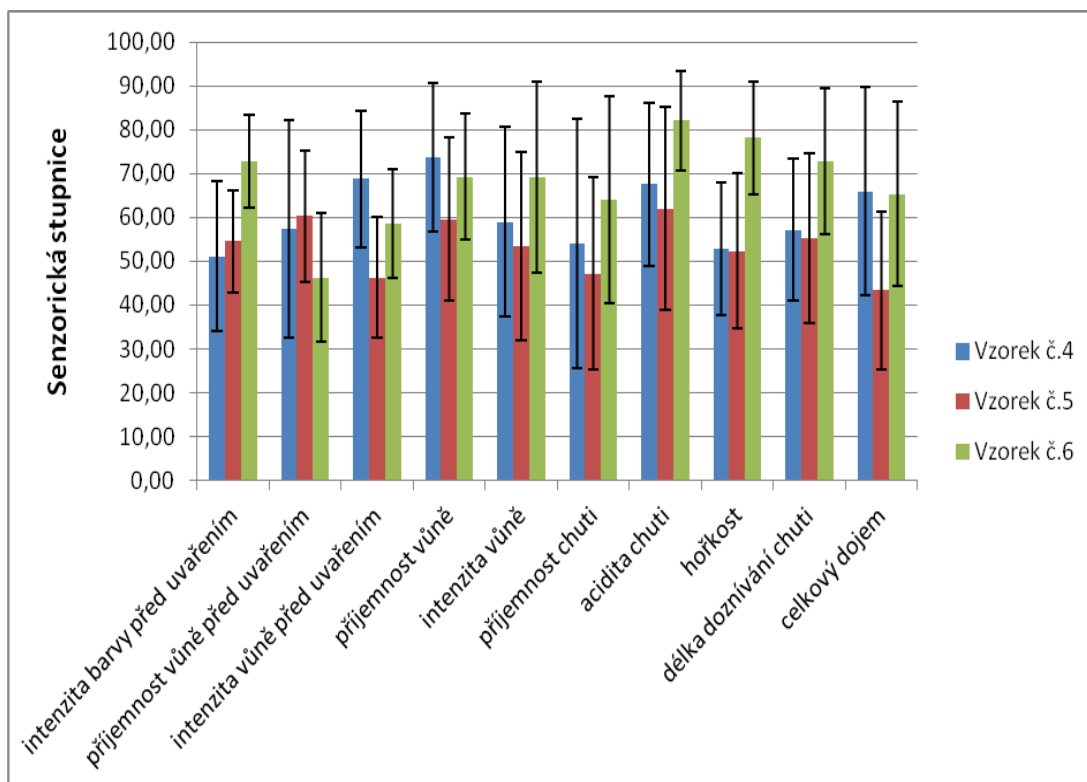
Obr. 26 Průměrné hodnoty všech deskriptorů u vzorků 1 - 3

Nejvyšší hodnota byla zaznamenána u vzorku č. 2 a to u acidity chuti (70). Nejnižší u vzorku č. 3 a jeho příjemnosti s hodnotou 34 b. Obrázek 26 prokazuje vyrovnanost vzorků, přičemž největší rozpětí hodnot bylo zaznamenáno u vzorku č. 3.

5.3.2 Pražená káva

Tab. 23 Naměřené hodnoty vzorků 4 - 6

Deskriptory	Vzorek č. 4		Vzorek č. 5		Vzorek č. 6	
	r všech hodnotitelů	smodch	r všech hodnotitelů	smodch	r všech hodnotitelů	smodch
před uvařením						
intenzita barvy	51,1	17,1	54,6	11,7	72,7	10,6
příjemnost vůně	57,4	24,8	60,3	14,9	46,3	14,7
intenzita vůně	68,8	15,5	46,3	13,8	58,5	12,5
po uvaření						
příjemnost vůně	73,8	17,0	59,6	18,6	69,3	14,5
intenzita vůně	59,0	21,5	53,5	21,5	69,2	21,8
příjemnost chuti	54,0	28,5	47,2	21,9	64,1	23,5
acidita chuti	67,5	18,7	62,0	23,1	82,1	11,3
hořkost	52,8	15,2	52,3	17,7	78,1	13,0
délka doznívání chuti	57,2	16,2	55,2	19,3	72,8	16,7
celkový dojem	65,9	23,8	43,3	17,9	65,3	21,0

