

Obsah kofeinu v kávovém nálevu připraveném za různých podmínek

Bc. Markéta Matušů



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Markéta MATUŠŮ**
Osobní číslo: **T090261**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Obsah kofeinu v kávovém nálevu připraveném za různých podmínek.**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Historie kávy a druhy kávovníku.
2. Charakteristika kávy a způsoby přípravy kávy.
3. Výskyt kofeinu a jeho účinky.

II. Praktická část

1. Popis použitých káv a popis použité chromatografické metody-HPLC.
2. Stanovení obsahu kofeinu ve vybraných vzorcích kávy.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] AUGUSTIN J. Povídání o kávě. Fontána, 2003. 355s. ISBN 80-7336-040-3.

[2] ŽÁČEK, Z. Nad šálkem plným vůně. 2. vyd. Merkur, 1981.226s.

[3] BEALER B. K., WEINBERG B. A., The Word of Caffeine, The science and culture of the world's most popular drug, Routledge, 2001.

[4] WANYIKA, H. N., GATEBE E. G., GITU L. M., NGUMBA E. K. AND MARITIM C. W., Determination of caffeine content of tea and instant coffee brands found in the Kenyan market, Department of Chemistry, Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Nairobi, 2010.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

25. února 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

20. května 2011

Ve Zlíně dne 21. března 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Matušů Markéta Obor: Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 19.května 2011

.....
Markéta Matušová

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýbělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává neotřeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělků jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédáne k výši výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

V diplomové práci byl sledován obsah kofeinu u vybraných druhů pražených mletých káv a rozpustných káv. Z daných vzorků byly připraveny kávové extrakty, ke kterým byly přidány různé přísady. Kofein byl stanoven metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie. V teoretické části je stručně popsána historie kávy, druhy kávovníku, složení a zpracování kávových plodů a způsoby přípravy kávy. Dále jsou v práci popsány účinky a metabolismus kofeinu, jeho výskyt a použití. V praktické části je uvedena metodika stanovení obsahu kofeinu v kávových extraktech za využití chromatografické metody HPLC. Obsah kofeinu v kávových extraktech pražených mletých káv se pohyboval v rozmezí od 246,4 mg/l - 529,5 mg/l. V mleté bezkofeinové kávě se obsah kofeinu pohyboval v rozmezí od 11,0 mg/l - 17,9 mg/l. Obsah kofeinu v kávových extraktech rozpustných káv se pohyboval v rozmezí od 564,1 mg/l - 1596,2 mg/l.

Klíčová slova: káva, kávovník, kofein, HPLC.

ABSTRACT

This thesis focuses on monitoring the contents of caffeine in selected kinds of roasted ground coffee and soluble coffee. The respective samples were used to prepare coffee extracts to which various ingredients were added. The contents of caffeine were determined using high-performance liquid chromatography. The theoretical part of this thesis contains a brief description of history of coffee, coffee plant species, composition and processing methods of coffee beans and methods for preparing coffee beverage. Furthermore, the work describes the effects and metabolism of caffeine, its occurrence and use. The practical part deals with methodology for determining the contents of caffeine in coffee extracts using HPLC chromatographic methods. The caffeine content in coffee extracts of roasted ground coffee ranged from 246,4 mg/l - 529,5 mg/l. The ground decaffeinated coffee, caffeine content ranged from 11,0 mg/l - 17,9 mg/l. The caffeine content in coffee extracts soluble coffee ranged from 564,1 mg/l - 1596,2 mg/l.

Keywords: coffee, coffee plant, caffeine, HPLC.

Tímto bych ráda poděkovala doc. Ing. Františkovi Buňkovi, Ph.D., vedoucímu diplomové práce, za cenné rady a připomínky, které mi pomohly tuto práci zpracovat. Dále chci poděkovat svým rodičům a přátelům za psychickou podporu při studiu. Mgr. Soni Musilové děkuji za pomoc při experimentální práci a za její všestrannou pomoc.

„ Káva má být černá jako peklo, silná jako smrt a sladká jako láska. “

turecké přísloví

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka. Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně.....

.....

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 HISTORIE KÁVY	12
1.1 LEGENDY O KÁVĚ	12
1.2 ETIOPIE A ARÁBIE	12
1.3 KÁVA V EVROPĚ	13
2 CHARAKTERISTIKA KÁVOVNÍKU	14
2.1 DRUHY KÁVOVNÍKŮ	15
2.1.1 Kávovník arabský (<i>Coffea arabica</i>).....	16
2.1.2 Kávovník robusta (<i>Coffea robusta-canephora</i>)	17
3 KÁVA	18
3.1 SLOŽENÍ PLODU	18
3.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ KÁVY	19
3.2.1 Chemické složení zelených zrn kávovníku	19
3.2.2 Chemické složení pražených zrn kávovníku	20
3.3 PĚSTOVÁNÍ A SKLIZEŇ	20
3.3.1 Pěstování kávy.....	21
3.3.2 Sklizeň plodů.....	21
3.4 ZPRACOVÁNÍ KÁVOVÝCH PLODŮ	22
3.4.1 Suchý způsob zpracování kávy	22
3.4.2 Mokrý způsob zpracování kávy.....	22
3.5 PRAŽENÍ KÁVY	23
3.6 LEGISLATIVA V OBLASTI KÁVY	25
4 ZPŮSOB PŘÍPRAVY KÁVY	27
4.1 TURECKÝ ZPŮSOB.....	27
4.2 INSTANTNÍ (ROZPUSTNÁ) KÁVA	28
5 KOFEIN	30
5.1 VÝSKYT A POUŽITÍ.....	30
5.2 METABOLISMUS A ÚČINKY KOFEINU	31
5.2.1 Toxikologické vlastnosti kofeinu	32
5.3 KOFEIN A ZDRAVÍ	33
5.4 BEZKOFEINOVÁ KÁVA	35
6 CHROMATOGRRAFIE	36

6.1	ROZDĚLENÍ CHROMATOGRAFICKÝCH METOD	36
6.2	VYSOCE ÚČINNÁ KAPALINOVÁ CHROMATOGRAFIE	37
6.3	SOUČÁSTI KAPALINOVÉHO CHROMATOGRAFU	37
II	PRAKTICKÁ ČÁST	39
7	CÍL PRÁCE	40
8	MATERIÁL A METODY	41
8.1	POPIS POUŽITÝCH KÁV	41
8.2	PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ	42
8.3	PŘÍPRAVA VZORKŮ	43
8.4	PŘÍPRAVA STANDARDŮ	43
9	VÝSLEDKY A DISKUZE	44
9.1	CHROMATOGRAFICKÉ STANOVENÍ KOFEINU	44
9.2	VÝSLEDKY OBSAHU KOFEINU VE SLEDOVANÝCH VZORCÍCH MLETÝCH KÁV	45
9.3	VÝSLEDKY OBSAHU KOFEINU VE SLEDOVANÝCH VZORCÍCH ROZPUSTNÝCH KÁV	49
9.4	SOUHRNNÁ DISKUZE	52
	ZÁVĚR	56
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	61
	SEZNAM OBRÁZKŮ	62
	SEZNAM TABULEK	63
	SEZNAM GRAFŮ	63
	SEZNAM PŘÍLOH	65

ÚVOD

Káva je fenomén, předmět rituálu, dobrý start dne i dobrý závěr. Dobrá káva se může pít kdykoli a kdekoli, jako společenská záležitost i jako soukromý obřad. V dnešní době je nalezeno tisíce rad, jak si ji připravit klasickým, netradičním i zcela ojedinělým způsobem. Na dobrou kávu najdete návod snad v každé domácnosti, ať už jsou použité ingredience, způsob přípravy i konzumentské zvyklosti jakékoli. Někde vám může, jinde zas nemusí chutnat, ale pokud jde o skvělou kvalitu, většinou se na ní shodneme všichni. Vždyť i káva má svou kulturu a krásu v rozmanitosti. Jenom je nutné umět ji poznat, naučit se vybrat si a stejně jako ve víně, hledat a nacházet i v dobré kávě své.

V semenech kávy je obsažen alkaloid kofein, který povzbuzuje činnost některých orgánů, jako jsou srdce, mozek, nervy, ledviny či svaly. Kofein je v současné době nejznámější a nejlépe popsanou účinnou látkou v kávě, obsahuje v sobě tento nápoj daleko širší spektrum látek, které lidskému organismu prospívají.

Vliv kávy a její konzumace na lidský organismus je již po dlouhou dobu předmětem nej-různějších odborných studií a účinky tohoto výjimečného nápoje zkoumají specializované týmy odborníků na celém světě. Stále více z nich však potvrzuje, že konzumace kávy má u zdravého člověka spíše pozitivní účinky, jako je například prevence proti určitým typům onemocnění.

Cílem diplomové práce bylo stanovit obsah kofeinu v kávovém nálevu připraveném za různých podmínek.

V teoretické části byla pozornost věnována historii kávy, druhům kávovníku, složení a zpracování kávových plodů a způsoby přípravy kávy. Dále jsou v práci popsány účinky a metabolismus kofeinu, jeho výskyt a použití.

V praktické části byl v kávových extraktech různých druhů káv stanovený obsah kofeinu. Kávové extrakty byly připraveny z pražených mletých káv a z rozpustných káv. U pražených mletých káv byl použit i jeden vzorek bezkofeinové kávy. Obsah kofeinu byl stanoven v kávovém extraktu bez přísad, a poté i po přidání daných přísad a to cukr, mléko, kombinace cukr a mléko. U varianty pražených mletých káv byl daný extrakt připravený i s umělým sladidlem. Pomocí metody HPLC byly stanoveny koncentrace kofeinu v kávových extraktech.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE KÁVY

1.1 Legendy o kávě

Historie kávy je stejně zajímavá a bohatá. První údaje se dochovaly v rozmanitých bájích a legendách. O objevitelích „zázračných bobulí“ existuje velké množství legend, které přežily staletí, a oslavují „první“ použití těchto zázračných plodů. [4]

Jedna z legend vypráví, jak šejk Omar, lékař a kněz, objevil u Ousabu v Arábii pouhou náhodou kávu jako nápoj s magickými vlastnostmi. Šejk Omar, žijící ve vyhnanství, pozoroval ptáka s překrásným nápadným peřím, odpočívajícího na stromě a zpívajícího. Když se chtěl Omar ptáka zmocnit, upoutaly ho na stromě líbezně vonící květy a zvláštní červené lákavé plody. Omar utrl několik plodů a odnesl je do své jeskyně. Nalezené plody použil jako přísadu do odvaru, který si připravoval z různých plodů a rostlin. Zvláštní chuť odvaru přivedla Omara na myšlenku předepsat tento nápoj nemocným, kteří jej jako dobrého lékaře a rádce vyhledávali i ve vyhnanství. Zpráva o blahodárném účinku nápoje se rozšířila tak, že byl Omar vyzván, aby se vrátil v triumfálním doprovodu do Mekky, kde byl později na jeho počest vystavěn klášter a Omar byl prohlášen za svatého. [4]

Podle další legendy se hovoří o pastevci jménem Chaldi, který si jednou povšiml, že jeho stádo koz je nezvykle čilé a bujné, plné energie. Pozoroval, kam se chodí pást a objevil, jak spásají zvláštní vonící keříky. Okusil bobule keříku a sám pocítil dosud nepoznanou energii. Jedl tyto plody, které mu pomáhaly překonávat únavu a zaháněly pocit spánku. Se svým tajemstvím se po čase svěřil opatovi z blízkého kláštera, ovšem u něj nepochodil. Opat považoval tento nápoj za nástroj samotného ďábla, a tak přinesené plody hodil do ohně. A právě tento projev nedůvěry byl klíčem k odhalení kávovníkových zrn. Oheň uvolnil kávové aroma, které opata natolik překvapilo a okouzilo, že zrnka vyhrabal z ohně a začal s nimi experimentovat. Zkoušel je vařit ve vodě a potom nápoj pil. Když pocítil sám na sobě povzbuzující účinky, rozhodl se, že jej budou mniši pít, aby zůstali svěží při nekonečných nočních modlitbách. [2, 3]

1.2 Etiopie a Arábie

Původ kávy zůstal dlouho nejasný. Kávová zrna znali lidé v Etiopii a Arábii již kolem roku 550 př. n. l. Dokonce jej neznal ani velký botanik Carl Linné, který ji klasifikoval jako

„kávu arabskou“ (*Coffea arabica* L.). Mylně se totiž domníval, že pochází z Arábie. Ve skutečnosti pochází z východní Afriky, z okolí Velkých jezer, někde z hornaté oblasti etiopské provincie Kaffa. Tam se ještě v současné době nacházejí divoce rostoucí kávovníky. Mnoho přímořských národů vydávajících se na námořní výpravy poprvé ochutnalo kávu v Arábii. Odtud se začala vyvážet do Evropy. Aby si udržela své výhradní právo na pěstování, zakázala vývoz klíčivých semen. [2, 7]

V roce 1517 Turci propašovali kávu z Arábie do Turecka. Pěstování kávy, které bylo až do konce 18. století výsadou obyvatel Arabského poloostrova, se postupně rozšířilo i do jiných oblastí světa. [7]

1.3 Káva v Evropě

První záznamy o kávě v evropské literatuře zachycuje Holanďan Charles de l' Ecluse v roce 1574. Ten obdržel tato semena darem pod názvem „buna“ nebo „el kave“ od Alfonsia Pancia profesora na akademii ve Ferrare. Do Německa přinesl první zprávu o kávě lékař Leonhard Rauwolf, který poznal kávu z cest po orientu v roce 1573. [2, 5]

První káva na našem území se začala pít v roce 1698 v Jindřichově Hradci. Kávu čepoval pokřtěný Turek zvaný Georgius Deodatus Damascenus, který přišel do Prahy z Damašku. Oblékal se do orientálního oděvu a občanům nosil kávu až do domu. V roce 1714 dosáhl měšťanského práva a povolení ke zřízení první pražské kavárny v domě U zlatého hada. [2, 6]

2 CHARAKTERISTIKA KÁVOVNÍKU

Kávovníky jsou poměrně početnou skupinou nižších tropických rostlin. Všechny druhy jsou dřevnaté, jejich velikost se pohybuje od nízkých keřů až k 10 m vysokým stromům (Obr. 1). [1]



Obr. 1 Kávovník [18]

Kávovník je keř subtropického a tropického podnebného pásma, vyžaduje teplé a vlhké podnebí se stálými teplotami mezi 18 až 22 °C. Keřůvky kávovníku kvetou bílými voňavými a jasmínu podobnými květy (Obr. A), které se rychle mění v zárodky plodu. Ty v závislosti na odrůdě a poloze plantáže průběžně dozrávají za 6 až 9 měsíců po odkvětu, přičemž vznikají kulaté či oválné plodnice, podobající se velikostí třešni. Tyto kávové bobule jsou zpočátku zelené (Obr. B), postupně žloutnou a červenají (Obr. C), až se nakonec zabarvují jemně do fialova. Skládají se z povrchové kožovité slupky, nasládlé šťavnaté dužniny a pergamenovité slupky, obalující dvě kávová zrna (semena). Někdy se vyvine pouze jedno zrna vejčitého tvaru (perlová káva), které se však kvalitou neliší od ostatních. Každé semeno je ještě obaleno volným osemením, zvaným stříbřitá blanka. Zrna kávovníku dozrávají postupně a kvalitou nejlepší pro sklizen jsou plodnice v době, kdy zčervenají. [7]



Obr. A Obr. B Obr. C
Květy a plody kávovníku [45]

2.1 Druhy kávovníků

Tradičně se kávovníky dělí na dvě hlavní odrůdy tzv. arabiku neboli Kávovník arabský (*Coffea arabica* Linné) a na kofein bohatší robustu, Kávovník canephora (*Coffea canephora* Pierre ex Freoner). Skutečné dělení kávovníků je však složitější:

- **Kávovník arabský** (*Coffea arabica* Linné) s následujícími odrůdami:

- Bourbon (*C. arabica* var. *Bourbon*) – brazilský kávovník se snad největšími výnosy
- Maragogip (*C. arabica* var. *maragogipe* Froehner) – odrůda s poněkud většími plody než ostatní arabiky (zrna jsou zploštělá, ale dlouhá). Má velké výnosy, ale horší kvalitu. Pěstuje se ve Venezuele, Brazílii a Guatemale
- Mocca (*C. arabica* var. *mocca* Cramer) – kávovník s polokulatými semeny. Pěstuje se hlavně v Arabských zemích a v Etiopii
- Amarella (*C. arabica* var. *amarella* Froehner) – znám zejména pod názvem botucato nebo amarella, káva velmi bohatá na kofein, kvalitou druhá za bourbonem
- Murta (*C. arabica* var. *Murta* Lal) – vůči chladnému počasí velmi odolný kávovník, pěstovaný hlavně v Brazílii
- Angustifolia (*C. arabica* var. *angustifolia* Miquel ex Froehner) – drobnolistá odrůda s vejčitými plody
- Laurina (*C. arabica* var. *laurina* Hort.) – tak zvaná káva Leroy je křížencem *C. arabica* a *C. mauritiana* s malými drobnými listy a vejčitým zrnem

- **Kávovník liberský** (*Coffea liberica* Hiern) – původním domovem je Angola, ale tento kávovník je nejvíce pěstován v Libérii, Kamerunu a na Pobřeží slonoviny

- **Kávovník excelso** (*Coffea excelsa* Chevalier), s odrůdami
 - Abeocuta (*C. Excelsa* var. *Abeocuta*) – káva lagos, menší plody, nestejného tvaru, káva průměrné jakosti
 - Arnoldiana (*C. Excelsa* var. *Arnoldiana de Wildeman*) káva ponejvíce pěstovaná v Kongu a v Angole

- **Kávovník canephora** (robusta) (*Coffea canephora* Pierre ex Freoner), s následujícími odrůdami:
 - Laurenty (*C. Canephora* var. *Laurentii*) – robusta kávovník objeven v 19. století Laurentem v Kongu. Kávovník má horší jakost nežli ostatní odrůdy, ale je velmi odolný proti kávové rzi. V 60. letech minulého století zaujímal pouhých 30 % světové produkce. Dnešním dnem se blíží k 60 %.

