

Charakteristika aromatických látek ve výběrové plantážní kávě připravené různými způsoby

Bc. Nikola Vlková

Diplomová práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Nikola Vlková**
Osobní číslo: **T21495**
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Charakteristika aromatických látek ve výběrové plantážní kávě připravené různými způsoby.**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část
Káva, její původ a nutriční hodnoty.
Aromatické látky v kávě.
Možnosti stanovení aromatických látek v kávě.
Senzorická analýza.
II. Praktická část
Příprava vzorků a principy stanovení.
Postupy měření.
Vyhodnocení a diskuze výsledků.
Formulace závěrů.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] DAVIES VESELÁ, Petra. *Velká kniha o kávě*. Praha: Smart Press, 2018, 319 s. ISBN 9788088244059
- [2] REINECCIUS, Gary A. a Terry A. REINECCIUS, ed. *Heteroatomic Aroma Compounds* [online]. Washington, DC: American Chemical Society, 2002 [cit. 2022-05-30]. ACS Symposium Series. ISBN 9780841237773. Dostupné z: doi:10.1021/bk-2002-0826
- [3] TOTH, Stephen a Cynthia MUSSINAN, ed. *Recent Advances in the Analysis of Food and Flavors* [online]. Washington, DC: American Chemical Society, 2012 [cit. 2022-05-30]. ACS Symposium Series. ISBN 9780841227590. Dostupné z: doi:10.1021/bk-2012-1098
- [4] AKIYAMA, Masayuki, MURAKAMI, Kazuya, HIRANO, Yuta, IKEDA, Michio, IWATSUKI, Keiji, WADA, Akira, TOKUNO, Katsuya, ONISHI, Masanobu, & IWABUCHI, Hisakatsu. Characterization of headspace aroma compounds of freshly brewed Arabica coffees and studies on a characteristic aroma compound of Ethiopian coffee. *Journal of Food Science*, 2008, 73(5), C335-46. Dostupné z: doi:10.1111/j.1750-3841.2008.00752.x
- [4] ANGELONI, Simone, MUSTAFA, Ahmed M., ABOUELENEIN, Doaa, ALESSANDRONI, Laura, ACQUATICCI, Laura, NZEKOUÉ, Franks Kamgang, PETRELLI, Riccardo, SAGRATINI, Gianni, VITTORI, Sauro, TORREGIANI, Elisabetta, & CAPRIOLI, Giovanni. Characterization of the aroma profile and main key odorants of espresso coffee. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 2021, 26(13), 3856. Dostupné z: doi:10.3390/molecules26133856

Vedoucí diplomové práce: **doc. Mgr. Barbora Lapčíková, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. února 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou 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);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové 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.

Prohlašuji,

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na studium vlivu stupně pražení, hrubosti mletí a přípravy na aromatický profil výběrových káv. Jako způsob přípravy byly zvoleny metody jako espresso, French press, aeropress a Cold brew. U kávových nápojů byly stanoveny aromatické látky metodou GC–MS, kde bylo identifikováno 18 látek z řady pyrazinů a furanů. Největší vliv na obsah aromatických látek měl způsob přípravy a potom stupeň pražení, např. u kávy Guatemala – příprava Cold brew, tmavé pražení, hrubost mletí 6 byl zaznamenán nejvyšší podíl aromatických látek, což bylo potvrzeno i senzoricou analýzou, kdy nejvíce hodnotitelů preferovalo tuto kávu. Antioxidační aktivita byla stanovena metodou DPPH a celkový obsah polyfenolických látek (TPC) pomocí Folin–Ciocalteuova činidla byla největší pro kávu Brazílie – příprava espresso, světlé pražení, hrubost mletí 1 a nejvyšší obsah kofeinu stanovený metodou HPLC byl u kávy Guatemala (Cold brew, tmavé pražení, hrubost mletí 6).