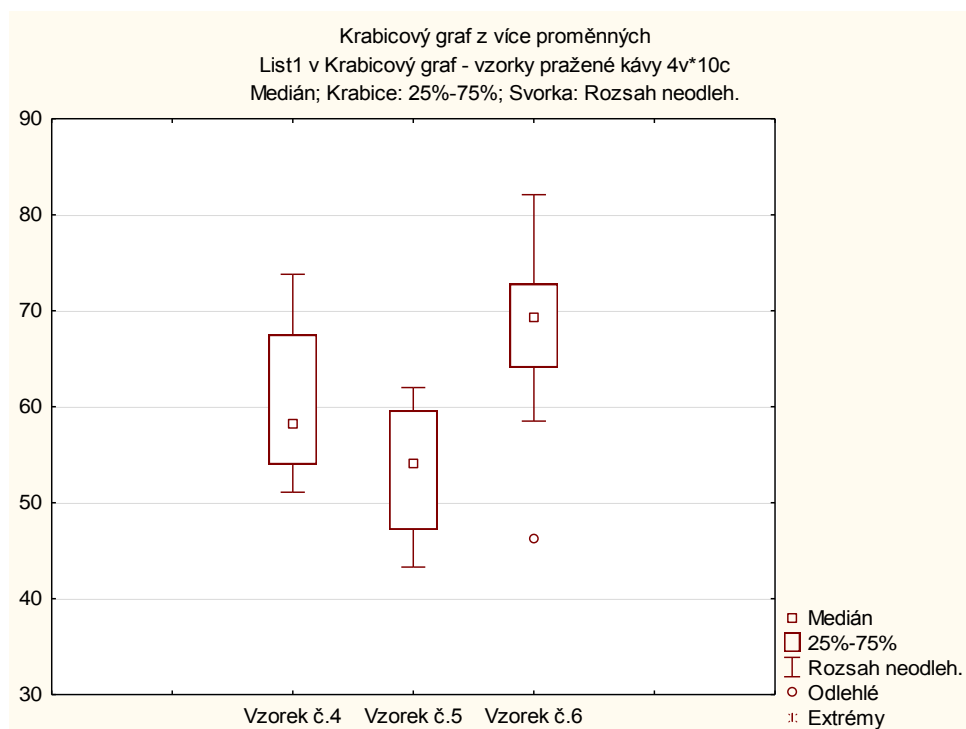


Obr. 27 Vzorky č. 4 – 6 – pražená káva

U hodnocení pražených káv byly viditelné větší rozdíly mezi jednotlivými deskriptory (obr. 27). Před uvařením dosahoval nejvyšší intenzity barvy vzorek č. 6 a to 72,7 b. Nejméně bodů bylo u vzorku č. 4. Příjemnost vůně byla u všech vzorků podobná a pohybovala se kolem průměru (50 b.). Někteří hodnotitelé u vzorku č. 4 detekovali mírnou nasládllost. Nejvyšší intenzita vůně před uvařením byla zaznamenána u vzorku č. 4, který získal 68,8 b. Vůně po uvaření byla pro hodnotitele nejpříjemnější u vzorku č. 4 a dosahovala průměrně 73,8 b. U příjemnosti chuti byl nejlépe hodnocen vzorek č. 6 s hodnotou 64,1 b. Nejvyšší acidita, hořkost a délka doznívání chuti byla rovněž detekována u vzorku č. 6. Nejlepší celkový dojem byl evidován u vzorku č. 4, který byl hodnocen 65,9 b. Velmi podobnou hodnotu měl i vzorek č. 6 a to 65,3 b. Nejhorší celkový dojem byl zaznamenán u vzorku č. 5 - 43,3 b.

Tab. 24 Popisné statistiky vzorků 4 - 6

Číslo vzorku	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Smodch	Rozptyl	Medián
Vzorek č. 4	10	60,8	51,1	73,8	7,7	59,6	58,2
Vzorek č. 5	10	53,4	43,3	62,0	6,3	39,6	54,1
Vzorek č. 6	10	67,8	46,3	82,1	10,2	10,4	69,3



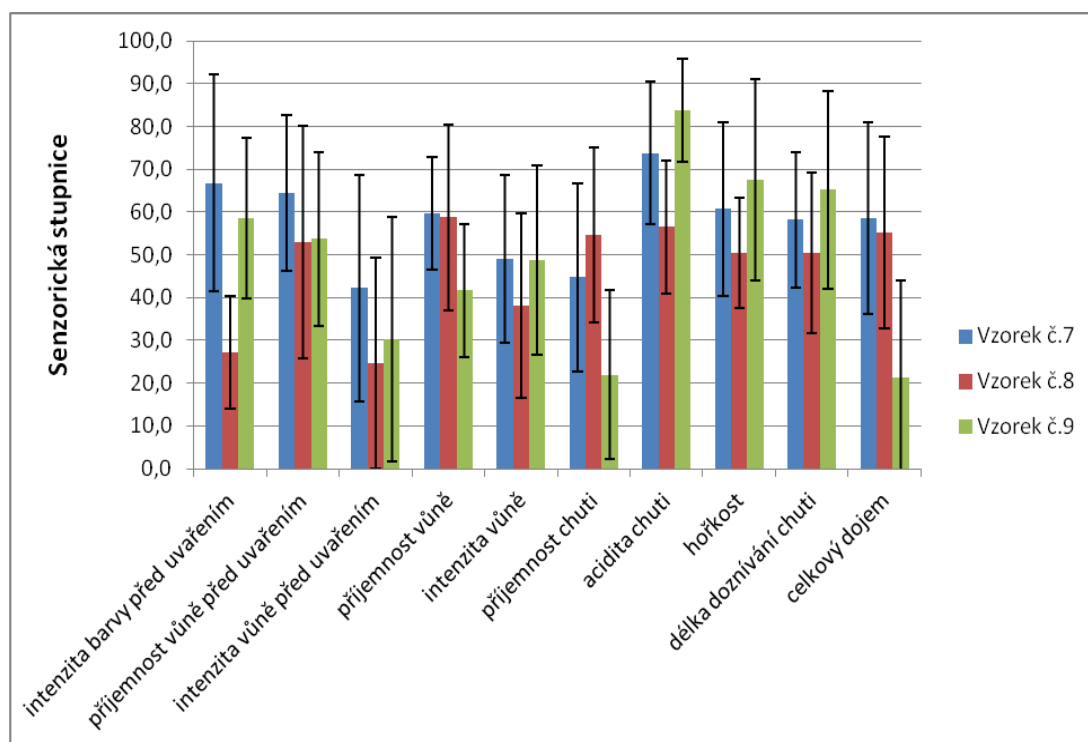
Obr. 28 Průměrné hodnoty všech deskriptorů u vzorků 4 - 6

Je patrné, že u pražené kávy docházelo k větším rozdílům u hodnocení mezi jednotlivými vzorky než u káv zelených (obr. 28). Nejvyšších průměrných hodnot ze všech deskriptorů dosáhl vzorek č. 6, u kterého se také objevila maximální hodnota 82,1 a hodnota odlehlá 46,3, která byla naměřena u příjemnosti vůně před uvařením. Nejnižší hodnoty dosáhl vzorek č. 5 (43,3 b). Tato hodnota charakterizovala celkový dojem z daného vzorku. Vzorek č. 5 také dosáhl nejnižších průměrných hodnot ze všech deskriptorů.