- **Kávovník stenophyla** (*Coffea stenophylla* G. Don.) – pěstovaný v Kongu, Guiney a Sierra Leone. Plody jsou po uzrání černé. Plodí kávu uspokojivých vlastností.

- **Kávovník affinis** (*Coffea affinis* de Wildeman) – jeho domovinou je Sierra Leone a Guinea, velmi podobný kávovníku Stenophyla

- **Kávovník congensis** (*Coffea congensis* Frehner) – roste v nížinách kolem řek na území Konga, je imunní vůči kávové rzi. [1, 2]

2.1.1 Kávovník arabský (*Coffea arabica*)

Kávovník tohoto druhu zaujímá vysokou kvalitu svých plodů nejvýznamnější místo v pěstování kávy, 65 % světové produkce kávy pochází z arabského kávovníku. Jeho domovem je Etiopie a Jižní Afrika. V největším měřítku se pěstuje arabský kávovník v Brazílii, dále na Jávě, Sumatře a ve Střední Americe. Obsah kofeinu (0,7-1,4 %). [4, 7]

Je to malý strom s krátkostopkatými, proti sobě postavenými listy. V divokém růstu dosahuje výšky až 6 m. Za příznivých podmínek je strom celý rok zelený. Plod kávovníku arab-

ského se podobá třešni, má krátkou stopku a je nazýván kávovou třešní (bobulí). Plody jsou barvy zelené zráním žloutnou, červenají, až se nakonec zbarvují fialově. [4]

2.1.2 Kávovník robusta (*Coffea robusta-canephora*)

Druhý nejčastější pěstovaný kávovník. Pochází z Jávy, obsah kofeinu (2,2-2,4 %). Podle některých literárních pramenů se na světové produkci podílí asi 30 %. Tento podíl je však neustále na vzestupu, neboť z kávovníkové robusty se dosahují lepší výnosy. Tento druh kávovníků se pěstuje hlavně v západní a střední Africe, dále v celé jihovýchodní Asii a do jisté míry i v Brazílii, kde jsou známé pod označením „Conilon“. [1, 7]

Jedná se o poměrně robustní keř nebo strom. Plody má okrouhlé, v období dozrání jsou vínově červeného zbarvení, jejich dužina je snadno oddělitelná od semen a doba zrání je asi jedenáct měsíců. [1]

3 KÁVA

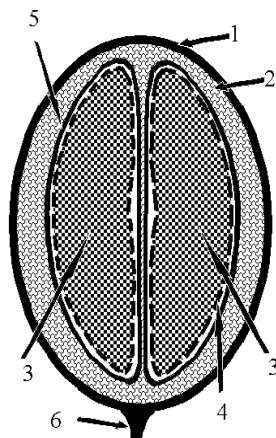
Káva je v podstatě plod, velikosti třešně (Obr. 2). Plody kávovníků jsou vejcovité. Pod tuhou slupkou je nasládlá dužina a v ní dvě zelená semena v pergamenové slupce. Pokud se v pergamenu nachází jen jedno semínko, nazývá se „perlová káva“. Nezralé plody rostliny *Coffea* jsou zelené, zráním mění barvu na špendlíkově žlutou, postupně červenají do barvy brusinek až fialové do barvy zralých švestek. Barva a zralost plodů je pro kvalitu kávy velmi důležitá. [8, 11]



Obr. 2 Plody kávovníku [46]

3.1 Složení plodu

Kávovníkové bobule (Obr. 3) se skládají z vnější vrstvy (exokarp), která je poměrně hrubá a tím dostatečně odolná proti poškozením. Dále následuje vnitřní vlhká část nasládlé šťavnaté dužiny (mezokarp). Další vrstvou bobule kávovníku je slupka. Tzv. pergamenový obal (endokarp) je v průběhu zpracování dost tuhý, stejně jako i tenká vrstva stříbřité blanky, která zůstává podobně přilnutá na samém povrchu kávovníkového zrna až do jeho pražení. Po pražení se tato stříbřitá vrstva samovolně odstraní, protože neexpanduje jako vnitřek kávovníkového semena. [1]



Obr. 3 Řez kávovníkové bobule: 1- vnější vrstva (exokarp), 2- dužina (mezokarp), 3- kávové zrno (endosperm), 4- stříbrná blanka, 5- pergamenová blanka (endokarp), 6- stonek [44]

3.2 Chemické složení kávy

Káva je složitou směsí řady identifikovaných a pravděpodobně i neidentifikovaných látek, jejichž poměr závisí jak na druhu a původu kávy, tak na způsobu pražení. 50 % sušiny zelené kávy tvoří sacharidy. Zbytek v šálku kávy závisí na směsi, stupni pražení a způsobu přípravy nápoje, ale v průměru představuje 20 -30 % pevných částic. Obsah lipidů v zelené kávě kolísá v rozmezí 8 -18 %, ale po pražení činí průměrný obsah u arabiky 16 % a u robusty 10 %. Většina (70 -80 %) lipidů je ve formě triacylglycerolů. Káva je bohatá na alkaloid kofein (1-2 % sušiny), který je stálý při pražení. Z kyselin obsahuje káva kyselinu kávovou a chininovou (10 %) a kyselinu chlorogenovou (4-6 %). Obsah vody se pohybuje v rozmezí 10-13 %. Z vitaminů obsahuje zelená káva thiamin, riboflavin, kyseliny pantotenovou a nikotinovou, vitamín C, vitamín B₁₂. Minerální látky tvoří 4 % sušiny, zejména draslík, hořčík, vápník, fosfor, mangan a železo. [7, 23]

3.2.1 Chemické složení zelených zrn kávovníku

Složení zelených zrn kávovníku je závislé na různých faktorech, zejména na botanickém druhu, původu, klimatických podmínkách a na zpracování. Porovnání složení zelených zrn kávovníku Arabica a kávovníku Robusta je uvedeno v Tab. 1.

Tab. 1 Složení sušiny v zelené kávě v (%). [7, 50]

Složka	Arabica	Robusta
Kofein	1,2	2,2
Minerální látky	4,2	4,4
Tuky	16,0	10,0
Trigonellin	1,0	0,7
Proteiny, aminokyseliny	11,5	11,8
Mastné kyseliny	1,4	1,4
Kyselina chlorogenová	6,5	10,0
Sacharidy	58,0	59,5

3.2.2 Chemické složení pražených zrn kávovníku

Složení pražených zrn kávovníku se liší v závislosti na různorodosti a rozsahu pražení. Porovnání složení pražených zrn kávovníku Arabica a kávovníku Robusta je uvedena v Tab. 2.

Tab. 2 Složení sušiny v pražené kávě v (%). [7, 50]

Složka	Arabica	Robusta
Kofein	1,3	2,4
Minerální látky	4,5	4,7
Tuky	17,0	11,0
Trigonellin	1,0	0,7
Proteiny, aminokyseliny	10,0	10,0
Mastné kyseliny	2,4	2,5
Kyselina chlorogenová	2,7	3,1
Sacharidy	38,0	41,5

3.3 Pěstování a sklizeň

Plantáže kávovníku se rozprostírají mezi severním a jižním obratníkem, od Střední a Jižní Ameriky po Afriku, Arábii, Indii až po Indonésii a Oceánii. Kávovník se pěstuje zejména v tropickém až subtropickém pásmu (průměrná teplota pro pěstování arabiky je 17 °C až 24 °C, robusta má nejraději rovníkové podmínky se stálejšími teplotami mezi 24 °C až

30 °C). Komplikovaná souhra teplot, vodních srážek a slunečního záření se právě nachází v kombinaci, která této rostlině prospívá. Kávovníky ve vyšších nadmořských výškách jsou náročnější na pěstování, ale poskytují kvalitativně lepší kávu. [1, 5]

3.3.1 Pěstování kávy

Keřiky kávovníku se předpěstují v bavlněných obalech ze semen a po růstu na 30–50 cm jsou přesazeny na plantáž. Za sedm měsíců od výsadby se u malé sazenice provede výběr dvou nejsilnějších výhonků, nechají sedm let plodit a poté se celý proces opakuje, celkem čtyřikrát tzn., že kávovníky rodí průměrně 28 let. Je důležité, aby na místech, kde mají být plantáže, byly zasazeny také stromy, které poskytují kávovníkům stín. Průběžně se sleduje i zdravotní stav keřů a probíhá vysazování nových kávovníků. [6, 8]

Výnos a kvalitu mohou významně snížit choroby a škůdci kávovníku. Odolnější odrůdy jsou dražší a používání chemických postřiků herbicidy, pesticidy je ekonomicky nákladné. Levnější metodou je mechanická likvidace napadených keřů, někdy postačí otrhat napadené listy a bobule, jindy se musí keř nahradit novým. [6, 10]

3.3.2 Sklizeň plodů

Plody kávovníku se u jakostnějších druhů kávy Arabica sklízí ručně. Trhají se jen zralé plody, což je velmi časově náročné a pracné. Tento způsob však zaručuje vysokou kvalitu kávových plodů. Selektivní sběr musí být opakován každých 8–10 dní, až do úplného sklizení všech plodů. Pro dozrání potřebuje plod 6 až 8 měsíců. Tuto délku ovlivňuje, půda klima, hnojení. [3, 10]

Druhý způsob sběru je označován jako „pásový sběr“, to znamená, že jsou sbírány všechny plody různého stupně zralosti a to buď setřásáním do plachet, nebo pomocí strojového sběru. Kvalita konečného výrobku může být významně ovlivněna následným tříděním plodů, tento způsob sběru se používá zejména u odrůdy Robusta. Proces zrání plodu této odrůdy trvá 9 až 11 měsíců. [2]

3.4 Zpracování kávových plodů

3.4.1 Suchý způsob zpracování kávy

Suchý způsob se využívá především na zpracování zrn podřadnější jakosti. Tento způsob je technologicky méně náročný. Nasbírané kávovníkové bobule se v prvním stupni zbaví zeminy a dalších nečistot, volně se rozloží na betonový, cihlový nebo rohožemi vystlaný povrch a jsou vystavené za ideálního počasí přímému slunečnímu záření a v pravidelných intervalech se přehrabávají, aby se předešlo fermentačním pochodům. Po uplynutí asi čtyř týdnů, kdy obsah vlhkosti v každé bobuli klesne přibližně na 12 %, jsou bobule suché. Vnější slupka silně zhnědne a stane se křehkou, zrnka v ní chřestí. V tento okamžik se v drtičích odstraní dužnatý obal plodu. Tento způsob zpracování se používá převážně pro zrna nižší jakosti.

Suchou technologií zpracování se získávají kávovníková zrna ekonomicky méně náročnou cestou, trvá to však déle. Zelené kávovníkové bobule se potom skladují určitou dobu v silech a i během tohoto uskladnění ještě ztrácí svou vlhkost. Suchý způsob zpracování kávovníkových zrn se využívá hlavně v produkčních oblastech Brazílie, Arábie a ojediněle i v některých státech Střední Ameriky. [1, 12]

3.4.2 Mokrý způsob zpracování kávy

Mokrý způsob zpracování dokonaleji oddělí nezralé a jinak poškozené kávovníkové plody od plodů zralých. Mokrý způsob je rozšířen tam, kde se produkuje káva vyšší kvality. Hlavní rozdíl mezi suchou a mokrou metodou zpracování spočívá v tom, že při mokré metodě je dužina odstraněna od zrna téměř ihned, zatímco u suché metody se kávovníkové bobule nechávají určitou dobu ještě dosušit. V prvním stupni se kávovníkové plody plaví ve velkých nádržích, kde se zbavují listí, větviček, suchých, nezralých, případně napadených plodů, stejně tak jako i všech nežádoucích kontaminantů. Proudem vody jsou dále unášeny do tzv. „vylupovacích“ strojových zařízení, kde se odstraní dužina. Aby se zachovala vysoká kvalita kávovníkových zrn, je důležité, aby se jejich vylupování začalo co nejdříve po sběru, určitě ne později než za 24 hodin. Pokud se nechají bobule kávovníků nevylopané příliš dlouho, odděluje se masitá dužnina od zrn o hodně hůř, a to způsobuje její nedokonalé oddělení a následné možné poškození zrna. V tomto stupni tedy dochází

k oddělení kávovníkových zrn obalených ve slupkách od jejich obalové vrstvy kůže a dužiny a ty jsou vyplavovány proudem vody. [1, 12]

Dalším stupněm mokrého zpracování je základní fermentace, což prakticky znamená oddělení kluzkého slizovitého povlaku pokrývajícího oplodí kvašením. Na plodu zůstává vrstva rostlinného slizu, která se odstraní fermentací zrn v nádobách (Obr. 4 vlevo) a následným umytím nebo se mechanicky čistí (Obr. 4 vpravo). Fermentační proces probíhá asi 12 až 36 hodin ve speciálních tancích. Potom se kávová zrna dokonale promyjí, usuší a na luštících strojích se odstraní rohovitě osemení a částečně i pergamenové pouzdro. Nakonec se leští v odstředivkách, kde se odstraní i zbytky pergamenového pouzdra. Suchá zelená káva se potom třídí podle velikosti, hmotnosti a barvy do jakostních tříd. [1, 12]



Obr. 4 Fermentační nádrže (vlevo). Mechanické čištění zrn (vpravo) [46]

3.5 Pražení kávy

Pražení kávy je proces, díky kterému děláme ze zeleného, téměř nepoživatelného kávového zrna kávu praženou, plnou vůně a hořko-kyselých chutí. Charakteristické vlastnosti získává pražením, tím ztrácí asi 20 % hmotnosti, ovšem nabývá až 40 % objemu. Káva se praží na tzv. pražicích strojích různé konstrukce buď horkým vzduchem, nebo plyny vycházejícími z topeniště. Proces pražení probíhá při teplotě 160-220 °C. Pražením uniká voda, cukr karamelizuje, tříslovina se rozkládá a z bílkovin se tvoří aromatické sloučeniny.

Kávová zrna přechází ze zelené barvy na tmavě hnědou, která je způsobena hnědými pigmentovými látkami s antioxidačními vlastnostmi, tzv. melanoidy. Nejprve se odpaří zbylá voda a organické látky se začnou uvolňovat při teplotě 160 °C. Dojde k rozkladu proteinů na jednodušší peptidy a vzniknou různé fenolové látky.

Během pražení vznikají stovky aromatických sloučenin, mezi které patří například:

- uhlovodíky (myrcen, toluen, styren),
- hydroxyderiváty (alkoholy metanol, etanol, fenoly aj.),
- ketony (aceton, tridekanon, propiofenon, diketony),
- organické kyseliny (mravenčí, octová, propionová, isovalerová, 2-metylmáselná, kapronová),
- sirmé sloučeniny (thioly, sulfidy, sulfany, deriváty thiofenu),
- deriváty furanu, pyrrolu, tiazolu, pyraziny, pyridiny,
- estery furfurylalkoholu s nižšími mastnými kyselinami.

Největší část kávového aroma tvoří deriváty furanu. Zásadní význam z hlediska výrazné kávové chuti mají deriváty pyrazinu, pyridinu, thiofenu a pyrrolu.

Vývoj aromatu a chuti probíhá paralelně s vývojem zbarvení, takže podle zbarvení lze usuzovat na stupeň pražení a zbarvení je do jisté míry indikátorem procesu pražení. Při neopatrném pražení uniká část kofeinu a malé množství právě vytvořených aromatických sloučenin. Během pražení se vytváří dehtovité látky, které způsobují tmavě hnědé zbarvení.

Neodborným pražením lze i nejkvalitnější kávu úplně znehodnotit. Při příliš prudkém pražení dochází současně k tzv. „pocení kávy“. Tuk ze zrna se dostává na povrch, což má velmi nepříznivý vliv na jakost kávy. Působením vzdušného kyslíku a světla se vyloučený tuk na povrchu oxiduje a dochází k jeho hydrolyze a žluknutí, což zhoršuje jakost kávy.

Většina pražicích strojů je plynových, stroje se skládají z válce uzavřeného v kovovém obalu (pražicího bubnu) a ze sacího mechanismu zajišťujícího koloběh horkého vzduchu. Káva se nasype do vnitřní části pražicího stroje, ve kterém probíhá celý proces pražení. Spirálově stočené lopatky zrna během pražení neustále promíchávají. Tím se zabraňuje připálení kávy a dosáhne se tak stejnoměrného vypražení. Upražená káva (Obr. 5) musí být urychleně z pražicího bubnu vypuštěna, ochlazená, zbavena kamínků a kovových příměsí. Rychlé zchlazení má význam pro zachování vůně a kvality. Káva je nejlepší 4 až 24 hodin

po upražení, kdy produkuje dostatek oxidu uhličitého, aby chránila zrna od přístupu kyslíku, který způsobuje žluknutí.