Klíčová slova: káva, aromatické látky, GC–MS, kofein, HPLC, antioxidační aktivita, DPPH, polyfenolické látky

ABSTRACT

The thesis focuses on the study of the influence of roasting degree, grinding coarseness and preparation on the aromatic profile of selected coffees. The preparation methods chosen were espresso, French press, aeropress and Cold brew. Aromatics of coffee beverages were determined by GC-MS, where 18 compounds from the pyrazine and furan series were identified. The method of preparation and then the degree of roasting had the greatest influence on the aromatic content, e.g. Guatemala coffee - Cold brew preparation, dark roasting, coarse grinding 6, had the highest aromatic content, which was confirmed by sensory analysis, with most evaluators preferring this coffee. The antioxidant activity was determined by DPPH and the total polyphenolic content (TPC) by Folin-Ciocalteu reagent was the highest for Brazil coffee - espresso preparation, light roasting, coarse grinding 1 and the highest caffeine content determined by HPLC was for Guatemala coffee (Cold brew, dark roasting, coarse grinding 6).

Keywords: coffee, aromatic substances, GC-MS, caffeine, HPLC, antioxidant activity, DPPH, polyphenolic substances

Chtěla bych poděkovat své vedoucí diplomové práce paní doc. Mgr. Barboře Lapčíkové, Ph.D., dále také doc. Miroslavu Fišerovi, Ph.D. a Ing. Tomáši Valentovi, Ph.D. za rady a pomoc se zpracováním. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Anitě Rejdlové za pomoc v průběhu studia a cenné rady. Poděkování patří i mému manželovi, mé rodině a spolužákům, kteří mi byli oporou po celou dobu studia a vydrželi to se mnou.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 KÁVA	12
1.1 DRUHY KÁVY	13
1.1.1 Arabika (<i>Coffea arabica</i>)	13
1.1.2 Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	13
1.1.3 Výběrová káva.....	14
1.1.4 Komoditní káva	14
1.2 OD SKLIZNĚ PO ZPRACOVÁNÍ	14
1.2.1 Suchý způsob zpracování	15
1.2.2 Mokrý způsob zpracování	16
1.2.3 Pražení	16
1.2.4 Chlazení kávových zrn, skladování a balení	18
1.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ KÁVY A NUTRIČNÍ HODNOTY	19
1.3.1 Sacharidy	19
1.3.2 Alkaloidy	19
1.3.3 Kyseliny	20
1.3.4 Lipidy	20
1.3.5 Minerální látky	20
1.3.6 Kofein.....	20
1.3.7 Nutriční hodnoty.....	21
2 AROMATICKÉ LÁTKY V KÁVĚ	22
2.1 MOŽNOSTI STANOVENÍ AROMATICKÝCH LÁTEK V KÁVĚ	23
2.2 ALDEHYDY	23
2.3 FURANY A PYRAZINY	24
2.4 FENOLICKÉ SLOUČENINY	24
3 DRUHY A PŘÍPRAVA KÁVOVÝCH NÁPOJŮ	25
3.1 ESPRESSO	25
3.2 FRENCH PRESS	26
3.3 AEROPRESS.....	27
3.4 COLD BREW	28
4 METODY STANOVENÍ PROFILU KÁV	29
4.1 STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY V KÁVĚ	29
4.1.1 Metody využívané pro stanovení antioxidační aktivity.....	29
4.1.2 Metoda využívající DPPH.....	29
4.1.3 Metoda stanovení celkového obsahu polyfenolů Folin-Ciocalteuovým činidlem.....	30
4.2 METODA STANOVENÍ OBSAHU KOFEINU POMOCÍ HPLC.....	30
4.3 STANOVENÍ AROMATICKÝCH LÁTEK POMOCÍ GC-MS.....	31
4.4 STANOVENÍ VELIKOSTI ČÁSTIC POMOCÍ SÍTOVÉ ANALÝZY	32