5.3.3 Kávovina s přidavkem instantní kávy

Tab. 25 Naměřené hodnoty vzorků 7 – 9

Deskriptory	Vzorek č. 7		Vzorek č. 8		Vzorek č. 9	
	r všech hodnotitelů	smodch	r všech hodnotitelů	smodch	r všech hodnotitelů	smodch
před uvařením						
intenzita barvy	66,8	25,3	27,2	13,2	58,6	18,7
příjemnost vůně	64,4	18,3	53,0	27,2	53,7	20,4
intenzita vůně	42,2	26,6	24,8	24,7	30,4	28,6
po uvaření						
příjemnost vůně	59,6	13,2	58,8	21,7	41,7	15,6
intenzita vůně	49,1	19,6	38,2	21,6	48,8	22,1
příjemnost chuti	44,8	22,0	54,6	20,5	22,0	19,7
acidita chuti	73,8	16,7	56,5	15,6	83,8	12,1
hořkost	60,7	20,4	50,4	12,8	67,6	23,5
délka doznívání chuti	58,2	15,7	50,4	18,7	65,2	23,2
celkový dojem	58,5	22,3	55,2	22,5	21,2	22,7



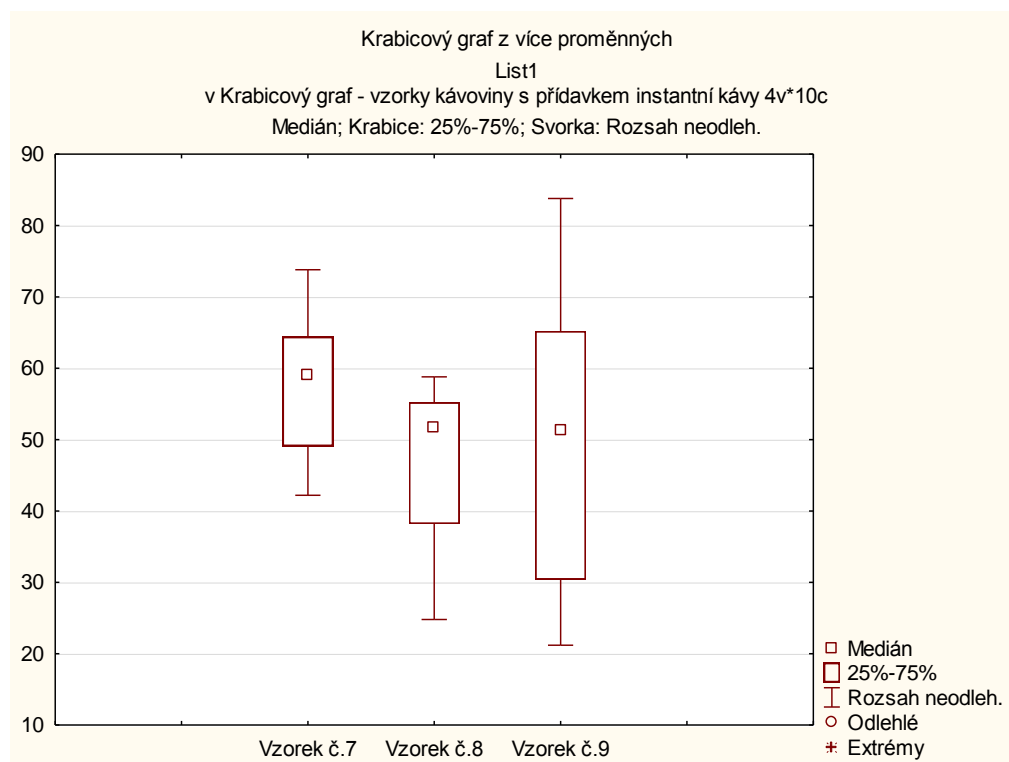
Obr. 29 Vzorky č. 7 – 9 – kávovina s přidavkem instantní kávy

Nejvýraznější rozdíly byly u hodnocení kávovin s přidavkem instantní kávy (obr. 29). Intenzita barvy před uvařením byla nejvyšší u vzorku č. 7. Velký rozdíl byl zaznamenán u vzorku č. 8, který od hodnotitelů získal pouze 27,2 bodů. Příjemnost vůně byla u vzorku 8 a 9 spíše průměrná, u vzorku 7 nadprůměrná s 64,4 body. Intenzita

vůně před uvařením byla u všech vzorků podprůměrná. Další významnější rozdíl byl evidován u příjemnosti chuti, kdy bylo nejméně bodů naměřeno u vzorku č. 9 (22,0). Acidita chuti byla nejvyšší u vzorku č. 9 s hodnotou 83,8 b a nejnižší u vzorku č. 6 s hodnotou 56,5 b. Hořkost a délka doznívání chuti byla u vzorků průměrná až spíše nadprůměrná. Nejlepší celkový dojem na hodnotitele udělal vzorek č. 7 (58,5 b). Velmi podobně dopadla také Vzorek č. 8 s 55,2 body. Nejhorší celkový dojem měl vzorek č. 9, který získal pouze 21,2 bodů. Faroh et Monteiro (2006) uveřejnili, že počet celkových polyfenolů je nepřímo úměrný jejich sensorické kvalitě. Vzhledem k faktu, že vzorek č. 9 obsahoval nejvyšší množství celkových polyfenolů a v sensorické analýze získal nejméně bodů, toto tvrzení moje výsledky potvrzují.