Balení následuje okamžitě po umletí, kdy je káva nahuštěna a je z ní vytlačen veškerý vzduch v případě balení do potravinářského trojobalu. V případě balení do plechu je balení napuštěno dusíkem. Káva je balena ve vakuu nebo v ochranné atmosféře, aby se zabránilo znehodnocení obsahu vzdušným kyslíkem. [1, 12, 14, 49]



Obr. 5 Kávová zrna po upražení [47]

3.6 Legislativa v oblasti kávy

Legislativou v oblasti kávy se zabývá Vyhláška Ministerstva zemědělství 330/1997 Sb., ve znění pozdějších právních předpisů. Základními pojmy z této legislativní normy se rozumí:

- a) zelenou kávou sušená semena kávovníku rodu *Coffea*, zbavená pergamenového pouzdra,
- b) praženou kávou produkt získaný pražením zelené kávy,
- c) praženou kávou bez kofeinu produkt získaný pražením zelené kávy, který obsahuje nejvýše 0,1 % kofeinu v sušině,
- d) kávovým extraktem výrobek v jakékoliv koncentraci, získaný pražením kávy a následnou extrakcí s použitím vody jako extrakčního prostředí a s vyloučením všech postupů hydrolýzy zahrnující přídavek kyseliny nebo zásady, obsahující rozpustné a aromatické složky kávy, které mohou obsahovat nerozpustné oleje pocházející z kávy, stopy jiných nerozpustných látek pocházející z kávy nebo z vody, použité pro extrakci,

- e) rozpustnou kávu, instanční kávou nebo sušeným extraktem kávy kávovým extrakt v prášku, granulovaný, ve vločkách, kostkách nebo jiné formě, který neobsahuje méně než 9,5% hmotnosti sušiny na bázi kávy,
- f) pastou kávového extraktu kávový extrakt v pastovité formě, u něhož sušina na bázi kávy činí ne více než 85 % a ne méně než 70 % hmotnosti,
- g) kapalným kávovým extraktem kávový extrakt v kapalné formě, u něhož sušina na bázi kávy činí ne více než 55 % a ne méně než 15 % hmotnosti; může však obsahovat přírodní sladidla v množství nepřesahujícím 12 % hmotnosti. [12]

4 ZPŮSOB PŘÍPRAVY KÁVY

Jedna z příčin celosvětové obliby pití kávy spočívá pravděpodobně v tom, že kávu lze připravovat na mnoho způsobů a tím vyhovět rozdílným chuťovým nárokům. Navzdory tomu je základní princip všech způsobů přípravy všude stejný: umletá kávová zrna se zalévají horkou vodou, aby vznikla aromatická tekutina- káva.

A přestože se k nám káva dostala z Arábie, tradiční arabský způsob její přípravy, při němž se káva třikrát uvede do varu, se u nás nevžil. Česká příprava kávy, hovorově nazývána „turek“ nemá s tradiční tureckou kávou moc společného. Vaření narušuje chuť kávy, protože jí odebírá těkavé aromatické látky a zdůrazňuje látky hořké. Aby se tato hořkost překryla, dávají Arabové v některých zemích do kávy kardamom. Kardamom je tropický, bylinný keř, který roste ve vlhkých pralesích v Indii, na Srí Lance, Sumatře a v Číně. Plody jsou tobolky, které obsahují větší počet semen. Kardamom má příznivé účinky na zažívání, působí proti žaludečním potížím, považuje se za afrodisiakum, má antiseptický a diuretický účinek. [9, 41]

Káva by měla být v každém případě čerstvá, nejlepší je zakoupit zrnkovou kávu a umlít si požadované množství krátce před její přípravou. Mletá káva by měla být uskladněna v těsných nádobách k tomu určených, aby se zabránilo vstřebávání ostatních pachů do kávy, nejlépe na tmavém a chladném místě. [15]

Doporučuje se také vypít kávu co možná nejrychleji, neboť jen tak je možné si vychutnat její skutečné aroma, po delší době z uvařené kávy těkavé aromatické látky postupně vyprchávají. Poměr kávy a vody není striktně předepisován, protože vždy záleží na individuální chuti podle toho, zda máme rádi kávu slabší nebo silnější. [16]

Pro docílení pevné pěny se mletá káva nejprve zalije menším množstvím horké vody, zbytek vody se pak přivede k varu a káva se dolije. Ke kávě by se měla vždycky podávat nádobka se smetanou a sklenice s vodou. [17]

4.1 Turecký způsob

Turecká káva je káva připravená vařením upražených kávovníkových zrn, popřípadě s přidavkem cukru, podávána do šálek, ve kterých se sedlina usadí. Název popisuje způsob přípravy, nikoliv suroviny, není tam žádná zvláštní turecká odrůda kávovníkového zrna. [23]

Semletá kávovníková zrna, cukr a voda, přesně v tomto pořadí a ne jinak se vloží do malé mosazné nebo měděné konvice s delší ručkou (říká se jí džezva nebo ibrik). Na každý šálek by se měly použít dvě plné kávové lžičky směsi a jedna kávová lžička cukru. Tuto směs necháme přejít varem a vzápětí stáhneme konvičku z plotny. Protože tekutina při vaření zpění a stoupne až do úzkého hrdla, nesmíme džezvu naplnit po okraj. Turecká káva se podává až po trojím převaření. Tato kávová specialita se tradičně koření mletým kardamomem. Na šálek se počítá s jednou tobolkou koření.

Je třeba říci, že tento způsob přípravy kávy není právě ten nejlepší a také tímto způsobem by se nemělo zacházet s kávou, ale takto připravená káva je zajímavým nápojem a má osobitou chuť. [23]

Džezva je malá konvice o obsahu 100 až 200 ml s dlouhým držadlem zhotovená z pocínované mědi nebo hliníku, ale můžeme použít i malou pánvičku. V džezvě můžeme připravit „kávu Arab“. Do nádoby nasypeme moučkový cukr a postavíme ji na horkou plotýnku, kde necháme cukr zvolna roztavit. Když již začíná karamelizovat, nalijeme na něho do džezvy opatrně jen pod hrdlo vodu, přivedeme k varu, odstavíme a nasypeme kávu. Promícháme lžičkou a po opětovném vzkypění máme kávu hotovou. Přelijeme ji do šálku. [19]

4.2 Instantní (rozpuštná) káva

Historie instantní kávy není tak dlouhá v porovnání s dobou, kdy byly objeveny účinky kávových zrn a po celém světě se začala káva pěstovat, sklízet a zpracovávat.

Byla vynalezena na přelomu devatenáctého a dvacátého století. Značného rozmachu se dočkala za první světové války. V roce 1938 se rozmohl prodej pod označením *Nescafé*, které je používáno dodnes. Kvalita práškových instantních káv stále stoupala, takže dnes je možné připravit z ní celkem chutný nápoj. Její aroma sice nelze srovnávat s vůní čerstvě umleté kávy, ale chuť některých druhů se přibližuje chuti klasické kávy.

Instantní káva (Obr. 6) je jednoduchá na přípravu a snad právě proto si získala značnou oblibu, i když je výsledný nápoj se zrnkovou kávou nesrovnatelný. Ale jsou země, kde se téměř výhradně pije rozpuštná káva, například ve Skandinávii. Také ve Velké Británii připadá asi osmdesát procentní podíl spotřeby kávy na kávu instantní. Naopak ve Finsku jsou konzumenti kávy velice nároční a tak preferují pravou zrnkovou kávu před kávou rozpuštnou, spotřeba instantní kávy činí pouhé jedno procento z celkové spotřeby kávy. U nás v posledních letech obliba a spotřeba této kávy pomalu stoupá. [20]



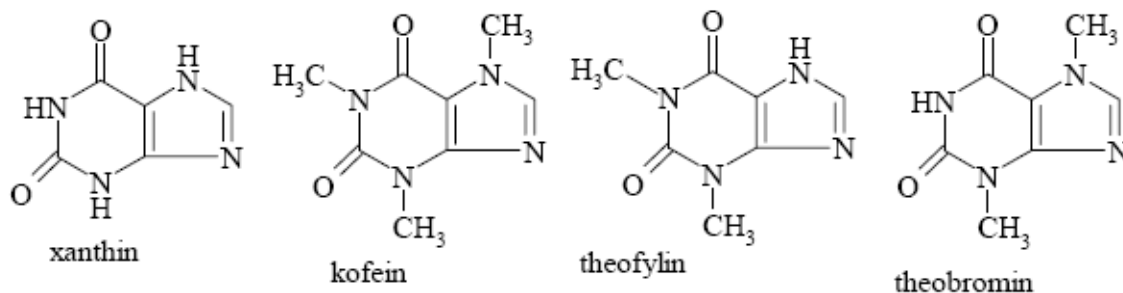
Obr. 6 Instantní (rozpustná) káva [48]

Instantní káva se vyrábí podobně jako sušené mléko, a to sušením vyextrahovaných mletých pražených zrn kávovníku. Ve velkých válcových nerezových extraktorech, za pomoci horké vody a mletých pražených zrn, se v prvním stupni nejprve připraví silný kávový extrakt. Ten se potom musí z vysokých teplot (100 °C) rychle zchladit až na 4 °C. Bezprostředně po extrakci a chlazení následuje ihned druhý stupeň zpracování, a to je sušení. Samotné sušení se uskutečňuje dvěma způsoby. V prvním případě se zahuštěný a přefiltrovaný silný kávový extrakt rozprašuje pod tlakem na stěny vysokých vyhřívaných bubnů, odkud padá usušený v podobě jemných zrněk dolů. Ta jsou prodávána buď přímo ve formě prášku, nebo se z nich další úpravou (navlhčením) připravují kávové granule. Tento způsob tzv. „spray-dried“ je častěji používanou metodou i pro její menší ekonomickou náročnost. Druhým způsobem sušení je tzv. „freeze-dried“ který se provádí lyofilizací (vymrazováním ve vakuu). Vlivem vakua se při nízkých teplotách rychle odpaří zbytková vlhkost. Poněvadž nedochází při tomto kroku k zahřívání směsi, finální produkt si ponechává nezměněnou chuť a vůni. [1]

V některých jihoamerických státech se rozpustná káva vyrábí z kvalitnějších druhů Arabiky, ale v Evropě se k výrobě používají méně kvalitní zrna kávovníku Robusta. K výrobě 1 kg instantní kávy je totiž potřeba až 2,2 kg zelených kávovníkových zrn. Na výrobu 1 kg pražených kávovníkových zrn stačí 1,18 kg zelených zrn. [1, 23]

5 KOFEIN

Účinky kávy, pro které jsme si ji oblíbili, způsobují tři alkaloidy (z hlediska chemie se jedná o deriváty xantinu), z nichž nejznámější je určitě kofein (Obr. 7). Ostatní dva mají mnohem menší zastoupení, ovšem alkaloid jménem teofylin má podobné účinky a v některých případech i výraznější. Třetím je teobromin, nejvíce je obsažen v kakau, v čokoládě a v menším množství je obsažený také v kola ořechu, v plodech guarany a v čínském čajovníku. Je výrazným diuretikem. Všechny purinové alkaloidy mají mírně nahořklou chuť a tím přispívají k celkové chuti kávy. Kofein má silnější centrální stimulační účinek než ostatní methylxantiny. Stimuluje integrační činnost mozkové kůry, zvláště vyšší nervovou činnost. [1, 21]



Obr. 7 Chemický vzorce xanthinu, kofeinu, theofylinu a theobrominu [37]

5.1 Výskyt a použití

Kofein se nachází v různých koncentracích, kromě semen kávovníků i v listové části, v květech a větvičkách kávovníků. Tento alkaloid se vyskytuje asi v 60 různých druzích rostlin, z nich nejznámější jsou kávovníky, rostliny čajovníků, kakaové boby, kola ořechy apod. V každé rostlině se nachází jiná podoba kofeinu, ale vždy se jedná o tu stejnou, chemicky jednoznačně definovanou látku. Čistý kofein, neboli 1,3,7-trimethylxantin, je bílý prášek nebo může mít i podobu lesklých jehliček. [1]

Kofein je obsažený ve více než 60 rostlinách, jako například: čajové listy, kakaové boby, boby kávovníku, listy koly, ořechy koly. Nejběžnějším zdrojem kofeinu jsou čaj, káva, kakao, čokoláda a nápoje kolového typu. Kofein je také složkou léků působících proti bolesti. Obsah kofeinu v kávovém zrně se různí podle druhu kávovníku a metody zpracování zrn. [43]

Kofein je také běžně obsažen v limonádách jako kola, původně připravovaná z kolových ořechů a je také obsažen v různých energetických nápojích.

Průměrný obsah kofeinu v jednom šálku (150 ml) kávy připravené z mleté zrnkové kávy je přibližně 85 mg, instantní kávy 60 mg a kávy bez kofeinu kolem 3 mg, v šálku čaje 30 mg, instantního čaje 20 mg a v šálku kakaa nebo hořké čokolády je kolem 4 mg.

Sklenice (200 ml) nealko nápoje obsahujícího kofein představuje 20-60 mg kofeinu. [22]

5.2 Metabolismus a účinky kofeinu

Kofein se dostává do krve po požití v průběhu 30-45 min. Prostřednictvím tělesných tekutin se v těle dále distribuuje a následně se metabolizuje a vylučuje močí. Průměrný poločas kofeinu v organismu je 4 hod. (interval se pohybuje mezi 2 až 10 hodinami). Schopnost kofeinu podporovat zvýšenou pozornost byla již dobře popsána. Stimulační účinek na centrální nervový systém spočívá v jeho funkci jako antagonisty adenosinu. Adenosin je přírodní látka, která reguluje aktivity mozku a řídí stav spánku a probuzení. Kofein blokuje specifické adenosinové receptory v nervové tkáni včetně mozku a tak udržuje stav bdělosti. [24, 42]

Při studiu účinků kofeinu (kávový extrakt) se výzkumní pracovníci musí vypořádat i s dalším faktorem, který výsledek ovlivňuje. Je to tělesná hmotnost sledovaných jedinců. Proto je třeba spotřebu kofeinu přepočítat na kilogramy tělesné hmotnosti a ne na osobu. Účinky dalších stovek substancí obsažených v rostlinách, ve kterých se kofein nachází, ale i v různých potravinářských výrobcích, především nápojích a v samotné kávě, nejsou tak výrazné jako účinky samotného kofeinu.

Káva, ale hlavně v ní obsažený kofein, nejprve přechází do žaludeční a střevní stěny, dostává se do krevních vlásečnic a krví potom cirkuluje do dalších orgánů těla. Ačkoliv je kofein poměrně málo rozpustný ve vodě, přesto se rychle vstřebává z trávicího traktu a distribuuje se celkem rovnoměrně ve všech orgánech tělesných tekutinách. Nejvyšší koncentrace kofeinu je v těle dosaženo asi 30 min po požití kávy. V játrech se částečně přemění nebo metabolizuje na více než 25 různých látek, tzv. metabolity. Tyto metabolity jsou potom odfiltrovány ledvinami a vyplavovány z organismu. Důležitou schopností kofeinu je jeho proniknutí do mozkových buněk. Organismus si toto řídicí centrum brání jakýmsi filtrem, bariérou nacházející se ve stěnách vlásečnic, které zásobují mozek, ale zároveň ho i ochraňují. Takže se celá řada látek do mozku nedostane, kofein však velmi lehce.

Kofein působí na centrální nervový systém mírně stimulačně a povzbudivě. To stejné bylo zjištěno u alkaloidu teofylinu, avšak s mnohem mírnějším účinkem. Třetí xantinový alkaloid teobromin působí podobně jako kofein, ovšem jeho účinek je několikanásobně nižší.

Z negativního hlediska může být kofein příčinou roztěkanosti. Množství vyšší než 2000 mg pak v mnoha případech vyvolává nespavost, třes a zrychlené dýchání. Tyto symptomy lze občas pozorovat i při nižších dávkách. Při pravidelné konzumaci se však některé tyto účinky, především stimulační, projevují u stálých konzumentů kávy v mnohem menší míře než u konzumentů občasných. Kofein se projevuje rovněž dalšími okamžitými účinky. Stimuluje uvolňování kortisonu a adrenalinu, což zvyšuje tlak krve a vyvolává zrychlenou frekvenci srdce. Má rovněž diuretické účinky, zvyšuje kyselost žaludeční šťávy a urychluje metabolismus.

Těhotné ženy a osoby nemocné nebo citlivé na kofein by měly být opatrné a dodržovat jen mírný příjem kofeinu. Většina dostupných epidemiologických údajů potvrzuje, že při příjmu nižším než 300 mg za den nedochází k žádným problémům. [1, 42]

5.2.1 Toxikologické vlastnosti kofeinu

Za smrtelnou dávku se považuje dávka kolem 10 g kofeinu, což odpovídá 100–200 šálkům kávy. Dlouhodobý vysoký konzum může způsobit neklid, nervozitu, podrážděnost, nespavost, zrychlenou a nepravidelnou srdeční činnost, psychomotorický neklid apod. Tyto poruchy se mohou u přecitlivělých osob projevit již po 250 mg kofeinu (2–4 šálky), u osob zvyklých na kofein po dávce asi 1 g (8–16 šálku). Otázkou zůstává, zda může vzniknout fyzická nebo psychická závislost na kávu. Náhlé přerušování konzumu kávy může u osob zvyklých pít silnou kávu vést k abstinenčním příznakům, např. podrážděnosti, neklidu, třesu, únavě a silným bolestem hlavy. [29]

Šálek kávy obsahuje v závislosti na způsobu přípravy přibližně 85 mg kofeinu, káva zbarvená kofeinu obsahuje 3 mg. Za rozumné denní množství se považuje cca 300 mg kofeinu, což jsou asi tři šálky kávy. Po vypití pěti šálku silné kávy během krátké doby může dojít k celkové nervosvalové předrážděnosti, neklidu a třesu, poruchám trávení, zrychlení či nepravidelnostem srdeční činnosti a nespavosti. Ve velkých dávkách vede k pocitu podráždění, neklidu, nespavosti, ztrátě energie, popř. i křečím.