5	SENZORICKÁ ANALÝZA.....	33
5.1	CUPPING ANEB SENZORICKÉ HODNOCENÍ KÁVY	33
II	PRAKTICKÁ ČÁST	35
6	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	36
7	METODIKA.....	37
7.1	VZORKY KÁV.....	37
7.2	MĚŘICÍ PŘÍSTROJE A VYBAVENÍ.....	38
7.3	CHEMIKÁLIE.....	38
7.5	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY METODOU DPPH	39
7.5.1	Kalibrační křivka TROLOXU	40
7.6	STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLŮ METODOU FOLIN–CIOCALETAU	41
7.7	STANOVENÍ OBSAHU KOFEINU POMOCÍ HPLC.....	43
7.8	STANOVENÍ VELIKOSTI ČÁSTIC	44
7.9	STANOVENÍ AROMATICKÝCH LÁTEK POMOCÍ GC–MS U VZORKŮ VÝBĚROVÉ KÁVY	45
7.10	SENZORICKÉ HODNOCENÍ VZORKŮ VÝBĚROVÉ KÁVY	45
7.11	ANOVA	47
8	VÝSLEDKY A DISKUZE	48
8.1	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY METODOU DPPH	48
8.1.1	Inaktivace činidla DPPH	48
8.1.2	Antioxidační aktivita	50
8.2	STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLŮ VE VYBRANÝCH VZORCÍCH VÝBĚROVÉ KÁVY POMOCÍ FOLIN–CIOCALTEAUOVA ČINIDLA.....	53
8.3	STANOVENÍ OBSAHU KOFEINU METODOU HPLC	56
8.4	SÍTOVÁ ANALÝZA.....	58
8.5	STANOVENÍ AROMATICKÝCH LÁTEK POMOCÍ GC–MS U VZORKŮ VÝBĚROVÉ KÁVY	60
8.6	SENZORICKÉ HODNOCENÍ VZORKŮ VÝBĚROVÉ KÁVY	70
8.6.1	Hodnocení chuti a vůně jednotlivých vybraných vzorků káv a způsobů příprav	71
8.7	ANOVA	76
	ZÁVĚR.....	77
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	79
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	85
	SEZNAM OBRÁZKŮ	86
	SEZNAM TABULEK	87
	SEZNAM PŘÍLOH.....	88

ÚVOD

Káva je pro mnohé z nás ranním rituálem, který nám pomáhá s probuzením a naladěním se do nového dne. V dnešní době se káva stala neodmyslitelnou součástí pro většinu lidí. V průběhu několika let se postupně zdokonalila i její příprava. Každému způsobu přípravy předchází samotné pražení a mletí kávy a každý alternativní způsob přípravy má svou délku trvání a teplotu. Milovníci kávy pozvedli její zpracování a způsoby přípravy na neuvěřitelnou úroveň. Stal se z ní trend, koníček a životní styl.

Výběrová káva není jen o naservírování nejlepších kávových zrn z nejzazších koutů světa do šálku. Její cesta začíná u samotného pěstitele, který se o kávovníky pečlivě stará. Chuťový profil je ovlivněn nejen klimatem, odrůdou a nadmořskou výškou, ale záleží i na dostatečné délce zrání kávových třešní. Díky tomu dochází k postupnému rozvinutí chutí a vzniká tak komplexnější chemické složení zrn. Dále putují kávová zrna do pražírny, kde se začíná káva stávat unikátní a tuto symfonii nesčetných kroků nakonec završí barista konečnou přípravou kávy.

Každý z nás má jiné chuťové pohárky a vyžaduje jiný chuťový požitek z její konzumace. Někteří z nás mají raději kyselou chuť, jiní dávají přednost jemné sladké chuti a další zase uvítají spíše hořké tóny. Tyto odlišnosti vedly ke zpracovávání jak čisté Arabiky, tak k tvorbě směsí Arabiky a Robusty.