Tab. 26 Popisné statistiky vzorků 7 - 9

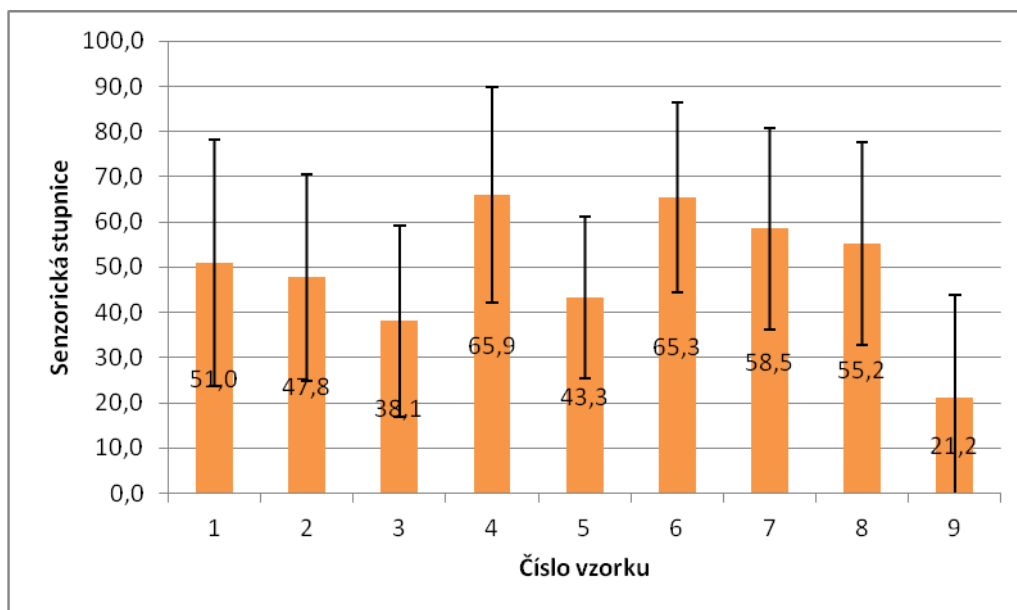
Číslo vzorku	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Smodch	Rozptyl	Medián
Vzorek č. 7	10	57,8	42,2	73,8	9,9	97,9	59,0
Vzorek č. 8	10	46,9	24,8	58,8	12,4	152,9	51,7
Vzorek č. 9	10	49,3	21,2	83,8	20,6	426,0	51,25



Obr. 30 Průměrné hodnoty všech deskriptorů u vzorků 7 - 9

Nejvyšší rozptyl hodnot u deskriptorů byl u vzorku č. 9 (obr. 30). U něj byla také identifikována nejnižší (21,2) a nejvyšší (83,8) hodnota. Nejlepší průměr ze všech deskriptorů byl u vzorku č. 7 (57,8), kde také byla mezi jednotlivými deskriptory identifikována nejmenší směrodatná odchylka (9,9).

Hodnocení celkového dojmu všech vzorků



Obr. 31 Celkový dojem všech hodnocených vzorků

Z obr. 31 je patrné, že nejlepší celkový dojem u hodnotitelů zanechal vzorek pražené kávy č. 4 s 65,9 body. Jen velmi nepatrný rozdíl byl zaznamenán u vzorku č. 6 – rovněž pražené kávy (65,3 bodů). Třetí vzorek z pražených káv měl 43,3 bodů. Nejvyšší hodnocení ze zelených káv bylo u vzorku č. 1 a to 51 bodů, nejmenší pak u vzorku č. 3 s 38,1 body. Nejhorší celkový dojem udělal na hodnotitele vzorek číslo 9. U tohoto vzorku ale byla také zaznamenána velká směrodatná odchylka v hodnocení mezi jednotlivými hodnotiteli a to 22,7. Celkově lze říci, že na hodnotitele udělala ze všech tří skupin nejlepší dojem skupina pražených káv. Dle Tukeyho testu (příloha 5) byl zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi vzorkem 9 a vzorky 4, 6, 7 a 8.

6 ZÁVĚR

Káva a kávové náhražky jsou oblíbené nápoje konzumované po celém světě. Obsahují velké množství důležitých látek, které mohou výrazně ovlivňovat správné fungování organismu.

V literární části diplomové práce bylo pojednáno o základních surovinách pro výrobu kávy a kávovin. Byly popsány důležité obsahové látky v kávě a kávovinách jako je kyselina chlorogenová, kofein či inulin a jejich účinky na lidský organismus. V praktické části práce byly u vybraných vzorků pražené kávy, zelené kávy a kávoviny s přídavkem instantní kávy spektrofotometricky stanoveny celkové polyfenolické látky, dále pomocí kapalinové chromatografie s UV-VIS detektorem stanoveno množství kofeinu a kyseliny chlorogenové a nakonec byla provedena senzorická analýza.

Pro všechny analýzy v praktické části bylo vybráno 9 vzorků. Z toho 3 vzorky kávy zelené, 3 vzorky kávy pražené a 3 vzorky kávovin s přídavkem instantní.

Při stanovení celkových polyfenolických látek byla použita metoda pomocí Folin-Ciocalteuova činidla. Nejméně naměřených polyfenolických látek bylo detekováno u kávy zelené 195,978 mg/100 ml šálku kávy (7g). Pražená káva dosahovala hodnot kolem 300 mg/100 ml. Nejvyšší obsah byl detekován u kávoviny s přídavkem instantní kávy a to 400 mg/100 ml kávy. Z mých výsledků lze vyvodit, že počet celkových polyfenolů se procesem pražení a dalšími úpravami výrazně zvyšuje. Opačné tvrzení lze říci o obsahu kyseliny chlorogenové, která se stanovovala pomocí kapalinové chromatografie s UV-VIS detektorem.

U vzorku kávy zelené byl průměrný obsah kyseliny chlorogenové 200 mg/100 ml kávy, kdežto u kávy pražené se pohyboval v rozmezí od 40 – 110 mg/100 ml kávy. V procesu pražení dochází k její degradaci.

Hodnoty kofeinu byly u vzorků více vyrovnané než u kyseliny chlorogenové a pohybovaly se od 66 – 178 mg/100 ml. Přičemž nejvyšší hodnota byla detekována u vzorku č. 9, který obsahuje 60 % instantní kávy. To může být způsobeno technologickým zpracováním káv, kde rozpustná káva je lyofilizovaný koncentrát, který se lépe a rychleji extrahuje v horké vodě a tím vykazuje vyšší hodnoty. Tento jev pozorujeme také u celkových polyfenolů, kde vzorek číslo 9 obsahuje nejvyšší množství těchto látek.

Senzorickým hodnocením bylo sledováno 10 deskriptorů. Vzorky zde byly rovněž rozděleny do 3 skupin na kávu zelenou, praženou a kávovinu s přídavkem instantní kávy.