Akutní otrava se projevuje pocitem úzkosti, zrychlením pulsu, neklidem, nespavostí, bolestmi hlavy, závratěmi. Mohou se objevit i přeludy a halucinace, trvalé nucení na močení. Při dlouhodobém požívání většího množství látek s kofeinem vzniká chronická otrava, při

kteřé jsou poruchy trávení, nechutenství, nucení na zvracení, trvalý neklid, nesoustředěnost, roztěkanost, nespavost. Časté jsou děsivé sny a stavy úzkosti. Často u akutní otravy bývá třes rukou nebo také celého těla, špatné vidění, záškuby ve svalech. Nálada je stísněná až depresivní, většinou značně úzkostná. Smrtelná dávka kofeinu činní při orálním užití 150 mg/kg, asi 10 g, přepočítáno na kávy 100–200 šálku. Nejvyšší dávka, kterou člověk přežil, byla 24 g kofeinu. Nejnižší dávka, kterou nepřežil, je 3,2 g, ovšem nitrožilně. Citlivost na účinky kofeinu je individuální, navíc se velmi rychle vyvíjí tolerance a citlivost dětí na kofein se neliší od citlivosti dospělých.

Také pití kávy je návykové. Na kofein se vytváří závislost (kofeinismus). Osoby, které kávu užívají dlouhodobě ve vyšších dávkách, mohou při přerušení konzumace pociťovat abstinenci příznaky (somatickou závislost), projevující se neklidem až úzkostí, jindy výraznějšími poruchami spánku nebo útlumem.

Z kávy se získává kofein také pro lékařské účely. Využívá se především jako terapeutická přísada do analgetických a antipyretických směsí. V injekční formě se aplikuje k povzbuzení dechu a krevního oběhu při horečnatých stavech a u infekčních onemocnění. Užívá se také jako protijed při otravách narkotiky, alkoholem a jinými drogami. [30]

Posoudit všechny škodlivé i užitečné účinky pití kávy a kofeinu na lidské zdraví je velmi obtížné. Na toto téma bylo ve světě publikováno více než 100 000 studií a přesto není dodnes uspokojivě vyřešen problém, zda nám pití kávy prospívá, či škodí.

5.3 Kofein a zdraví

Převážná část studií o vztahu kofeinu a zdraví je založena na účincích kávy, což často znesnadňuje rozlišit vliv samotného kofeinu od účinku dalších složek tohoto nápoje.

Umírněný denní příjem kofeinu do 300 mg, což je ekvivalentní třem šálkům kávy, většinou není důvodem k zdravotním obavám za předpokladu, že ostatní návyky životního stylu (dieta, příjem alkoholu, kouření a tělesné aktivity) nemají negativní zdravotní účinky.

Kardiovaskulární onemocnění

Vliv kofeinu na kardiovaskulární nemoci byl po několik desetiletí předmětem výzkumu, neboť panovala domněnka, že kofein ovlivňuje krevní lipidy, tlak krve, arytmií a další poruchy funkcí srdce. Ačkoliv přiměřená konzumace není většinou spojována se srdečními potížemi, je obtížné vyloučit všechny souvislosti týkající se zvýšené konzumace.

Autoři Bonita et al. [25], zjistili, že konzumace více než 6 šálek denně nefiltrované kávy je pro srdce škodlivé jako důsledek zvýšené cholesterolemie a zvýšené frakce LDL. Vysoká konzumace kávy zvyšovala výskyt akutního infarktu myokardu bez ohledu na způsob pražení a bez ohledu na přítomnost dalších rizikových faktorů ischemické choroby srdeční. Příčinou těchto biochemických změn je zvýšený obsah diterpenových olejů. Účinek kofeinu na cévy záleží především na jeho množství, na způsobu podání a na konečně i na individuální citlivosti pacienta. [25, 39]

Tlak krve

Konzumace kofeinu byla po několik desetiletí považována za příčinu zvyšování tlaku krve, nedávné klinické a laboratorní studie však prokázaly, že běžné množství kávy nemá žádný vliv. Přes to však byl tento účinek pozorován ve více případech u osob, které kávu nepijí, převážně u mladých jedinců. Vzhledem k nedostatku definitivních vědeckých údajů se proto doporučuje osobám se zvýšeným tlakem krve jen mírný příjem kofeinu. [26]

Vliv kofeinu na obsah cholesterolu v krvi

Studie, především ze skandinávských zemí, uvádějí, že káva může zvyšovat hladinu celkového a LDL – cholesterolu (škodlivý cholesterol), což je rizikový faktor pro onemocnění srdce. Tento poznatek se však týká pouze spařené, nefiltrované kávy (filtrovaná a instantní káva, nebo připravená v kávovaru hladinu cholesterolu v krvi neovlivňuje) a není spojován s kofeinem. Popsaný účinek je patrně vyvoláván některými složkami kávy - diterpeny, které jsou přítomné v některých druzích kávových zrn a při filtraci kávy jsou odstraněny. [22]

Diabetes mellitus II. typu

Autoři Lionis et al. [27], zjišťovali u starších pacientů, že mírná konzumace kávy je spojena s menší pravděpodobností výskytu diabetu 2. typu. Jiná studie však tento účinek nepotvrzuje. Kofein naopak u pozorovaných osob snižoval citlivost na inzulín (zvyšoval inzulínovou rezistenci) a konzumace kávy byla doprovázena zvýšením glykémie.

Autoři Willett et al. [28], pozorovali, že jak káva s kofeinem, tak i bez kofeinu mohou snížit riziko vzniku diabetu 2. typu žen v mladším a středním věku, což by svědčilo pro to, že zodpovědný není samotný kofein, nýbrž spíše další složky.

Výsledky klinických studií nejsou jednotné. Rozdíly ovšem mohou vyplývat z různé metody sledování účinků kávy.

Všechny tyto oblasti však vyžadují další ověřování, neboť nejsou objasněny mechanismy těchto ochranných účinků. Je pravděpodobné, že vlastní příčinou jsou další složky kávy mimo kofeinu, neboť ochranné účinky byly zjištěny jak u běžné kávy, tak u kávy bez kofeinu.

5.4 Bezkofeinová káva

Káva bez kofeinu se podílí pouhými 10% na světové spotřebě kávy. Zrna kávy Arabica obsahují 0,8 až 1,3 % kofeinu. Zrna Robusty obsahují 2 až 2,5 %. Pro přípravu kávy bez kofeinu je potřeba odstranit kofeinovou složku a tím i stimulující efekt přímo ze zrn. Protože chuť kávy se vytváří během pražení, je kofein odstraňován již ze zelených zrn kávy. Většina bezkofeinových káv obsahuje větší množství chemických příměsí a nepřirodních látek.

Existují dva způsoby jak odstranit kofein z kávy. Jedním z nich je odstraňování pomocí organických rozpouštědel. Zelené zrno se nejprve napaří (rozevře se) a pak se namáčí v rozpouštědle, kde nastává vyluhování kofeinu.

Druhá metoda jak odstranit kofein je pomocí uhlíku. Ve filtru z aktivního uhlí se kofein z vody vyloučí a kávová zrna se pak suší ve speciálních nádržích. Zbytková voda se zbývajícími aromatickými látkami se odpaří na koncentrát a tím se káva postříká. Tento způsob je poměrně nákladný, a je znám jako tzv. švýcarská „mokrá“ metoda. Obě metody odstraní z kávových zrn až 97 % kofeinu. Jeden šálek bezkofeinové kávy obsahuje 1-5 mg kofeinu a jeho obsah závisí především na způsobu přípravy kávy a na síle výsledného extraktu.

I když se první úspěšná extrakce kofeinu z kávovníkových zrn podařila už v roce 1820 německému chemikovi Rugemu, patent na její přípravu získal až v roce 1962 významný český odborník Zdeněk Žáček. [31, 32]

6 CHROMATOGRRAFIE

Chromatografie je separační metoda, tedy metoda, při které se oddělují-separují složky obsažené ve vzorku.

V chromatografii se vzorek vnáší mezi dvě vzájemně nemísitelné fáze. Stacionární fáze je nepohyblivá, mobilní fáze je pohyblivá. Vzorek umístíme na začátek stacionární fáze. Pohybem mobilní fáze přes stacionární fázi je vzorek touto soustavou unášen. Složky vzorku mohou být stacionární fázi zachycovány, a proto se při pohybu zdržují. Více se zdrží složky, které jsou stacionární fázi poutány silněji. Tím se postupně složky od sebe separují a na konec stacionární fáze se dostávají dříve složky méně zadržované.

6.1 Rozdělení chromatografických metod

Chromatografických metod je velké množství, proto se dělí do určitých skupin.

- Podle skupenství mobilní fáze
 - kapalinová chromatografie (LC, Liquid Chromatography) – mobilní fází je kapalina,
 - plynová chromatografie (GC, Gas Chromatography) – mobilní fází je plyn.
- Podle uspořádání stacionární fáze
 - kolonová chromatografie – stacionární fáze je umístěna v trubici (koloně),
 - papírová chromatografie (PC, Paper Chromatography) – stacionární fáze je součástí chromatografického papíru,
 - tenkovrstvá chromatografie (TLC, Thin Layer Chromatography) – stacionární fáze je umístěna na pevném plochém podkladu, např. skleněné desce.
- Podle povahy děje, který převládá při separaci
 - rozdělovací chromatografie – o separaci rozhoduje odlišná rozpustnost složek vzorku ve stacionární fázi,
 - adsorpční chromatografie – o separaci rozhoduje různá schopnost složek poutat se (adsorbovat se) na povrch stacionární fáze,
 - iontově-výměnná chromatografie – o separaci rozhodují různě velké elektrostatické přitažlivé síly mezi funkčními skupinami stacionární fáze a ionty vzorku,

- gelová chromatografie – složky se separují podle velikosti na pórovité stacionární fázi (gelu), menší molekuly vzorku se v pórech gelu zdržují déle,
- afinitní chromatografie – stacionární fáze je schopna vázat ze vzorku právě určité složky, ke kterým má úzce selektivní vztah (afinitu). [33]

6.2 Vysoce účinná kapalinová chromatografie

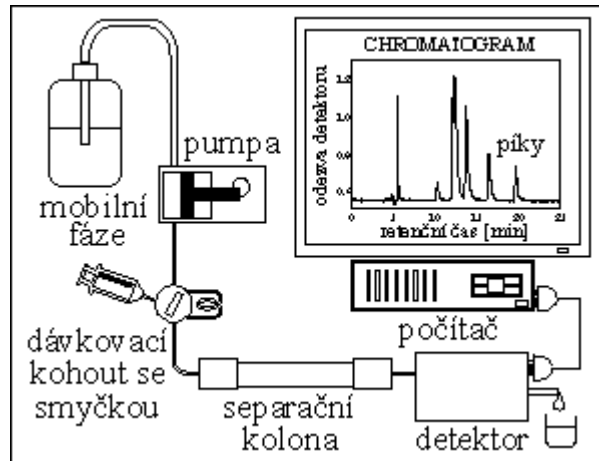
Vysoce účinná kapalinová chromatografie (HPLC - High Performance Liquid Chromatography) je separační metoda, která se využívá k rozdělování směsí a následnému stanovení jednotlivých složek směsi vhodnou metodou.

Moderní HPLC techniky se staly dostupné v roce 1969, avšak nebyly široce přijímané ve farmaceutickém průmyslu, to až o několik let později. [34]

Tato metoda má velmi široké použití, vyznačuje se rychlostí a vysokou citlivostí. HPLC se řadí do sloupcové chromatografie, kdy sloupec obsahuje stacionární část, která je spojena s vhodnou matricí a je umístěna do kovové kolony, a pohyblivou část, která prochází kolonou. Průchod mobilní fáze není samovolný, je nutno použít čerpadla (pumpy). [35]

6.3 Součásti kapalinového chromatografu

Systém HPLC se skládá ze zásobníku mobilní fáze, čerpadla, vstřikovací trysky, kolony, detektoru a datového systému. Srdcem systému je kolona, ve které dojde k oddělení složek. Chromatografický proces začíná tím, že se dávkuje rozpuštěné látky do horní části kolony. Oddělování složek analytů a mobilní fáze se děje pomocí kolony. Separační kolona je zpravidla umístěna v termostátové skříni pro dobrou reprodukovatelnost výsledků. Přístroj doplňuje zařízení pro záznam a ukládání signálu detektoru, vyhodnocování chromatogramů a zpracování chromatografických dat. Časová závislost elektrického signálu se po úpravě zaznamená jako chromatogram pomocí počítače, kde se signál automaticky vyhodnocuje a zpracovává. [34, 36]



Obr. 8 Schéma kapalinového chromatografu [38]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 CÍL PRÁCE

V teoretické části bylo cílem:

- stručně uvést historii kávy a druhy kávovníku,
- charakterizovat kávu a způsoby přípravy kávy,
- zabývat se výskytem kofeinu a jeho účinky.

V praktické části bylo cílem:

- získat kávy pro chromatografické stanovení obsahu kofeinu v nálevu,
- stanovit obsah kofeinu v nálevu za různých podmínek metodou HPLC.

8 MATERIÁL A METODY

8.1 Popis použitých káv

Pro praktické zkoumání bylo použito 9 vzorků káv. 5 vzorků byly pražené kávy mleté a z toho jedna bezkofeinová a 4 vzorky byly kávy rozpustné. Jednotlivé vzorky byl následující:

Pražené mleté kávy

- **Káva A**, káva pražená mletá. Dodavatel deklaruje, že chuť a nezaměnitelné aroma kávy zaručuje speciální způsob pražení a pečlivá příprava směsi z nejlepších káv odrůd Arabica a Robusta.
- **Káva B**, káva pražená mletá. Dodavatel deklaruje, že tato káva má vynikající plnou chuť s výrazným kávovým aroma a je připravována z pečlivě vybraných kávových zrn kávovníků Robusta a Arabica pražených podle tradiční rodinné receptury. Káva je vhodná na přípravu turecké i překapávané kávy.
- **Káva C**, pražená zrnková plantážní káva, země původu: Brazílie. Dodavatel deklaruje, že chuť této arabiky je mírně nasládlá, téměř podobná čokoládě.
- **Káva D**, pražená zrnková plantážní káva, země původu: Kolumbie. Dodavatel deklaruje, že vulkanická půda v kolumbijském pohoří dává místní kávě výtečnou chuť. Tato arabika má lehce ořechový nádech, elegantní aroma smíšené s příjemnou kyselostí. Odeznívá harmonicky a čistě.
- **Káva E-bezkofeinová**, pražená zrnková plantážní káva, země původu: Brazílie. Bezkofeinová varianta oblíbené brazilské kávy. Dodavatel deklaruje delikátní chuť s náznakem mléčné čokolády a nugátu je doplněna o příjemné aroma oříšků.

Rozpustné kávy

- **Káva F**, rozpustná pražená 100% káva.
- **Káva G**, prémiová rozpustná káva, vyrobeno z pražené 100% kávy,
- **Káva H** rozpustná 100% čistá káva. Dodavatel deklaruje aromatickou rozpustnou kávu s jemnou kávovou pěnou. Vrstva sametové pěny, plná chuť a aroma kávy přináší výjimečný chuťový zážitek.

- **Káva I**, pražená rozpustná 100% káva.

Z daných vzorků byl připraven kávový extrakt, ve kterém byl sledován obsah kofeinu. Kávové extrakty byly připraveny i s následujícími přísadami: cukr, mléko, cukr a mléko a u varianty mletých káv navíc s přísadou umělé sladidlo.

8.2 Přístroje a zařízení

Na stanovení byl použit kapalinový chromatograf firmy Shimadzu (Obr. 8). Ten se skládá z řídicí jednotky, která komunikuje s počítačem, pomocí kterého jsou ovládány ostatní prvky chromatografu a to je autosampler, pumpa, chromatografická kolona a detektor.

Autosampler sloužil k přímému nástřiku vzorku na kolonu. Objem nastříkovaného vzorku byl 5 μl . Chromatografie probíhala na koloně Theophylline od firmy Recipe (Obr. 10). Pomocí pumpy byla do chromatografické kolony čerpána mobilní fáze a také do celého systému. Ke stanovení byl použit kit firmy Recipe, jehož složení je bohužel obchodním tajemstvím. Z bezpečnostního listu lze pouze vyčíst, že se jedná o směs vodné fáze s acetonitrilem. Průtok mobilní fáze byl 1,5 ml/min. Detekce byla provedena na UV/VIS detektoru při vlnové délce 273 nm.



Obr. 9 Chromatograf HPLC, na kterém byla provedena analýza



Obrázek č. 10 Chromatografická kolona

8.3 Příprava vzorků

Všechny druhy kávy byly zpracovány stejným způsobem. Na analytických váhách se navážily 2 g vzorku kávy, poté se navážené množství rozpustilo ve 100 ml vařící (100 °C) destilované vodě. Poté byly ke každému vzorku určité kávy přidány přísady cukr (6 g), mléko (10 ml), cukr a mléko (6 g cukru a 10 ml mléka) a ke vzorkům mletých káv i umělé sladidlo (1 tableta-0,06 g). Po vychladnutí byly všechny vzorky zfiltróvány přes papírový filtr s průměrem 15 cm s porozitou 0,45 μm a takto připravené kávové extrakty byly použity ke stanovení kofeinu.

8.4 Příprava standardů

Na stanovení standardů se připravil zásobní roztok. Na analytických vahách se navážilo 100 mg čistého kofeinu, poté se kvantitativně převedlo do 100 ml odměrné baňky a doplnilo po rysku destilovanou vodou.