Tato diplomová práce byla zaměřena na výběrovou kávu, která se v dnešní době nejčastěji využívá k různým alternativním způsobům příprav. Samotné aroma kávy není ovlivněno jen způsobem pěstování, druhem pražení ani netkví jen v hrubosti mletí či způsobu přípravy. Všechny tyto faktory výrazně ovlivňují výsledné chemické složení kávy a to, jak ji vnímáme. Hlavním cílem této práce bylo zaměřit se na uvolňování aromatických látek z různých druhů výběrových káv pomocí rozdílných způsobů příprav.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KÁVA

První použití kávy začalo před několika stovkami let v Africe, kdy se zde nacházely původní divoké rostliny. Domorodci zde využívali všechny části rostliny, tj. listy, plody i semena jako potravu. V Etiopii konzumovali sušené plody, aby překonali únavu. Směs kávových zrn s tukem či olejem zase sloužila jako výživný zdroj energie při cestách do pouště. V Africe se pražená káva využívala při obřadech, sdílení šálků kávy znamenalo výměnu myšlenek a přání s přáteli a také jako vyjádření úcty hostům. Samotný začátek dlouhé cesty k voňavému šálku kávy začíná u rostliny. Jako kávu označujeme semena pocházející z kávovníku, který řadíme k rodu *Coffea*. Káva pochází z tropických oblastí Afriky a ostrovů v západním Indickém oceánu. Na zelené plantáži, ať už v nížinách, či ve vysokých horských oblastech můžeme nalézt až 6000 druhů kávovníků. Kávovník se řadí mezi ovocné keře a stromy. Může dorůst do výšky i více než 10 metrů, ale na plantážích se udržují spíše v nižších výškách, aby farmáři měli lepší přístup ke kávovým zrnům. Jedná se o stálezelenou vytrvalou rostlinu, která má vertikální stonek s mělkým kořenovým systémem. Kořeny robusty jsou soustředěny spíše k povrchu půdy, zatímco kořenový systém arabiky proniká hlouběji do půdy. Kávové listy jsou protilehlé, tmavě zelené, vlnité, lesklé a vyznačují se výrazným žilkováním. Květy kávovníku jsou sněhově bílé. Plodem kávovníku jsou kávová zrna, která se liší velikostí, ale málokdy tvarem. Jsou elipsovité a obalena vrstvou dužiny připomínající kůži. Barva se liší od žluté po černou, ale většinou je oranžová až červená [1,2,3,4].



Obrázek 1 Květy kávovníku a kávová třešeň [1]

1.1 Druhy kávy

Více než 100 druhů kávovníku řadíme k rodu *Coffea*, ale jen dva druhy jsou zodpovědné za většinu celosvětové produkce kávy – *Coffea arabica* L. (arabika) a *Coffea canephora* (robusta). *Coffea liberica* Hiern, původně pocházející z Libérie, je třetím komercializovaným druhem kávy, avšak představuje méně než 1 % celosvětové produkce kávy [1,2,5].

1.1.1 Arabika (*Coffea arabica*)

Arabika byla původně keř rostoucí v nadmořské výšce 1300–2000 m n. m. v lesích jihozápadní Etiopie a severně od Keni. Arabika je řazena mezi nejkvalitnější druh kávy. Je možné ji pěstovat v nadmořské výšce v rozmezí 600–2500 m n. m. a při teplotách 15–24 °C. Je náročnější na pěstování a první úrody se dočkáme až za 5 let. Mezi základní druh arabiky řadíme *Typica*, ze které se následně vyvinula řada odrůd. Pochází z Etiopie a následně rostla na plantážích v Jemenu. Tato rostlina dorůstá až 4 metrů, má rovný kmen a kónický tvar koruny. Plody jsou červené barvy. Tento druh je sice kvalitní, ale neposkytuje značný hmotnostní výnos. Uprostřed indického oceánu můžeme nalézt další odrůdu s názvem Bourbon, jejíž mutace se nachází i v oblastech Jižní Ameriky. Zajímavé jsou plody této odrůdy. Třešně jsou převážně žluté, mají ale i červenou či oranžovou barvu. Dalšími odrůdami jsou např. Caturra, Mundo Nuovo, Catuai, Pacamara a mnoho dalších [1,6,7].