Při porovnání celkového dojmu ze všech analyzovaných vzorků byly nejlépe hodnoceny vzorky pražené kávy. Zelené kávy byly hodnoceny spíše podprůměrně. Hodnoty u kávoviny s přídavkem instantní kávy vykazovaly největší rozdíly mezi jednotlivými vzorky. U vzorku č. 7 a 8 byly hodnoty (body) mírně nadprůměrné a u 9 velmi podprůměrné (21,2 b.). Tento vzorek byl nejhůře hodnocený ze všech analyzovaných vzorků, což mohlo být způsobeno vysokým obsahem kofeinu a polyfenolických látek, které výrazně ovlivňují chuť a celkovou senzorickou jakost vzorku.

7 POUŽITÁ LITERATURA

AUGUSTÍN J., 2003: *Povídání o kávě*. Olomouc: Fontána, 354 s.

BAEZA, G., AMIGO-BENAVENT, M., SARRIÁ, B., GOYA, L., MATEOS, R., BRAVO, L. 2014, Green coffee hydroxycinnamic acids but not caffeine protect human HepG2 cells against oxidative stress. *Food Research International*, 62, 1038-1046.

Balzer H.H., 2001: Acids in Coffee. S. 18 – 32. In: Clarke C.J., Vitztum O. G. (ed), *Coffee: recent Developements*. MPG Books Ltd, Bodmin, 257s.

BASSOLI, Bruna Kempfer, Priscila CASSOLLA, Glaucia Regina BORBA-MURAD, Jorgete CONSTANTIN, Clairce Luzia SALGUEIRO-PAGADIGORRIA, Chlorogenic acid reduces the plasma glucose peak in the oral glucose tolerance test: effects on hepatic glucose release and glycaemia. *Cell Biochemistry* [online]. 2008, **26**(3), 320-328 [cit. 2016-04-1]. DOI: 10.1002/cbf.1444. ISSN 02636484.

BEAUDOIN, Marie-Soleil, Lindsay E. ROBINSON a Terry E. GRAHAM'S. An Oral Lipid Challenge and Acute Intake of Caffeinated Coffee Additively Decrease Glucose Tolerance in Healthy Men. *Journal of Nutrition*[online]. 2011, **141**(4), 574-581 [cit. 2016-03-11]. DOI: 10.3945/jn.110.132761. ISSN 00223166.

BICHO, Natalina Cavaco, Fernando Cebola LIDON, José Cochicho RAMALHO a António Eduardo LEITÃO. Quality assessment of Arabica and Robusta green and roasted coffees - A review. *Emirates Journal of Food* [online]. 2013, **25**(12), 945-950 [cit. 2016-04-11]. DOI: 10.9755/ejfa.v25i12.17290. ISSN 2079052X.

BRZOŇOVÁ L., 2012: *Svět kávy - Jak poznáme kvalitu?*, Česká technologická platforma pro potraviny.

BURIANOVÁ, Žaneta, 2014: *Kvalita a senzorické vlastnosti kávovin*, Bakalářská práce, Mendelova univerzita Brno, 54 s.

CERNIVEC, STEPHANIE. Coffee goes 'green'. *Beverage Industry* [online]. 2013, **104**(3), 56-56 [cit. 2016-04-11]. ISSN 01486187.

CLARKE, R. J. – MACREA, R. (ed.).1987: *Coffee. Volume 5. Related Beverages.* Elsevier Applied Science Publishers Ltd. Barking,

FADEL, H.H.M., ABDEL MAGEED, M.A., LOTFY, S.N. Quality and flavour stability of coffee substitute prepared by extrusion of wheat germ and chicory roots. *Amino acids*, 2008. 34 (2), 307-314[cit. 2016-02-11].

FADRHOŇCOVÁ, Pavla 2015: *Antioxidanty v bylinných čajích*, Diplomová práce, Mendelova univerzita Brno, 79 s.

FARAH, A., DONANGELO, C., M. (2006): Phenolic compounds in coffee, *Brazilian Journal of Plant Physiology*, vol. 18, no. 1, p. 23 - 36

HAO, S., Y. LIN, Z. MO, et al. Chlorogenic acid-enriched extract from *Eucommia ulmoides* leaves inhibits hepatic lipid accumulation through regulation of cholesterol metabolism in HepG2 cells. *Pharmaceutical Biology* [online]. 2016, **54**(2), 251 - 259 [cit. 2016-03-11]. DOI: 10.3109/13880209.2015.1029054. ISSN 17445116.

JAIŠKOVÁ, Martina., 2009: *Analýza polyfenolických látek v různých typech kávy*, Bakalářská práce, Vysoké učení technické Brno, 54 s.

JEŽOVIČOVÁ, Lucia. 2015: *Obsahové látky v káve.*, Bakalářská práce, Mendelova univerzita Brno, 50 s.

KADLEC, P. A KOL. 2002: *Technologie potravin*, 1. vyd. Praha, VŠCHT, 2002, s. 8–305, ISBN 80-7080-510-2.

KALUMUCK, Karen E. Caffeine. *Salem Press Encyclopedia of Science*. 2013[cit. 17. 2. 2016],

KAVINA J., 1997: *Zbožiznalství potravinářského zboží*. Praha: IQ 147, 335 s.

Kávovník. cz, Dostupné z: <http://www.kavovnik.cz/clanky/technologie-zpracovani-kavy/>[online] [cit. 2016-02-11].

KREMER, Bruno P. 2006 *Stromy: v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy*. Vyd. 3. Praha: Euromedia Group,

KYSELÁ, Jana., 2007: *Káva, její náhražky a jejich zdravotní aspekty*, Diplomová práce, Karlova Univerzita Praha, 54 s.

KUBALOVÁ, Jana., 2014, *Kávoviny, náhražky kávy nebo něco navíc?*, Bakalářská práce, Masarykova univerzita, 75 s

MARTIN P., 2004: *Káva: originální recepty z kávy a ke kávě*. 1. vyd. Praha: Ivo Železný, 89 s. ISBN 80-237-3847-x.

MOTTL J., 1999: *Nápoje: výroba, ošetřování, podávání*. 2., rozš. vyd. Praha: Grada, 111 s. ISBN 80-7169-811-3.

MOUDRÝ, Jan. 2011: *Alternativní plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press,.