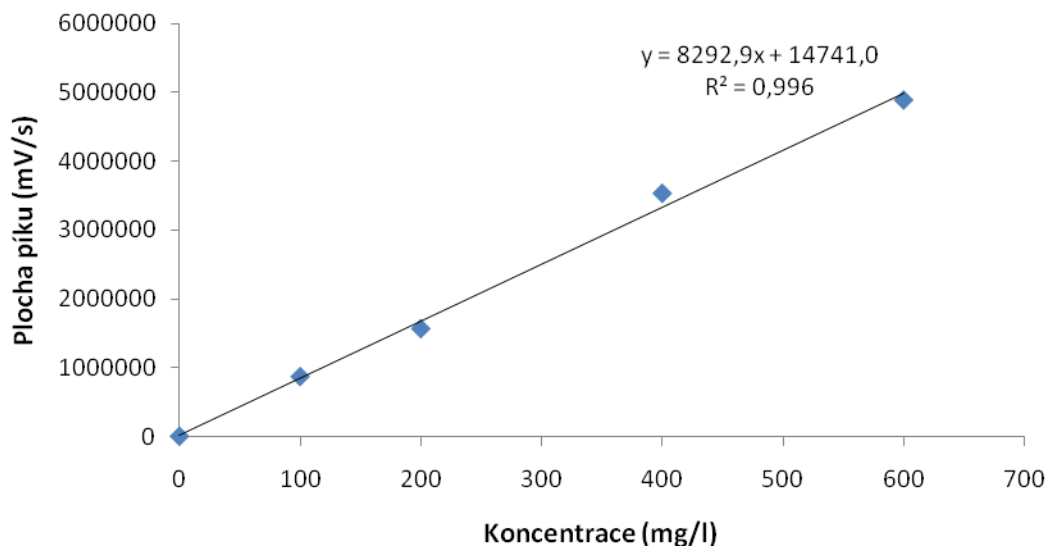
Připravený zásobní roztok se naředil na pracovní standardy, kdy dané koncentrace činily 100 mg/l, 200 mg/l, 400 mg/l a 600 mg/l. Poté bylo provedeno měření systémem HPLC a ze zjištěných hodnot ploch pík se sestrojila kalibrační křivka.

9 VÝSLEDKY A DISKUZE

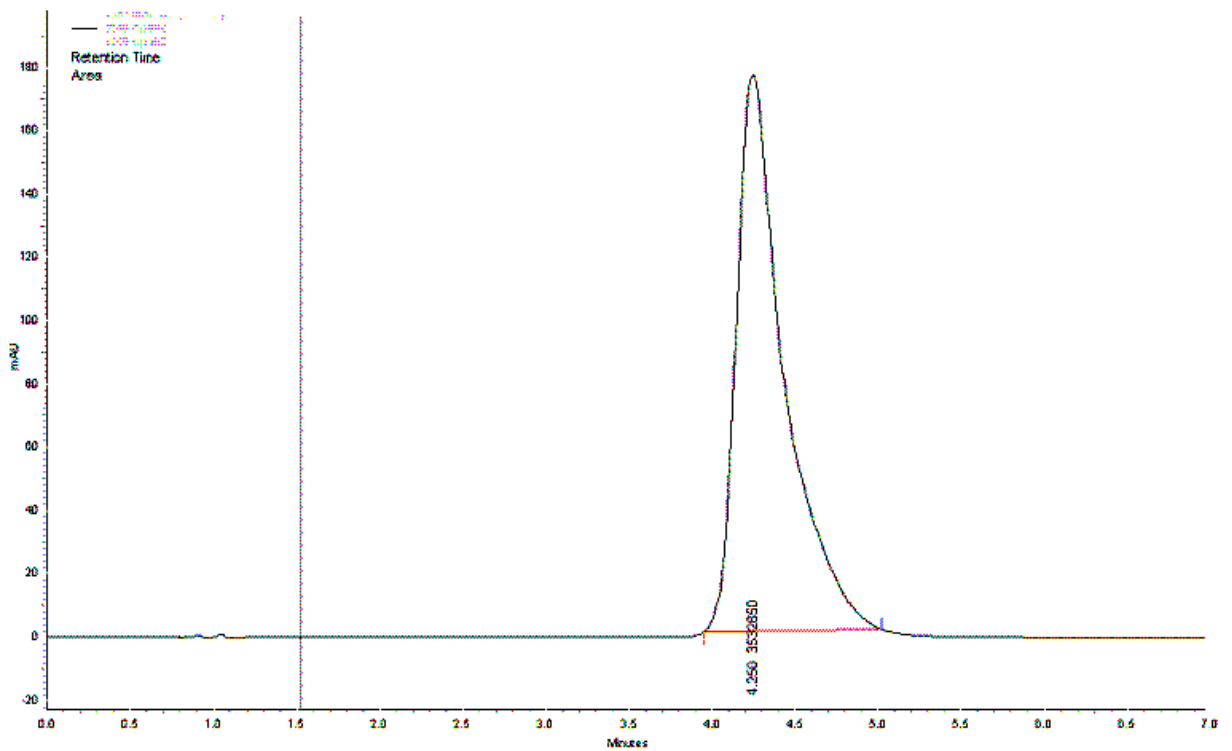
9.1 Chromatografické stanovení kofeinu

Pomocí HPLC bylo provedeno stanovení kofeinu jednotlivých druhů káv. Na přípravu vodného extraktu kávy bylo na analytických vahách naváženo 2 g kávy a přidáno 100 ml vařící (100 °C) destilované vody. K daným kávovým roztokům jednotlivých káv se přidaly přísady ve 3 variantách-cukr (cca 6 g), mléko (10 ml), cukr a mléko a u varianty pražené mleté kávy i umělé sladidlo (1 tableta-0,06 g). Kofein byl stanoven i v čisté formě kávového extraktu, bez přidání jakékoliv přísady. Po vychladnutí byly vzorky zfiltrány přes papírový filtr s porozitou 0,45 µm. Ke kávovým roztokům s přídavkem mléka se přidávalo 90 ml horké destilované vody. Kalibrační křivka na kofein byla sestrojena za použití standardu kofeinu (Graf č. 1). Retenční čas standardu kofeinu o koncentraci 400 mg/l byl 4,25 min. (Obr. 11). Měření probíhalo při laboratorní teplotě.

Graf 1: Kalibrační závislost kofeinu pro HPLC.



Kalibrační křivka kofeinu o koncentracích 100-600 mg/l byla lineární a rovnice lineární regrese byla následující : $y = 8292,9x + 14741,0$; $R^2 = 0,996$.

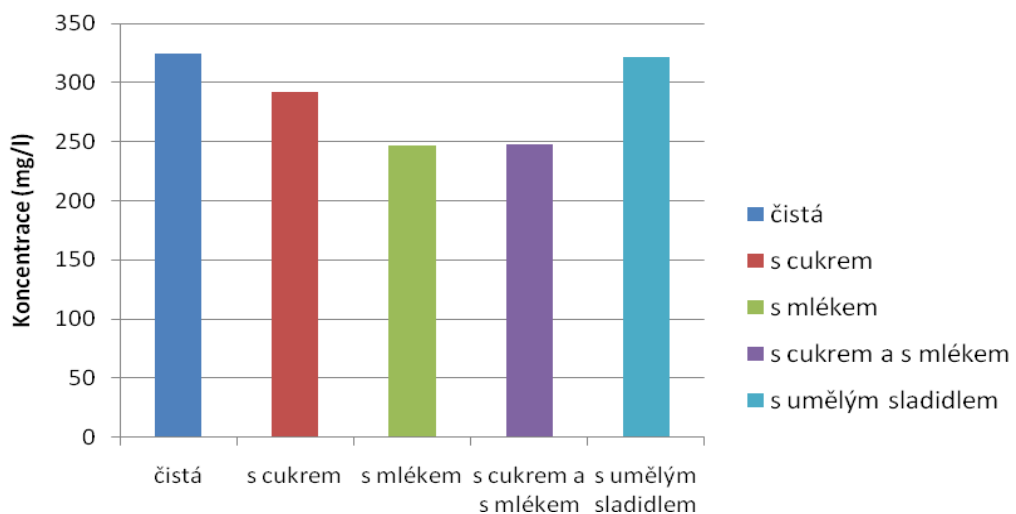


Obr. 11 Chromatogram standardu kofeinu o koncentraci 400 mg/l

9.2 Výsledky obsahu kofeinu ve sledovaných vzorcích mletých káv

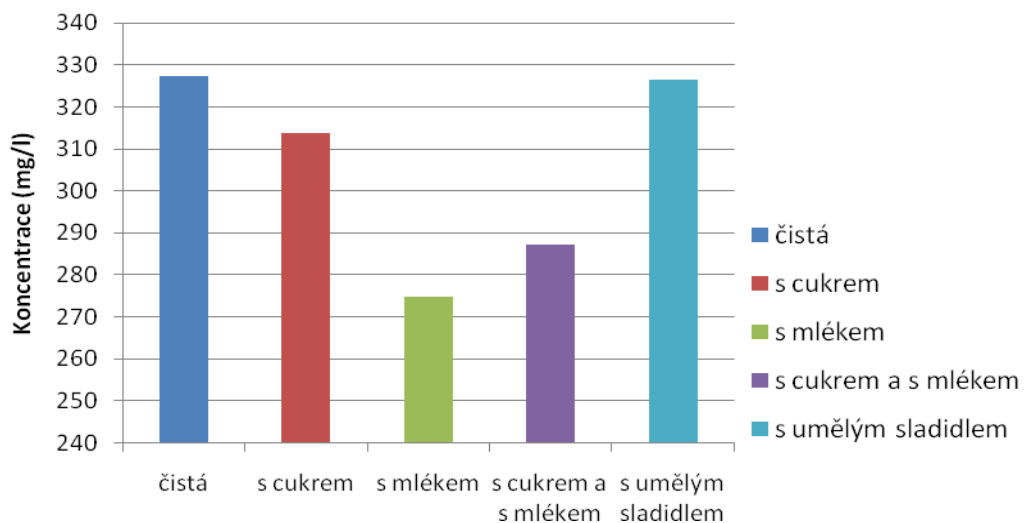
Z dané kalibrační křivky a z naměřených hodnot ploch píků byly vypočítány koncentrace, které jsou zobrazeny v Grafech 2-6.

Graf 2: Obsah kofeinu v mleté kávě A (mg/l)



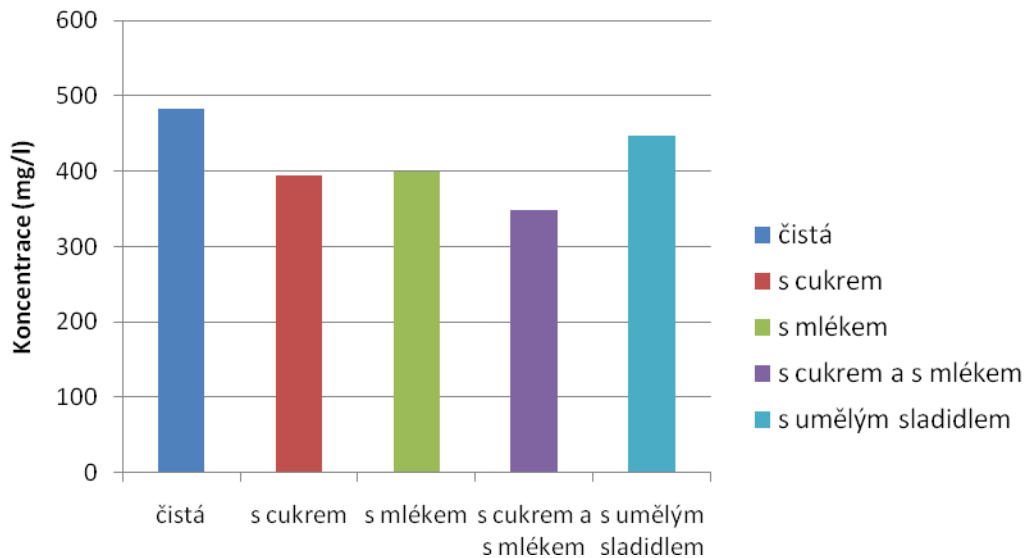
Vzorek mleté kávy A, který byl vyluhován 100 ml vařící vody, byl obsah kofeinu na úrovni téměř 325 mg/l. V přítomnosti cukru koncentrace v nálevu klesla na téměř 300 mg/l. S přidavkem mléka obsah kofeinu klesl na téměř 250 mg/l. S cukrem a s mlékem klesla koncentrace také na 250 mg/l. S umělým sladidlem byla koncentrace kofeinu na úrovni čisté kávy a to téměř 325 mg/l.

Graf 3: Obsah kofeinu v mleté kávě B (mg/l)



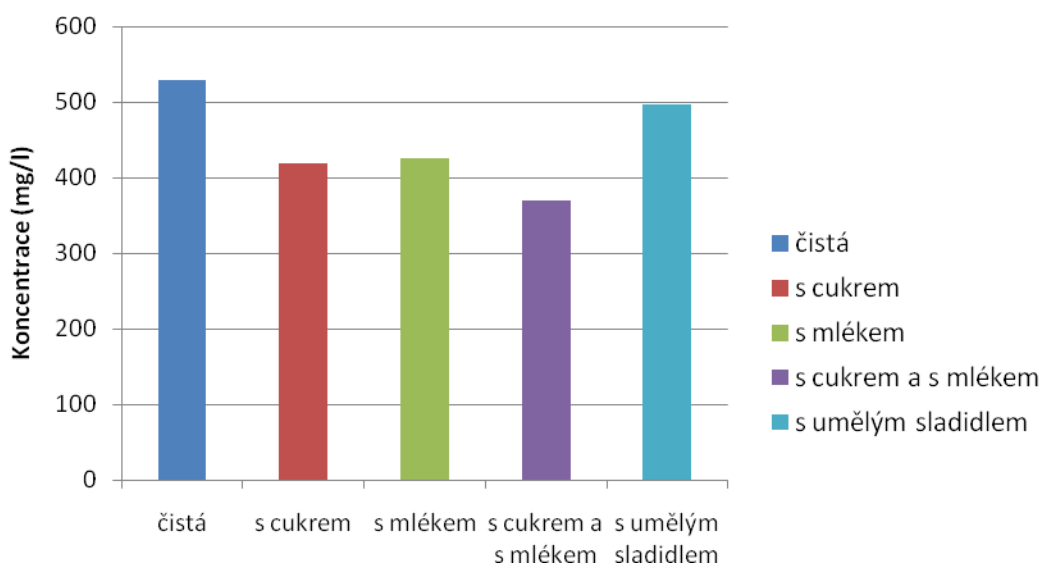
Vzorek mleté kávy B, který byl vyluhován ve 100 ml vařící vody, byl obsah kofeinu v nálevu bez přísad téměř 330 mg/l. S přidavkem cukru koncentrace v nálevu klesla na téměř 315 mg/l. V přítomnosti mléka koncentrace v nálevu klesla na 275 mg/l. S cukrem a s mlékem klesla koncentrace kofeinu téměř na 290 mg/l. Koncentrace kofeinu s umělým sladidlem byla na úrovni čisté kávy a to téměř 330 mg/l.

Graf 4: Obsah kofeinu v mleté kávě C (mg/l)



U vzorku mleté kávy C, byl obsah kofeinu v nálevu bez přísad téměř 490 mg/l. V přítomnosti cukru koncentrace v nálevu klesla na 395 mg/l. S přidavkem mléka koncentrace kofeinu klesla téměř na 400 mg/l. S cukrem a mlékem byl obsah kofeinu nejnižší a to téměř 350 mg/l. V přítomnosti umělého sladidla byla koncentrace v nálevu téměř 450 mg/l.

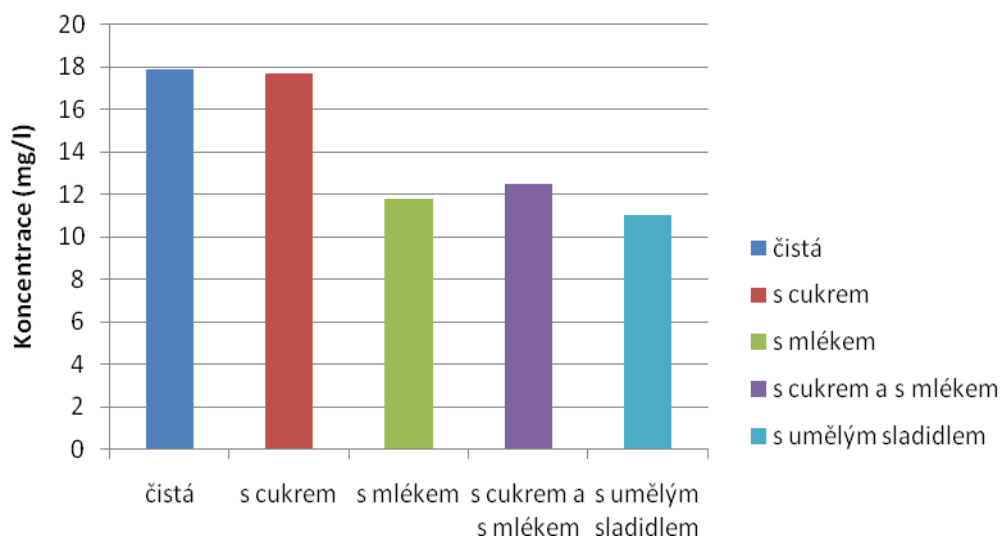
Graf 5: Obsah kofeinu v mleté kávě D (mg/l)



Vzorek mleté kávy D, který byl vyluhován ve 100 ml vařící vody, byl obsah kofeinu v nálevu bez přísad téměř 530 mg/l. S přidavkem cukru koncentrace kofeinu klesla téměř

na 420 mg/l. V přítomnosti mléka byla koncentrace kofeinu 425 mg/l. S přidavkem cukru a mléka klesla koncentrace kofeinu téměř na 370 mg/l. S umělým sladidlem byla koncentrace v nálevu téměř 500 mg/l.

Graf 6: Obsah kofeinu v mleté kávě E (mg/l)



U vzorku mleté kávy E, bezkofeinové mleté kávy, byla koncentrace v nálevu bez přísad téměř 18 mg/l. S přidavkem cukru byla koncentrace v nálevu na úrovni čisté kávy a to téměř 18 mg/l. V přítomnosti mléka koncentrace kofeinu klesla na téměř 12 mg/l. S cukrem a s mlékem byla koncentrace v nálevu téměř 13 mg/l. S umělým sladidlem koncentrace kofeinu klesla na 11 mg/l.

Nejvyšší naměřené množství kofeinu v kávovém extraktu bez přísad u pražené mleté kávy bylo zjištěno ve vzorku Kávy D a hodnota byla 529,5 mg/l. U této značky kávy bylo zjištěno i nejvyšší množství kofeinu s přidanými přísadami a to s cukrem byla hodnota 418,2 mg/l, s mlékem 425,4 mg/l, s cukrem a s mlékem byla zjištěná hodnota 369,1 mg/l a s umělým sladidlem byla hodnota 497,4 mg/l.

Nejnižší naměřené množství kofeinu v kávovém extraktu bez přísad bylo zjištěno ve vzorku Káva A a hodnota byla 324,5 mg/l. U této značky kávy bylo zjištěno i nejnižší množství kofeinu s přidanými přísadami a to s cukrem, kdy obsah kofeinu byl 291,7 mg/l.

Kávový extrakt s mlékem obsahoval 246,4 mg/l kofeinu, s cukrem a mlékem byla zjištěna hodnota 247,3 mg/l a s umělým sladidlem byla hodnota 321,6 mg/l.

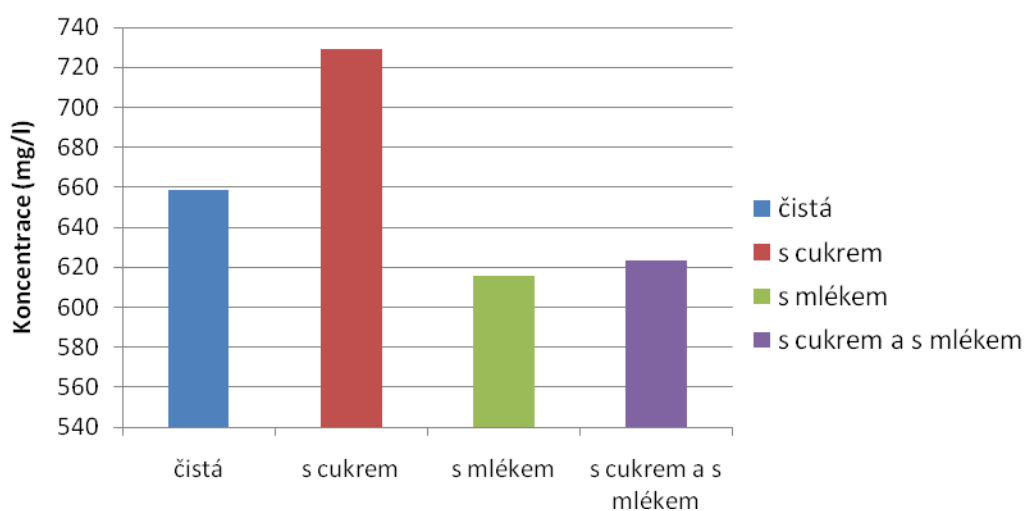
U vzorku bezkofeinové kávy se předpokládala nižší hodnota kofeinu a obsah v kávovém extraktu bez přísad byl 17,6 mg/l.

Koncentrace kofeinu jednotlivých vzorků pražených mletých káv jsou uvedeny v Příloze PII.

9.3 Výsledky obsahu kofeinu ve sledovaných vzorcích rozpustných káv

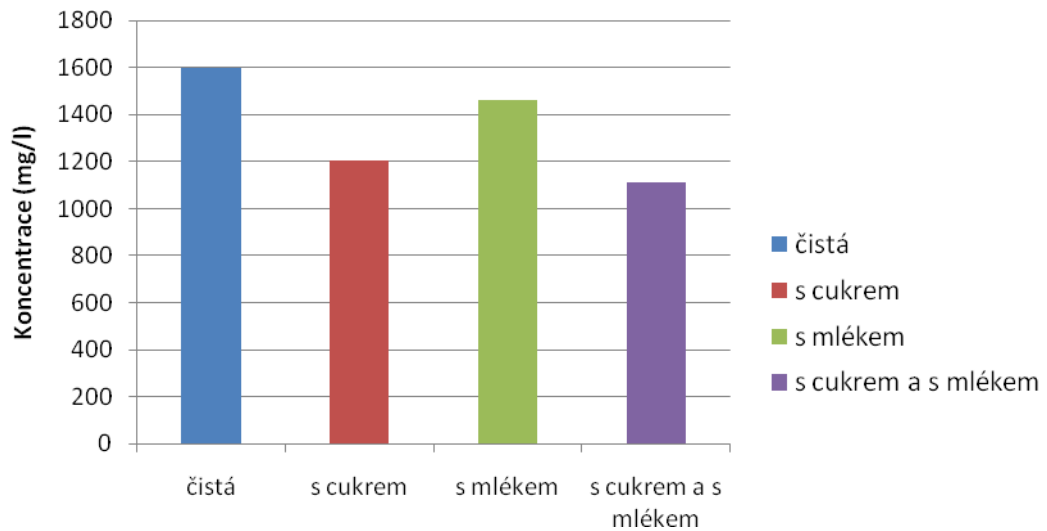
Z dané kalibrační křivky a z naměřených hodnot ploch píků byl vypočítány koncentrace, které jsou zobrazeny v Grafech 7-10.

Graf 7: Obsah kofeinu v rozpustné kávě F (mg/l)



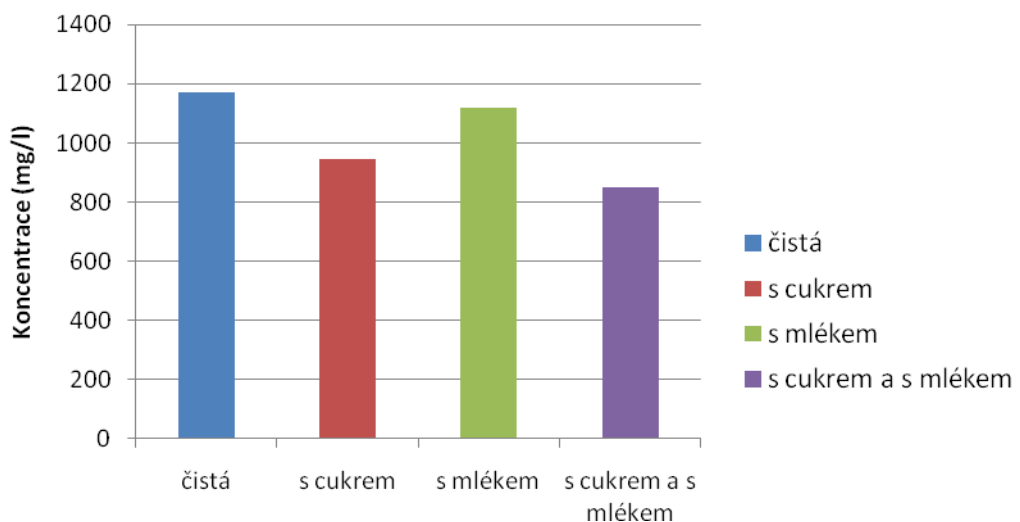
Vzorek rozpustné kávy F, který byl vyluhován ve 100 ml vařící vody, byla koncentrace kofeinu v nálevu bez přísad téměř 660 mg/l. V přítomnosti cukru byla koncentrace kofeinu vyšší, téměř 730 mg/l, to mohlo být způsobeno špatnou extrakcí vzorku. S přidavkem mléka byla koncentrace v nálevu 615 mg/l a v přítomnosti cukru a mléka byla koncentrace téměř 630 mg/l.

Graf 8: Obsah kofeinu v rozpustné kávě G (mg/l)



Vzorek rozpustné kávy G obsahoval v nálevu bez přísad téměř 1600 mg/l kofeinu. V přítomnosti cukru koncentrace klesla na 1200 mg/l. S přidavkem mléka byla koncentrace kofeinu v nálevu téměř 1460 mg/l. S umělým sladidlem koncentrace v nálevu klesla na 1100 mg/l.

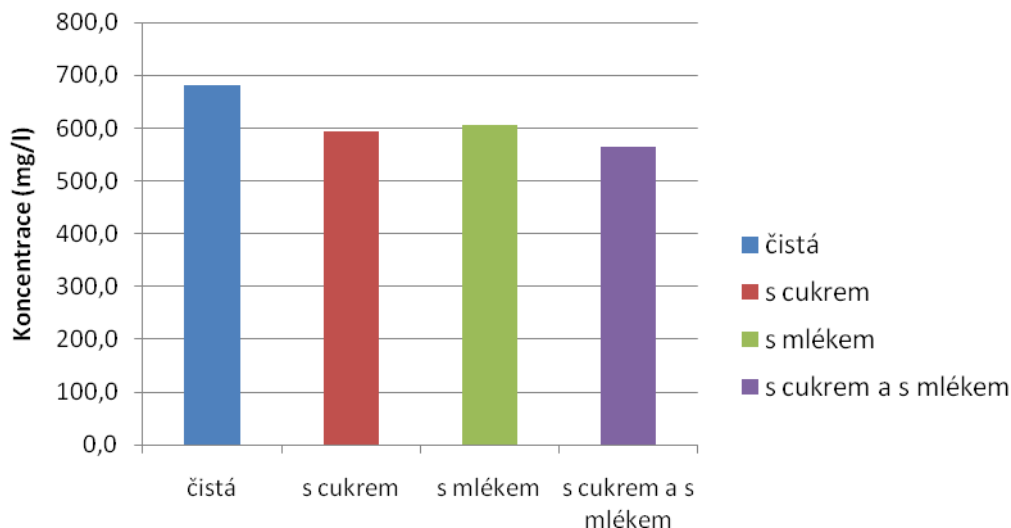
Graf 9: Obsah kofeinu v rozpustné kávě H (mg/l)



Ve vzorku rozpustné kávy H, který byl vyluhován ve 100 ml vařící vody, byla koncentrace kofeinu v nálevu bez přísad téměř 1200 mg/l. S přidavkem cukru klesla koncentrace

v nálevu téměř na 950 mg/l. V přítomnosti mléka byla koncentrace téměř 1100 mg/l. S cukrem a s mlékem koncentrace v nálevu klesla téměř na 850 mg/l.

Graf 10: Obsah kofeinu v rozpustné kávě I (mg/l)



Vzorek rozpustné kávy I obsahoval v nálevu bez přísad 680 mg/l kofeinu. S přidavkem cukru klesla koncentrace téměř na 600 mg/l. V přítomnosti mléka byl obsah kofeinu téměř na stejné úrovni jak s přidavkem cukru a to 600 mg/l. S cukrem a s mlékem klesla koncentrace v nálevu téměř na 570 mg/l.

Nejvyšší naměřené množství kofeinu v kávovém extraktu bez přísad u rozpustné kávy bylo zjištěno ve vzorku Kávy G a hodnota byla 1596,2 mg/l. U této značky kávy bylo zjištěno i nejvyšší množství kofeinu s přidanými přísadami a to s cukrem byla hodnota 1206,8 mg/l, s mlékem 1461,9 mg/l, s cukrem a s mlékem byla zjištěná hodnota 1113,1 mg/l.

Nejnižší naměřené množství kofeinu v kávovém extraktu bez přísad bylo zjištěno ve vzorku Kávy F a hodnota byla 658,9 mg/l. Nejnižší množství kofeinu s přidanými přísadami bylo zjištěno ve vzorku Kávy I a to s cukrem, kdy obsah kofeinu byl 594,6 mg/l. Kávový extrakt s mlékem obsahoval 606,3 mg/l kofeinu a s cukrem a mlékem byla zjištěna hodnota 564,1 mg/l.

Koncentrace kofeinu jednotlivých vzorků rozpustných káv jsou uvedeny v Příloze PIII.

9.4 Souhrnná diskuze

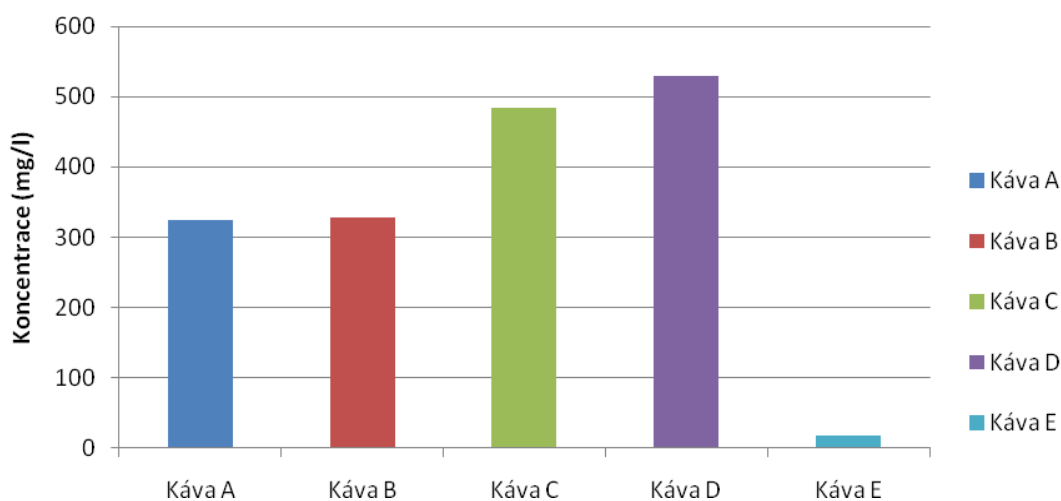
V diplomové práci byl sledován obsah kofeinu v kávových extraktech připravených za různých podmínek. Z daných výsledků vyplývá, že téměř ve všech případech je největší obsah kofeinu v kávových extraktech bez přísad. Obsah kofeinu se mírně mění po přidání daných přísad.

Obsah kofeinu v kávových extraktech pražených mletých káv v nálevu bez přísad a s danými přísadami se pohyboval v rozmezí od 246,4 mg/l - 529,5 mg/l. V mleté bezkofeinové kávě se obsah kofeinu pohyboval v rozmezí od 11,0 mg/l - 17,9 mg/l. U všech vzorků mletých káv klesl obsah kofeinu po přidání cukru, mléka, kombinací cukru a mléka a po přidání umělého sladidla byla koncentrace kofeinu téměř ve všech případech na úrovni kávových extraktů bez přidání přísad.

Obsah kofeinu v kávových extraktech rozpustných káv v nálevu bez přísad a s danými přísadami se pohyboval v rozmezí od 564,1 mg/l – 1596,2 mg/l. Téměř u všech vzorků rozpustných káv klesl obsah kofeinu po přidání mléka a klesl i u kombinace cukr a mléko. Výjimkou byl vzorek kávy F, kdy koncentrace v nálevu po přidání cukru byla větší než v nálevu bez přísad. Vysvětlení nebylo nalezeno. Lze se pouze domnívat, že mohlo jít o náhodnou chybu v extrakci či podmínkách stanovení.

U formy rozpustných káv byl větší obsah kofeinu než u pražených mletých káv.

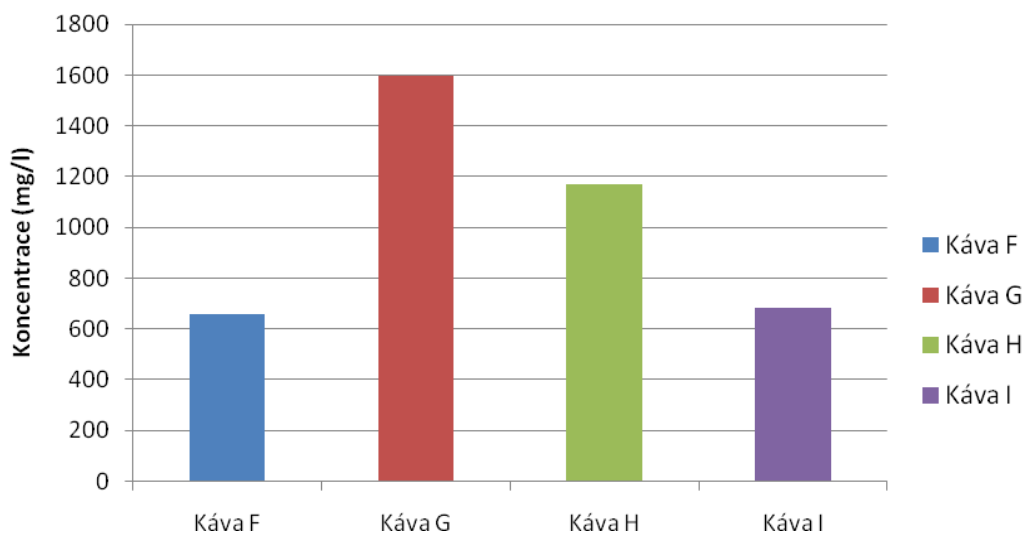
Graf 11: Obsah kofeinu vzorků mletých pražených káv v čisté formě (mg/l)



Největší obsah kofeinu v pražené mleté kávě v čisté formě, byl ve vzorku kávy D, koncentrace byla téměř 530 mg/l. Daný vzorek je pražená plantážní káva odrůdy arabika. Druhý největší obsah kofeinu byl ve vzorku kávy C, koncentrace kofeinu byla téměř 490 mg/l. Tento vzorek byl také odrůdy kávovovníku arabika. U vzorků káv A a B byly koncentrace kofeinu téměř shodné, obsah kofeinu byl téměř 330 mg/l. Tyto vzorky káv byly ze směsi arabiky a robusty. Vzorek kávy E byla káva bezkofeinová, koncentrace kofeinu byla téměř 18 mg/l.

V daných vzorcích byly použity kávy složené z arabiky a nebo ze směsi arabiky a robusty. Z daných výsledků lze konstatovat, že vzorky káv A a B, které jsou složeny ze směsi arabiky a robusty, by měly mít větší koncentraci kofeinu než vzorky káv C a D, které jsou složeny jen z arabiky, protože kávové boby robusty mají vyšší obsah kofeinu než arabika.