MRÁZKOVÁ, Gabriela, 2011. *Obsah polyfenolických látek v kávě*. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita Brno, 67 s

MULLEN W. A KOL. *Polyphenolic and Hydroxycinnamate Contents of Whole Coffee Fruits from China, India, and Mexico*. 2013, Agricultural and Food Chemistry College of Medical, Veterinary and Life Sciences, University of Glasgow, University Avenue, DOI: 5292-5309.

MÜLLEROVÁ, Martina. 2015 *Metody hodnocení jakosti kávy*, Diplomová práce, Mendelova univerzita Brno, 79 s.

NEDUCHALOVÁ, Michaela, 2013: *Stanovení biologicky aktivních látek v různých druzích kávy*, Diplomová práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 71 s

OLIVEIRA, M. et al., 2012: *Intra- and interspecific mineral composition variability of commercial instant coffees and coffee substitutes: Contribution to mineral intake*. Food Chemistry, 130 (3), 702-709

POLÁKOVÁ, Kristýna, 2012: *Stanovení fenolových látek a antioxidační aktivity u různých druhů káv*, Diplomová práce, Mendelova univerzita, 60 s.

POKORNÝ, Jaromír, Vlasta MATOUŠOVÁ a Milena KONEČNÁ. 1998 *Stromy*. 1.vyd. Praha: Aventinum,

PRUGAR J., 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

RIBEIRO, V. S., LEITÃO, A. E., RAMALHO, J. C., LIDON, F. C. Chemical characterization and antioxidant properties of a new coffee blend with cocoa, coffee silverskin and green coffee minimally processed. Food Research International, 2014, 61, 39-47

ROSEN, D., 1999: *Rádce milovníka kávy : průvodce pro pravého znalce o tom, jak kupovat, připravovat a vychutnávat kávu*. Praha: Pragma, 160 s.

SHARBAF, Fatemeh Rahimi, Padideh DEHGHANPOUR, Mamak SHARIAT a Hosein DALILI. Caffeine Consumption and Incidence of Hypertension in Pregnancy. *Journal of Family & Reproductive Health*. 2013, roč. 7, č. 3, s. 127-130.

SLANINA, Jiří, TÁBORSKÁ, Eva. Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. Chem.Listy [online]. 2004, roč. 98, č.4 [cit. 2016-01-17], s. 239-245. Dostupný z WWW:

STRUNECKÁ, Anna a Jiří PATOČKA. 2012: *Doba jedová 2*. Vyd. 1. Praha: Triton,
ŠTEFCOVÁ, Lenka., 2010: Stanovení mechanických vlastností kávových zrn,
Diplomová práce, Brno, 91 s.

THELANDER, GUNILLA, ANNA KRISTINA JÖNSSON, MARK PERSONNE,
GUNILLA SJÖLIN FORSBERG, KRISTINA MAGNUSSON LUNDQVIST a JOHAN
AHLNER. Caffeine fatalities – Do sales restrictions prevent intentional
intoxications? *Clinical Toxicology (15563650)* [online]. 2010, **48**(4), 354-358 [cit.
2016-03-23]. DOI: 10.3109/15563650903586752. ISSN 15563650.

THORN J., 2000: *Káva: příručka pro labužníky*. 1.vyd. Praha: Fortuna Print, 192 s.
ISBN 80-86144-64-x

TOMKOVÁ, I., 2010: *Senzorické hodnocení kávy a čaje*. Diplomová práce. Brno:
MENDELU Brno, 63 s.

TUČEK J., 2009: Vliv zpracování na chuť kávy, *Beverage & Gastro*, 7-8 s. 2-4.

ÚLEHLOVÁ N., 2009: *Degradace inulinu během skladování ovocných kojeneckých
výživ*. Diplomová práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 81 s.

VTÍPIL J., 2009: *Výroba kávovin v pardubickém regionu v meziválečném období*,
Diplomová práce. Pardubice, 111 s.

WIERZEJSKA, Regina. Coffee Consumption and Cardiovascular Diseases - Has the
Time Come to Change Dietary Advice? A Mini Review. *Polish Journal of
Food* [online]. 2016, **66**(1), 5-10 [cit. 2016-03-23]. DOI: 10.1515/pjfn-2015-0048.
ISSN 12300322.

ŽÁČEK Z., 1960: *Zajímavě o kávě a čaji*, Vydavatelství vnitřního obchodu, 186 s.

8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Popis pražených kávových zrn.....	15
Tab. 2 Chemické složení kávy v různých procesech zpracování.....	15
Tab. 3 Obsah minerálních prvků v pražené kávě (mg/kg)	18
Tab. 4 Rozdělení kávy na druh, skupiny a podskupiny.....	20
Tab. 5 Smyslové požadavky na jakost kávy	20
Tab. 6 Chemické a fyzikální požadavky na jakost kávy	21
Tab. 7 Obsah aminokyselina v pšenici špaldě	23
Tab. 8 Obsah živin ječmene setého.....	24
Tab. 9 Obsah živin žita setého	25
Tab. 10 Obsah základních živin v luštěninách.....	26
Tab. 11 Rozdělení kávovin na skupiny a podskupiny.....	28
Tab. 12 Smyslové požadavky na jakost kávovin	29
Tab. 13 Fyzikální a chemické požadavky na jakost kávovin	29
Tab. 14 Efekt pražení na kávové zrno a změny v množství k. chlorogenové	33
Tab. 15 Vzorek 1 – 3 – Zelená káva	38
Tab. 16 Vzorek 4 – 6 – Pražená káva.....	38
Tab. 17 Vzorek 7 – 9 – kávovina s přídavkem instantní kávy.....	39
Tab. 18 Průměrné hodnoty celkových polyfenolů u všech vzorků.....	45
Tab. 19 Množství kofeinu ve všech vzorcích	49
Tab. 20 Množství kyseliny chlorogenové ve všech vzorcích	52
Tab. 21 Naměřené hodnoty vzorků 1 – 3	55
Tab. 22 Popisné statistiky vzorků 1 - 3	56
Tab. 23 Naměřené hodnoty vzorků 4 - 6.....	57
Tab. 24 Popisné statistiky vzorků 4 - 6	59
Tab. 25 Naměřené hodnoty vzorků 7 – 9	60
Tab. 26 Popisné statistiky vzorků 7 - 9	61