Graf 12: Obsah kofeinu vzorků rozpustných káv v čisté formě (mg/l)



Největší obsah kofeinu ze všech vzorků rozpustných káv, byl ve vzorku G, obsah kofeinu byl téměř 1600 mg/l. Druhý největší obsah kofeinu byl ve vzorku kávy H, koncentrace kofeinu byla téměř 1200 mg/l. Vzorky káv F a I měly téměř shodnou koncentraci, obsah kofeinu byl téměř 680 mg/l.

Wanyika et al. [40], ve své studii porovnávali hladinu kofeinu v některých značkách instantních káv (Nescafé, Africafé, Dormans) stanovenou metodami HPLC a UV/VIS spektrofotometrickou metodou. Metodou HPLC byly získané koncentrace přepočteny přímo na surovinu, na kávu. Nejvyšší obsah kofeinu byl v instantní kávě Africafé a to hodnotu 3,42 % a nejnižší obsah kofeinu naměřili v instantní kávě Dormans a to 1,64 %. Metodou UV/VIS spektrofotometrii naměřili nejvyšší obsah kofeinu v instantní kávě Nescafé a hodnota byla 12,57 % a nejnižší obsah v instantní kávě Dormans s hodnotou 5,74 %. Obsah kofeinu v kávě se liší v závislosti na typu kávového zrna a na způsobu přípravy a na metodě stanovení.

Muhtadi et al. [51], použili ve své studii 10 vzorků kávy- zelené a pražené. Jako metodu stanovení použili HPLC s UV detektorem. Očekávali, že zelená kávová zrna by měla obsahovat vyšší obsah kofeinu než odpovídající pražená káva. V rozporu s uvedenou skutečností zjistili, že obsah kofeinu je vyšší u pražené kávy. Získané koncentrace byly přepočteny přímo na surovinu, na kávu. Obsah kofeinu v zelené kávě se pohyboval v rozmezí 0,76-1,00 %, v pražené kávě se obsah kofeinu pohyboval v rozmezí 1,00-2,06 %.

Bispo et al. [52], ve své práci použili 25 různých vzorků kávy, čaje a čokolády a v daných vzorcích sledovali obsah kofeinu. Na stanovení použili metodu HPLC s Bondesil C₁₈ kolonou a jako mobilní fázi použili směs metanol-voda-kyselina octová nebo směs etanol-voda-kyselina octová. Průtok mobilní fáze byl 0,7 ml/min a detekce probíhala UV/VIS detektorem při vlnové délce 273 nm. Získané koncentrace byly přepočteny přímo na surovinu. Koncentrace kofeinu se pohybovala v rozmezí od 0,1 µg/ml až 350 mg/ml. V rozpustné kávě byla stanovena koncentrace 120 µg/ml a v bezkofeinové kávě byla koncentrace 26,0 µg/ml.

Sungur et al. [53], ve své studii sledovali obsah kofeinu v různých nápojích, jako je káva a čaj. Na stanovení použili spektrofotometrickou metodu a metodu HPLC. Na spektrofotometrickou metodu použili UV/VIS spektrofotometr v rozmezí vlnových délek 190 nm až 350 nm. U metody HPLC použili kolonu Bondapak C₁₈, jako mobilní fáze byl použit metanol-voda v poměru 30:70. Její průtok byl 1,5 ml/min. Zjištěné výsledky byly u obou metod téměř podobné. Získané koncentrace byly přepočteny přímo na surovinu. Spektrofotometrickou metodou byla koncentrace kofeinu v daném vzorku kávy 1,36±0,03 % a metodou HPLC byla koncentrace 1,35±0,04 %.

Ling et al. [54], ve své práci porovnávali obsah kofeinu v kávových směsích 3 různými metodami, a to spektrofotometrickou metodou, plynovou chromatografií a metodu HPLC. U spektrofotometrické metody použili UV/VIS detektor, u plynové chromatografie použili plynový chromatograf s plamenoionizačním detektorem. U metody HPLC byl použit UV/VIS detektor s detekcí při vlnové délce 280 nm. Jako mobilní fáze byla použita směs metanolu – vody - ledové kyseliny octové a průtok kolonou byl 1 ml/min. Získané koncentrace byly přepočteny přímo na surovinu. Obsah kofeinu v kávové směsi stanovený spektrofotometrickou metodou byl $91,4 \pm 3,4$ %. Metodou plynové chromatografie byl daný obsah kofeinu $75,7 \pm 16,0$ % a u metody HPLC byl obsah kofeinu $98,6 \pm 1,2$ %.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo stanovit obsah kofeinu v kávovém nálevu připraveném za různých podmínek.

Na základě výsledku lze konstatovat, že po přidání přísad se obsah kofeinu snižoval, jak u pražených mletých káv, tak i u rozpustných káv. U bezkofeinové kávy se dal předpokládat nízký obsah kofeinu.

Obsah kofeinu v kávových extraktech pražených mletých káv v nálevu bez přísad a s danými přísadami se pohyboval v rozmezí od 246,4 mg/l - 529,5 mg/l. V mleté bezkofeinové kávě se obsah kofeinu pohyboval v rozmezí od 11,0 mg/l - 17,9 mg/l. U všech vzorků mletých káv klesl obsah kofeinu po přidání cukru, mléka a kombinací cukru a mléka. Po přidání umělého sladidla byla koncentrace kofeinu téměř ve všech případech na úrovni kávových extraktů bez přidání přísad.

Obsah kofeinu v kávových extraktech rozpustných káv v nálevu bez přísad a s danými přísadami se pohyboval v rozmezí od 564,1 mg/l – 1596,2 mg/l. Téměř u všech vzorků rozpustných káv klesl obsah kofeinu po přidání mléka a klesl i u kombinace cukr a mléko. Výjimkou byl vzorek kávy F, kdy koncentrace v nálevu po přidání cukru byla větší než v nálevu bez přísad. Vysvětlení nebylo nalezeno. Lze se pouze domnívat, že mohlo jít o náhodnou chybu v extrakci či podmínkách stanovení.

U formy rozpustných káv byl větší obsah kofeinu než u pražených mletých káv.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] AUGUSTIN J., *Povídání o kávě*. Fontána, 2003. 355s. ISBN 80-7336-040-3
- [2] ŽÁČEK, Z., *Zajímavě o kávě a čaji*. 1. vyd. Praha, Vydavatelství vnitřního obchodu, 1960
- [3] VAŠÁK, J., *Příjemné chvíle s kávou*. 1.vyd. Praha, Vyšehrad spol. s.r.o., 2002, ISBN 80 7021-565-8
- [4] ŽÁČEK, Z., *Nad šálkem plným vůně*. 2. vyd. Merkur, 1981.226s
- [5] NORMANOVÁ, J., *Káva*. 1. vyd. Bratislava, Champagne Avantgarde, 1992, ISBN 80-7150-047-X
- [6] ROSEN, D., *Rádce milovníka kávy*. Praha, Pragma, 1999, ISBN 80-7205-685-9
- [7] PATOČKA, J., *Káva očima toxikologa*. Vojenské zdravotnické listy, 2006, roč. LXXV, č. 3-4, s. 120-125
- [8] ORTIZOVÁ LAMBERTOVÁ, E., *Encyklopedie koření a pochutin*. Praha, Slovart, 2001, ISBN 80-7209-339-8
- [9] THORN, J., *Káva*. 1 vyd. Fortuna Print, 2000. 255s. ISBN 80-86144-64-X
- [10] LIŠKA, J., ROTH, J., *Kolumbijská triáda*. 1. vyd. Praha, Euromedia Group, k. s. – Knižní klub v edici Universum, 2009, ISBN 80-86854-34-3
- [11] PAVLÍK, F., *Zbožiznalství a technologie čokoládových výrobků*. 1 vyd. Říčany, Ministerstvo potravinářského průmyslu, 1955
- [12] ROP O., HRABĚ J., *Nealkoholické a alkoholické nápoje*, Zlín 2009, ISBN: 978-80-7318-748-4
- [13] *Instantní káva* [online]. [cit. 2010-11-16]. Dostupný z WWW:
<<http://www.epresso.cz/kava/info-instant>>
- [14] De MONTE M., PADOANO E., POZZETTO D.: Alternative coffee packaging an analysis from a life cycle point of view. *Journal of food engineering*, 2005
- [15] *Káva* [online]. [cit. 2010-11-16]. Dostupný z WWW:
<www.ceskekaficko.cz>
- [16] *Káva a zdraví* [online]. [cit. 2010-11-16]. Dostupný z WWW:
<www.e-kava.cz>
- [17] DUFEK, O., *Káva -známá i neobyčejná*. Praha, Nakl. Momčilová Pavla, 1999.
- [18] *Kávovník* [online]. [cit. 2010-11-16]. Dostupný z WWW:
<<http://www.druhykavy.cz/kavovnik-2/>>

- [19] *Káva je největší zdroj antioxidantů* [online]. [cit. 2010-12-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.techblog.cz/medicinakava-je-nejvetsi-zdroj-antioxidantu.html>>
- [20] *Instantní káva* [online]. [cit. 2010-12-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.epresso.cz/kava/info-instant>>
- [21] *Drogy-kofein* [online]. [cit. 2011-01-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.ostan.cz/projekty/drogy/>>
- [22] *Kofein a zdraví* [online]. [cit. 2011-01-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.eufic.org/article/cs/nutrition/functional-foods/artid/caffeine-health/>>
- [23] BEALER B. K., WEINBERG B.A., *The World of Caffeine, The science and culture of the world's most popular drug*, Routledge, 2001.
- [24] HIGDON J. et al., Coffee and health a review of recent human research. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2006.
- [25] BONITA J. S., MANDARANO M., SHUTA D., VINSON J., *Coffee and cardiovascular disease: In vitro, cellular, animal and human studies*. Pharmacological research 2007.
- [26] MYERS M. G., Effect of Caffeine on Blood Pressure Beyonds the Laboratory, Hypertension published online. *Journal Of The American Heart Association*. 2004
- [27] LIONIS C., PANAGIAOTAKOS DB., ZEIMBEKIS A., *Long-term moderate coffee consumption is associated with Loir prevalence of diabetes mellizus among elderly non-tea drinkem from the mediteranian islands (MEDIS Study)*. Rev Diabet Stud 2007.
- [28] WILLETT W. C., VAN DAM R. B., MANSSON J. E., *Coffee, caffeine, and risk of type 2 diabetes*. Diabetes Care 2006.
- [29] DALVI, R. R., *Acute and chronic toxicity of caffeine, a review*. Vet. Hum. Toxicol., 1986.
- [30] LODER, E. *Fixed drug combinations for the acute treatment of migraine: place in therapy*. CNS Drugs. Harvard Medical School. USA. 2005.
- [31] *Jak se vyrábí bezkofeinová káva* [online]. [cit. 2011-02-07]. Dostupný z WWW: <<http://plusprovas.cz/clanek/5153-jak-se-vyrabi-bezkofeinova-kava>>
- [32] *Bezkofeinová káva* [online]. [cit. 2011-02-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.cerstvakava.cz/clanky/bezkofeinova-kava/>>
- [33] KLOUDA, P. *Moderní analytické metody*, Ostrava: Klouda Pavel, 2003.

- [34] MOFFAT A., OSSELTON M. D., WIDDOP B., *Clarke`s Analysis of Drugs and Poisons in pharmaceuticals, body fluids nad postmortem material*. Third edition. Pharmaceutical Press 2004, ISBN 0 85369 473 7
- [35] WILSON, K., WALKER, J. *Principles and Techniques of Practical Biochemistry*. 5 th Ed. Cambridge University Press 2000. ISBN 0-521-65873-X
- [36] HELÁN, V. a kol. *Analýza organických látek*, Český Těšín: 2 THETA, 2005
- [37] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3*. Tábor: Osis, 1999. 368 s. ISBN 80-902391-5-3.
- [38] *Kapalinový chromatograf* [online]. [cit. 2011-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/hplc.html>>
- [39] HAPPONEN, P., VOUTILAINEN, S., SALONEN, JT., *Coffee drinking is dose-dependently related to risk of acute coronary events in middle-aged men*. J Nutr. Department of Public Health and General Practice. 2004.
- [40] WANYIKA H. N., GATEBE N. E., GITU L. M, NGUMBA E. K. AND MARITIM C. W., *Determination of caffeine content of tea and instant coffee brands found in the Kenyan market*. Department of Chemistry, Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology. *African Journal of Food Science*. Nairobi 2010.
- [41] *Kardamom* [online]. [cit. 2011-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.vegetarian.cz/potraviny/koreni/kardamon.html>>
- [42] FREDHOLM B. et al., *Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use*. *Pharmatological Review*, 1999.
- [43] *Kofein* [online]. [cit. 2011-01-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.bigmenu.cz/clanky/Kofein.html>>
- [44] *Řez kávovníkové bobule* [online]. [cit. 2011-04-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.ineedcoffee.com/09/coffee-from-thailand/>>
- [45] *Květy a plody kávovníku* [online]. [cit. 2010-11-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.kava.cz/index2.php?kam=okave>>
- [46] *O kávě* [online]. [cit. 2010-11-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.caffedelizia.cz/page4/page4.html>>
- [47] *Káva neškodí* [online]. [cit. 2010-11-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/bio/zdrava-vyziva-2/kava-neskodi-aneb-lecive-ucinky-cerneho-napoje.aspx>>
- [48] *Instantní káva* [online]. [cit. 2010-11-16]. Dostupný z WWW:

<<http://www.cerstvakava.cz/clanky/instantni-kava/>>

[49] KREJČÍ, I., *O kávě a čaji: Aneb víme proč je pijeme?*. Praha, Grada Publishing, 2000. 100 s. ISBN 80-7169-535-1

[50] ILLY, E. *Alchymie kávy*. Scientific American, 2002, roč. 53, č. 12.

[51] MUHTADI F.J., EL-HAWARY S.S, HIFNAWY M. S., Comparative HPLC and GLC determination of caffeine in different food products, Department of Pharmacognosy, *Journal of liquid chromatography*, 1013-1026. 1990.

[52] BISPO M.S., VELOSO M. C., PINHEIRO H. L., REIS J. O., ANDRADE J.B., Simultaneous determination of caffeine, theobromine and theophylline by high-performance liquid chromatography. 40.170-290-Salvador. *Journal of Chromatographic Science*, 2002.

[53] SUNGUR S., KARABINA K., ALPDOGAN G., Derivate Spektrofotometric Determination of Caffeine in Some Beverages. *Turk J Chem*. 295-302.2002, Istanbul-Turkey.

[54] LING L. S., DAUD N. I. N., HASSAN O., Determination Of Coffee Content In Coffee Mixtures. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. No.2 (2001)327-332. Malaysia.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

př. n. l. před našim letopočtem

Tzv. Takzvaný

Sb. Sbíрка

LDL Lipoproteiny o nízké hustotě

HPLC Vysocúčinná kapalinová chromatografie

UV/VIS Ultrafialová a viditelná oblast elektromagnetického záření

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Kávovník [18].....	14
Obr. 2. Plody kávovníku [46].....	18
Obr. 3. Řez kávovníkové bobule [44].....	19
Obr. 4. Fermentační nádrže [46].....	23
Obr. 5. Kávová zrna po upražení [47].....	25
Obr. 6. Instantní (rozpustná) kava [48].....	29
Obr. 7. Chemický vzorce xanthinu, kofeinu, theofylinu a teobrominu [37].....	30
Obr. 8. Schéma kapalinového chromatografu [38].....	38
Obr. 9. Chromatograf HPLC, na kterém byla provedena analýza.....	42
Obr. 10. Chromatografická kolona.....	43

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Složení sušiny v zelené kávě v (%) [50].....	20
Tab. 2. Složení sušiny v pražené kávě v (%) [50].....	20

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Kalibrační závislost kofeinu pro HPLC.....	44
Graf 2. Obsah kofeinu v mleté kávě A (mg/l).....	45
Graf 3. Obsah kofeinu v mleté kávě B (mg/l).....	46
Graf 4. Obsah kofeinu v mleté kávě C (mg/l).....	47
Graf 5. Obsah kofeinu v mleté kávě D (mg/l).....	47
Graf 6. Obsah kofeinu v mleté kávě E (mg/l).....	48
Graf 7. Obsah kofeinu v rozpustné kávě F (mg/l).....	49
Graf 8. Obsah kofeinu v rozpustné kávě G (mg/l).....	50
Graf 9. Obsah kofeinu v rozpustné kávě H (mg/l).....	50
Graf 10. Obsah kofeinu v rozpustné kávě I (mg/l).....	51
Graf 11. Obsah kofeinu vzorků mletých pražených káv v čisté formě (mg/l).....	52
Graf 12. Obsah kofeinu vzorků rozpustných káv v čisté formě (mg/l).....	53

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I: Chromatogram vzorku kávy A