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Kávovník arabský.....	12
Obr. 2 Kyselina kávová, chinová a citronová.....	17
Obr. 3 Čekanka obecná.....	22
Obr. 4 Kofein	30
Obr. 5 Kyselina chlorogenová	32
Obr. 6 Inulin.....	36
Obr. 7 vzorky zelené kávy	38
Obr. 8 Vzorky pražené kávy	39
Obr. 9 Vzorky kávovin s přídavkem instantní kávy.....	39
Obr. 10 Schéma kapalinového chromatografu	42
Obr. 11 Obsah celkových polyfenolů ve vzorcích zelené kávy.....	46
Obr. 12 Obsah celkových polyfenolů ve vzorcích pražené kávy.....	46
Obr. 13 Obsah celkových polyfenolů ve vzorcích kávoviny s přídavkem instantní kávy.....	47
Obr. 14 Srovnání celkových polyfenolů u všech vzorků	47
Obr. 15 Kalibrační křivka kofeinu	48
Obr. 16 Obsah kofeinu ve vzorcích zelené kávy	49
Obr. 17 Obsah kofeinu ve vzorcích pražené kávy	50
Obr. 18 Obsah kofeinu ve vzorcích kávoviny s přídavkem instantní kávy.....	50
Obr. 19 Kalibrační křivka kyseliny chlorogenové	51
Obr. 20 Obsah k. chlorogenové ve vzorcích zelené kávy	52
Obr. 21 Obsah k. chlorogenové ve vzorcích pražené kávy.....	53
Obr. 22 Obsah k. chlorogenové ve vzorcích kávoviny s přídavkem kávy	53
Obr. 23 Celkové srovnání obsahu kofeinu a k. chlorogenové u všech vzorků.....	54
Obr. 24 Chromatogram s peaky kofeinu a k. chlorogenové (vz2).....	55
Obr. 25 Vzorky č. 1 – 3 – zelená káva	56

Obr. 26 Průměrné hodnoty všech deskriptorů u vzorků 1 - 3.....	57
Obr. 27 Vzorky č. 4 – 6 – pražená káva	58
Obr. 28 Průměrné hodnoty všech deskriptorů u vzorků 4 - 6.....	59
Obr. 29 Vzorky č. 7 – 9 – kávovina s přídavkem instantní kávy.....	60
Obr. 30 Průměrné hodnoty všech deskriptorů u vzorků 7 - 9.....	61
Obr. 31 Celkový dojem všech hodnocených vzorků.....	62

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – Sensorický formulář.....	74
Příloha č. 2 Tukeyho HSD test pro porovnání celkových polyfenolů ve všech vzorcích - červené hodnoty označují statisticky významný rozdíl mezi vzorky na hladině $P < 0,05$	77
Příloha č. 3 Tukeyho HSD test pro porovnání kofeinu ve všech vzorcích - červené hodnoty označují statisticky významný rozdíl mezi vzorky na hladině $P < 0,05$	77
Příloha č. 4 Tukeyho HSD test pro porovnání kyseliny chlorogenové ve všech vzorcích - červené hodnoty označují statisticky významný rozdíl mezi vzorky na hladině $P < 0,05$	78
Příloha č. 5 Tukeyho HSD test pro porovnání deskriptoru „Celkový dojem“ ve všech vzorcích - červené hodnoty označují statisticky významný rozdíl mezi vzorky na hladině $P < 0,05$	78

11 PŘÍLOHY

Příloha č. 1 – Sensorický formulář

SENZORICKÉ HODNOCENÍ (ZELENÉ KÁVY, PRAŽENÉ KÁVY, KÁVOVIN S PŘÍDAVKEM INSTANTNÍ KÁVY)

Jméno:

Datum:

Zdravotní stav:

Hodina:

Úkol: Nejprve ohodnoťte barvu a vůni předloženého vzorku před uvařením, následně i po uvaření. Ochutnejte předložený vzorek několikrát po sobě a při každém ochutnání se soustřeďte na uvedenou složku chutě. Posléze zhodnoťte dochuť a celkový dojem z předloženého vzorku. Vše zaznamenejte do níže uvedených grafických stupnic k jednotlivému číslu vzorku.

Senzorické vlastnosti před uvařením

1. Intenzita barvy

Vzorek

1	_____
2	_____
3	_____

barva příliš světlá

barva příliš tmavá

2. Příjemnost vůně

Vzorek

1	_____
2	_____
3	_____

nepříjemná

příjemná

3. Intenzita vůně

7. Acidita chuti

Vzorek

1 _____
2 _____
3 _____

nevýrazná

výrazná

8. Tělo - hořkost

Vzorek

1 _____
2 _____
3 _____

Nevýrazné, slabá hořkost

velmi hořké

9. Délka doznívání chuti

Vzorek

1 _____
2 _____
3 _____

krátké

dlouhé

10. Celkový dojem

Vzorek

1 _____
2 _____
3 _____

nevyhovující

vynikající

Příloha č. 2 Tukeyho HSD test pro porovnání celkových polyfenolů ve všech vzorcích - červené hodnoty označují statisticky významný rozdíl mezi vzorky na hladině $P < 0,05$

č. vzorku	{1} (207,39)	{2} (195,98)	{3} (231,28)	{4} (318,64)	{5} (306,16)	{6} (283,34)	{7} (291,90)	{8} (394,24)	{9} (407,07)
Vzorek č. 1		0,43050 6	0,00483 4	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3
Vzorek č. 2	0,43050 6		0,00022 2	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3
Vzorek č. 3	0,00483 4	0,00022 2		0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3
Vzorek č. 4	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3		0,32370 6	0,00022 2	0,00161 1	0,00017 3	0,00017 3
Vzorek č. 5	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,32370 6		0,00738 7	0,18766 5	0,00017 3	0,00017 3
Vzorek č. 6	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00022 2	0,00738 7		0,75634 6	0,00017 3	0,00017 3
Vzorek č. 7	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00161 1	0,18766 5	0,75634 6		0,00017 3	0,00017 3
Vzorek č. 8	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3		0,29206 0
Vzorek č. 9	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,00017 3	0,29206 0	

Příloha č. 3 Tukeyho HSD test pro porovnání kofeinu ve všech vzorcích - červené hodnoty označují statisticky významný rozdíl mezi vzorky na hladině $P < 0,05$

č. vzorku	{1} (72,663)	{2} (66,558)	{3} (112,58)	{4} (89,513)	{5} (77,285)	{6} (92,225)	{7} (68,066)	{8} (109,44)	{9} (178,03)
Vzorek č. 1		0,81481 4	0,00025 9	0,03400 2	0,94638 8	0,01389 8	0,94774 8	0,00031 0	0,00022 4
Vzorek č. 2	0,81481 4		0,00023 0	0,00488 2	0,26559 4	0,00228 4	0,99996 9	0,00023 8	0,00022 4
Vzorek č. 3	0,00025 9	0,00023 0		0,00472 8	0,00036 0	0,01079 6	0,00023 3	0,99422 9	0,00022 4
Vzorek č. 4	0,03400 2	0,00488 2	0,00472 8		0,16331 0	0,99783 0	0,00767 7	0,01238 2	0,00022 4
Vzorek č. 5	0,94638 8	0,26559 4	0,00036 0	0,16331 0		0,06509 6	0,41546 5	0,00054 7	0,00022 4
Vzorek č. 6	0,01389 8	0,00228 4	0,01079 6	0,99783 0	0,06509 6		0,00345 4	0,03011 5	0,00022 4
Vzorek č. 7	0,94774 8	0,99996 9	0,00023 3	0,00767 7	0,41546 5	0,00345 4		0,00024 7	0,00022 4
Vzorek č. 8	0,00031 0	0,00023 8	0,99422 9	0,01238 2	0,00054 7	0,03011 5	0,00024 7		0,00022 4
Vzorek č. 9	0,00022 4	0,00022 4	0,00022 4	0,00022 4	0,00022 4	0,00022 4	0,00022 4	0,00022 4	

Příloha č. 4 Tukeyho HSD test pro porovnání kyseliny chlorogenové ve všech vzorcích - červené hodnoty označují statisticky významný rozdíl mezi vzorky na hladině $P < 0,05$

č. vzorku	{1} (222,83)	{2} (212,52)	{3} (194,53)	{4} (109,33)	{5} (103,50)	{6} (40,128)	{7} (22,279)	{8} (42,175)	{9} (94,222)
Vzorek č. 1		0,99462 5	0,49841 0	0,00040 9	0,00033 7	0,00022 5	0,00022 4	0,00022 5	0,00027 2
Vzorek č. 2	0,99462 5		0,88543 8	0,00065 3	0,00048 9	0,00022 5	0,00022 4	0,00022 5	0,00034 6
Vzorek č. 3	0,49841 0	0,88543 8		0,00226 6	0,00144 9	0,00022 9	0,00022 5	0,00023 0	0,00077 0
Vzorek č. 4	0,00040 9	0,00065 3	0,00226 6		0,99990 1	0,00917 2	0,00195 3	0,01113 6	0,95008 3
Vzorek č. 5	0,00033 7	0,00048 9	0,00144 9	0,99990 1		0,01604 5	0,00313 8	0,01963 0	0,99730 4
Vzorek č. 6	0,00022 5	0,00022 5	0,00022 9	0,00917 2	0,01604 5		0,88942 0	1,00000 0	0,04072 6
Vzorek č. 7	0,00022 4	0,00022 4	0,00022 5	0,00195 3	0,00313 8	0,88942 0		0,82668 0	0,00710 8
Vzorek č. 8	0,00022 5	0,00022 5	0,00023 0	0,01113 6	0,01963 0	1,00000 0	0,82668 0		0,05023 7
Vzorek č. 9	0,00027 2	0,00034 6	0,00077 0	0,95008 3	0,99730 4	0,04072 6	0,00710 8	0,05023 7	

Příloha č. 5 Tukeyho HSD test pro porovnání deskriptoru „Celkový dojem“ ve všech vzorcích - červené hodnoty označují statisticky významný rozdíl mezi vzorky na hladině $P < 0,05$

číslo vzorku	{1} (51,000)	{2} (47,800)	{3} (38,100)	{4} (65,900)	{5} (43,300)	{6} (65,300)	{7} (58,500)	{8} (55,200)	{9} (21,200)
Vzorek č.1		0,99999 8	0,95072 0	0,89297 3	0,99832 8	0,91339 0	0,99861 4	0,99998 3	0,12883 5
Vzorek č.2	0,99999 8		0,99159 2	0,74105 6	0,99997 0	0,77445 8	0,98408 1	0,99875 2	0,24415 3
Vzorek č.3	0,95072 0	0,99159 2		0,19464 8	0,99991 1	0,21842 8	0,60024 2	0,79562 1	0,80583 3
Vzorek č.4	0,89297 3	0,74105 6	0,19464 8		0,46065 2	1,00000 0	0,99875 2	0,98408 1	0,00212 0
Vzorek č.5	0,99832 8	0,99997 0	0,99991 1	0,46065 2		0,49816 2	0,88174 6	0,96927 7	0,49186 0
Vzorek č.6	0,91339 0	0,77445 8	0,21842 8	1,00000 0	0,49816 2		0,99934 4	0,98901 7	0,00255 4
Vzorek č.7	0,99861 4	0,98408 1	0,60024 2	0,99875 2	0,88174 6	0,99934 4		0,99999 7	0,01971 2
Vzorek č. 8	0,99998 3	0,99875 2	0,79562 1	0,98408 1	0,96927 7	0,98901 7	0,99999 7		0,04771 9
Vzorek č. 9	0,12883 5	0,24415 3	0,80583 3	0,00212 0	0,49186 0	0,00255 4	0,01971 2	0,04771 9	