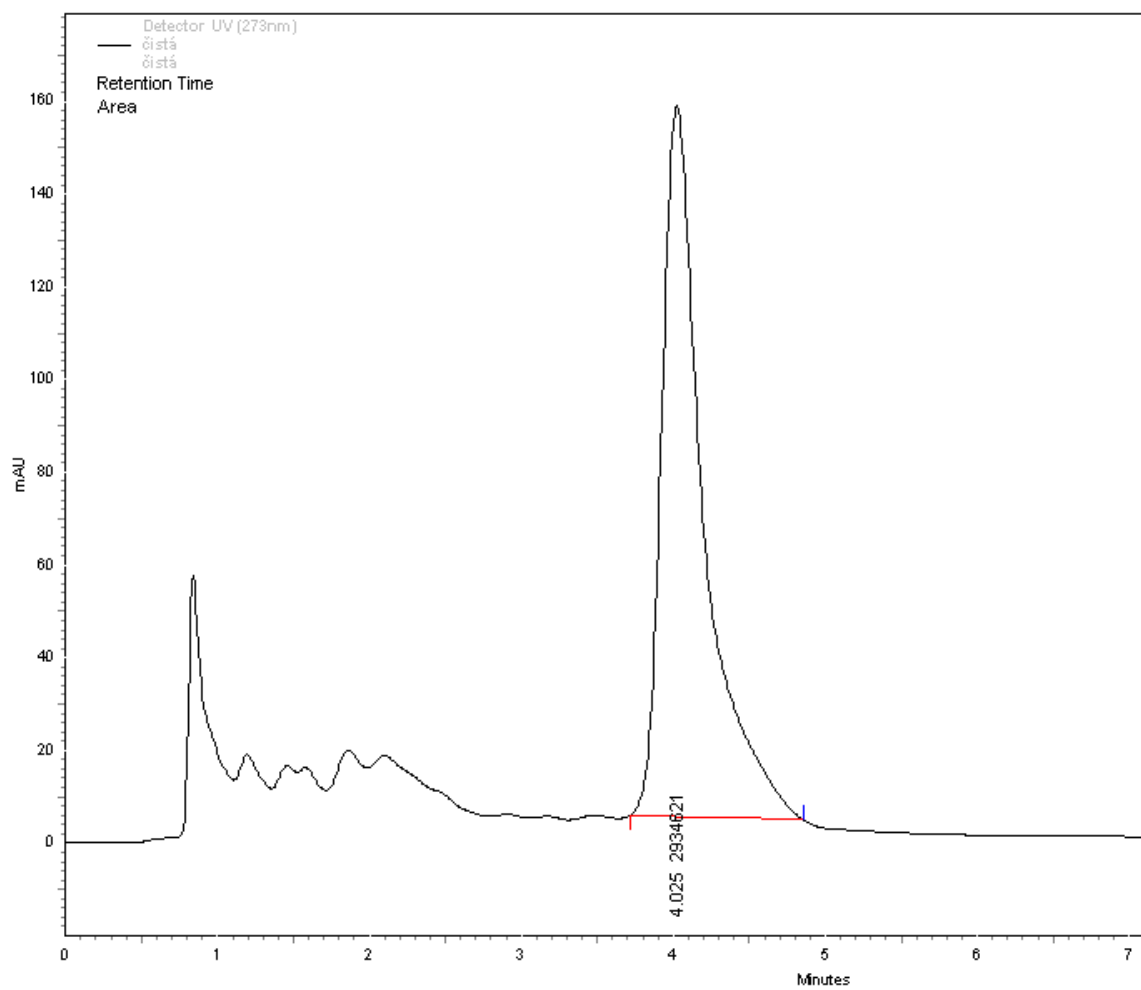
Příloha II: Průměrný obsah kofeinu v jednotlivých kávách - pražené mleté kávy

Příloha III: Průměrný obsah kofeinu v jednotlivých kávách - rozpustné kávy

Příloha IV: Grafy obsahů kofeinu podle přidávaných přísad – pražené mleté kávy

Příloha V: Grafy obsahů kofeinu podle přidávaných přísad – rozpustné kávy

PŘÍLOHA P I: CHROMATOGRAM VZORKU KÁVY A



PŘÍLOHA P II: PRŮMĚRNÝ OBSAH KOFEINU V JEDNOTLIVÝCH KÁVÁCH- PRAŽENÉ MLETÉ KÁVY

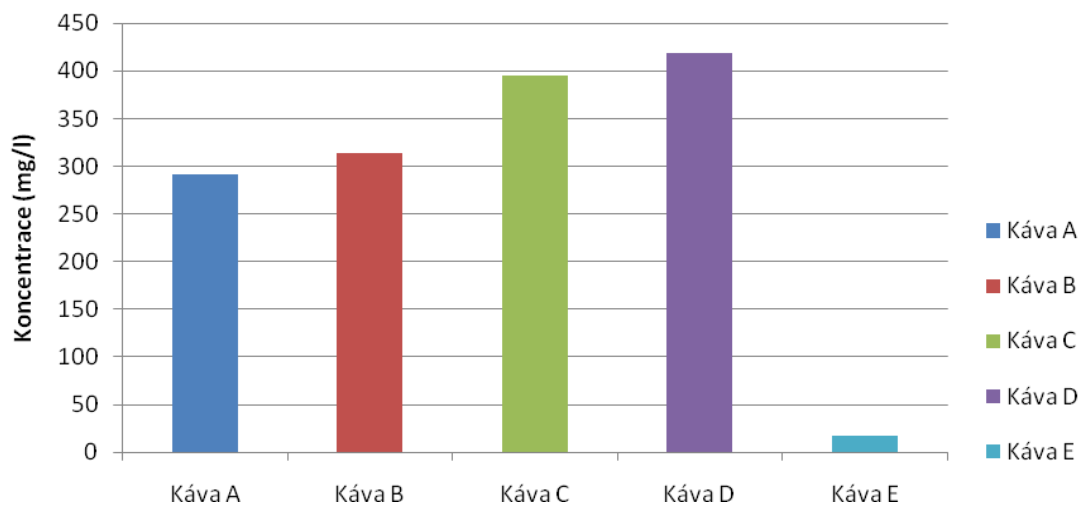
Druh kávy	Obsah kofeinu (mg/l)									
	čistá		s cukrem		s mlékem		s cukrem a s mlékem		s umělým sladidlem	
pražené mleté kávy	Koncentrace (mg/l)	Průměrná koncentrace (mg/l)	Koncentrace (mg/l)	Průměrná koncentrace (mg/l)	Koncentrace (mg/l)	Průměrná koncentrace (mg/l)	Koncentrace (mg/l)	Průměrná koncentrace (mg/l)	Koncentrace (mg/l)	Průměrná koncentrace (mg/l)
Káva A	352,1	324,5±27,65	298,9	291,7±7,25	267,1	246,4±20,7	254,6	247,3±7,3	320,9	321,6±0,65
	296,8		284,4		225,7		240,0		322,2	
Káva B	326,1	327,2±1,05	317,6	313,8±3,8	258,8	274,8±16,05	266,1	287,1±21	326,7	326,4±0,35
	328,2		310,0		290,9		308,1		326,0	
Káva C	508,7	483,4±25,3	382,6	395,1±12,45	383,2	398,7±15,55	346,4	349,1±2,7	441,9	447,4±5,5
	458,1		407,5		414,3		351,8		452,9	
Káva D	527,9	529,5±1,6	417,9	418,2±0,25	416,9	425,4±8,55	372,8	369,1±3,75	488,3	497,4±9,15
	531,1		418,4		434,0		365,3		506,6	
Káva E	18,2	17,9±0,3	17,4	17,7±0,35	12,5	11,8±0,75	13,1	12,5±0,6	11,1	11,0±0,1
	17,6		18,1		11,0		11,9		10,9	

PŘÍLOHA P III: PRŮMĚRNÝ OBSAH KOFEINU V JEDNOTLIVÝCH KÁVÁCH- ROZPUSTNÉ KÁVY

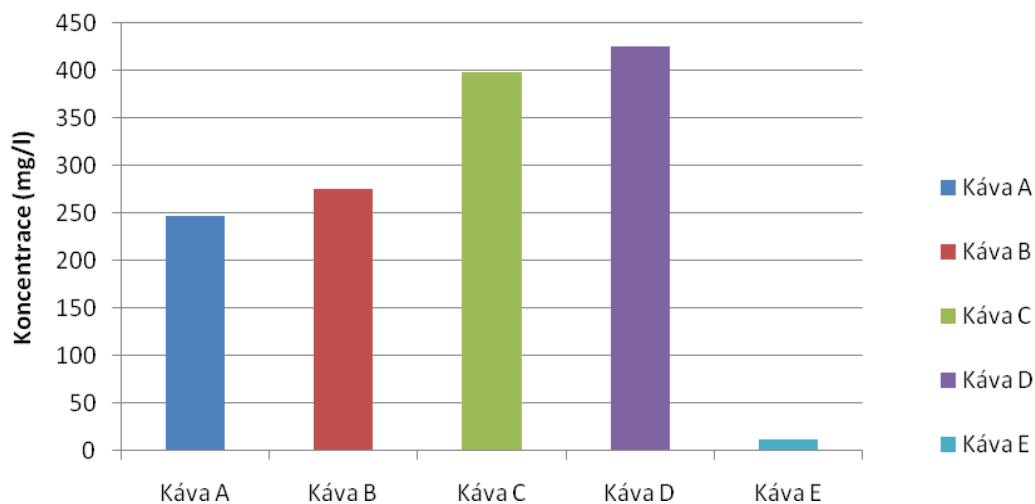
Druh kávy	Obsah kofeinu (mg/l)							
	čistá		s cukrem		s mlékem		s cukrem a mlékem	
rozpuštěné kávy	Koncentrace (mg/l)	Průměrná koncentrace (mg/l)	Koncentrace (mg/l)	Průměrná koncentrace (mg/l)	Koncentrace (mg/l)	Průměrná koncentrace (mg/l)	Koncentrace (mg/l)	Průměrná koncentrace (mg/l)
Káva F	649,3	658,9±9,65	731,0	729,3±1,7	655,6	615,7±39,9	622,6	623,4±0,75
	668,6		727,6		575,9		624,1	
Káva G	1563,3	1596,2±32,9	1190,3	1206,8±16,5	1419,4	1461,9±42,5	1119,5	1113,1±6,5
	1629,0		1223,3		1504,4		1106,6	
Káva H	1158,6	1170,7±12,2	954,4	947,3±7,1	1101,9	1118,9±17,0	856,8	848,6±8,2
	1182,9		940,2		1135,9		804,4	
Káva I	676,2	681,0±4,8	605,3	594,6±10,7	597,9	606,3±8,4	551,7	564,1±12,4
	685,8		583,9		614,7		576,5	

PŘÍLOHA IV: GRAFY OBSAHŮ KOFEINU PODLE PŘIDANÝCH PŘÍRAD – PRAŽENÉ MLETÉ KÁVY

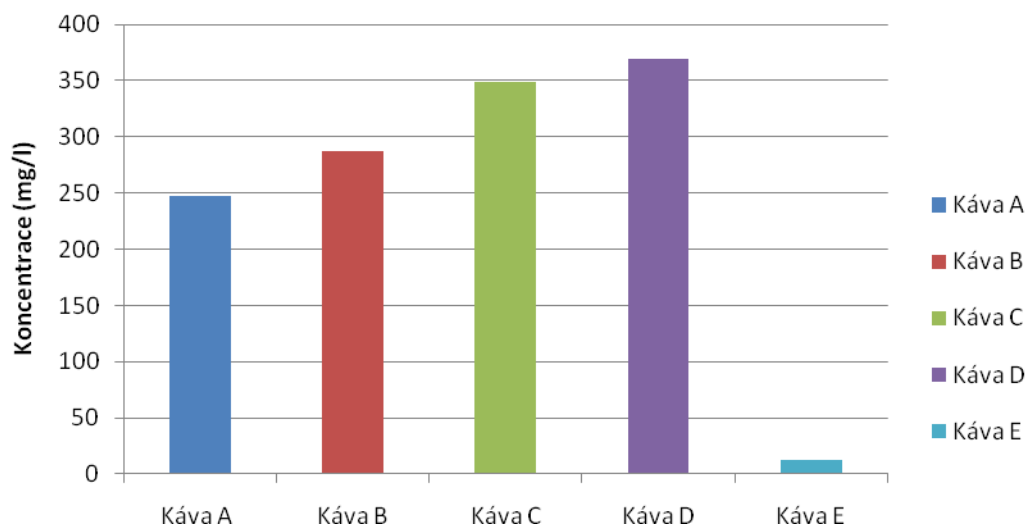
Graf P IV/1: Obsah kofeinu po přidání cukru (mg/l)



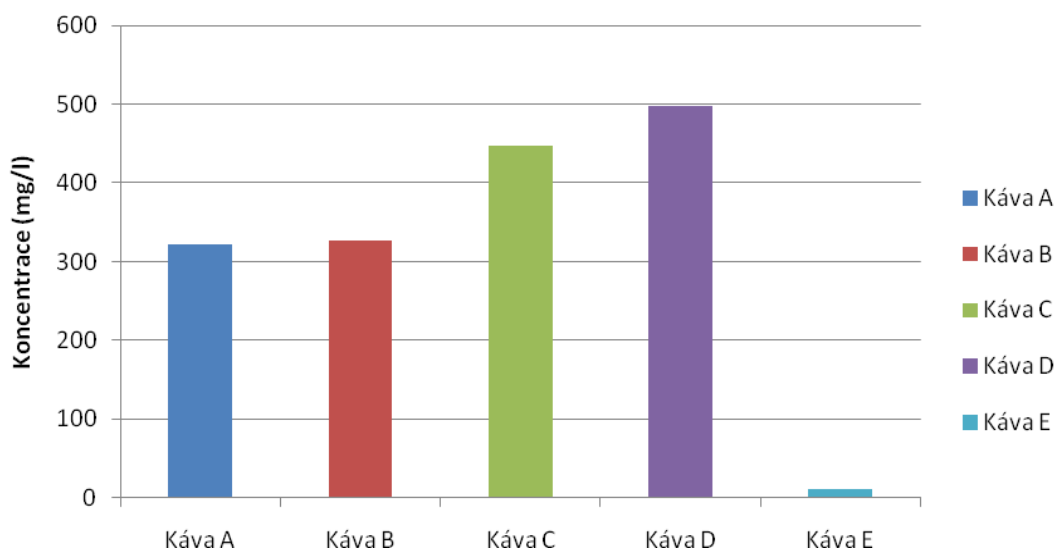
Graf P IV/2: Obsah kofeinu po přidání mléka (mg/l)



Graf P IV/3: Obsah kofeinu po přidání cukru a mléka (mg/l)

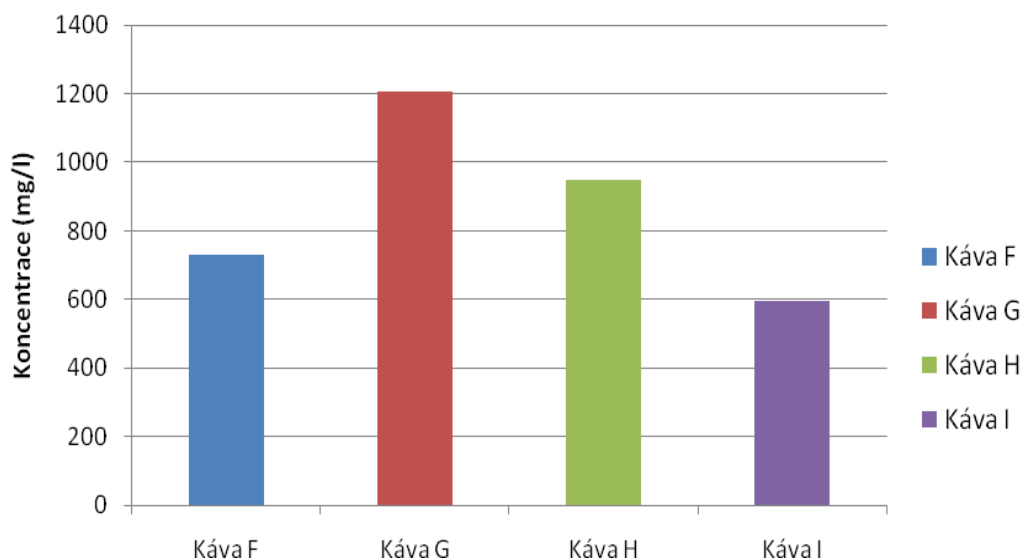


Graf P IV/4: Obsah kofeinu po přidání umělého sladidla (mg/l)

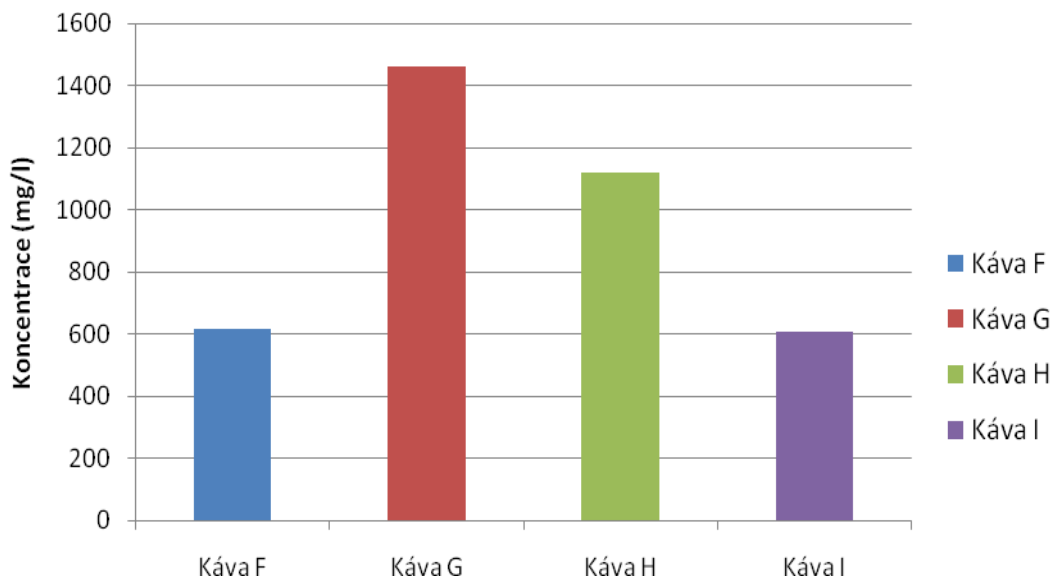


PŘÍLOHA V: GRAFY OBSAHŮ KOFEINU PODLE PŘIDANÝCH PŘÍRAD – ROZPUSTNÉ KÁVY

Graf P V/1: Obsah kofeinu po přidání cukru (mg/l)



Graf P V/2: Obsah kofeinu po přidání mléka (mg/l)



Graf P V/3: Obsah kofeinu po přidání cukru a mléka (mg/l)