1.1.2 Robusta (*Coffea canephora*)

Robusta pochází z vlhkých nížinných lesů tropické Afriky. Pěstuje se v nižších nadmořských výškách okolo 200–600 m n. m. a vyžaduje teplejší klima se stabilnější teplotou okolo 25 °C. Je méně náročná na pěstování oproti arabice a první sklizen po vysazení může být již druhým rokem. Je odolná vůči různým chorobám, proto její výtěžnost je vysoká. Z chemického hlediska se také velmi liší od arabiky. Obsahuje více kofeinu a má nezaměnitelnou chuť. Je více hořká s velmi silnou a zemitou chutí. Největší rozdíl je poznat i ve tvaru samotných zrn. U arabiky jsou zrnka protáhlé s výraznou rýhou ve středu esovitého tvaru a zrna jsou zelené až namodralé barvy. Kdežto zrna robusty jsou oproti tomu zaoblená a vypouklá s rovnou rýhou a mají bledě zelenou až nahnědlou barvou. Základní rysy obou zrn jsou znatelné i po upražení [1,6,7].

1.1.3 Výběrová káva

Celkový výsledek kávy ovlivňují všechny kroky v řetězci od počátku pěstování, přes péči farmářů a sběr až po samotné pražení, skladování a její přípravu. Pro výběrovou kávu platí řada důležitých kritérií. Obsah živin v půdě, počasí, odrůda, nadmořská výška a mnoho dalších faktorů. Kde se káva pěstuje ovlivní výslednou chuť připraveného šálku. Obecně platí, že čím vyšší nadmořská výška, tím je káva kvalitnější. Vyšší polohy jsou totiž ideální pro zrání kávových třešní, jelikož mají delší čas na uzrání díky nižším teplotám. V důsledku toho dochází k lepšímu rozvinutí látek v zeleném zrně. Důležitým faktorem je i samotný sběr. Ruční sběr, který je rozšířený právě spíše ve vyšších polohách, umožní výběr pouze zralých a kvalitních třešní. Dále také hraje roli i volba zpracování, jestli suchým či mokřím způsobem. V obou případech lze docílit excelentní kávy, avšak vše závisí na dodržování správných postupů. V neposlední řadě se hodnotí zelená káva pomocí různých testů kvality, kdy se dle degustační tabulky každý druh kávy zhodnotí. Výběrová káva musí splňovat hodnocení vyšší než 80 bodů ze 100 (dle SAA) viz. kapitola 5.1. Každá pražírna si provádí vlastní hodnocení zelených kávových zrn před nákupem. Pražiči upraží kávu dle nastavených požadavků. Tento krok umožní vyniknutí charakteristickému aroma a chuti kávy. Posledním článkem řetězce je samotný barista, který kávu připraví pro zákazníka. Tato osoba by měla být řádně proškolená v umění přípravy kávy [1,6,7,8].

1.1.4 Komoditní káva

Komoditní káva tvoří zatím největší zastoupení na světovém trhu. Většina lidí volí kávu podle značky, nikoli podle druhu či odrůdy. U komoditní kávy mnohdy není dáno, odkud pochází, jak byla zpracována či jak dlouho ležela ve skladu. Na trhu existuje několik druhů komoditní kávy s rozdílnou kvalitou. Nejlevnější káva putuje do supermarketů a většinou obsahuje různé defekty např. flekatá, plesnivá zrna, či zrna plná dírek, která byla poškozena brouky. Velké množství komoditní kávy se zpracovává k výrobě instantní kávy [1].

1.2 Od sklizně po zpracování

Celý proces kávy začíná u sběru zralých kávových plodů. Doba sklizně se může lišit díky různým zeměpisným šířkám, kde je pěstována. V oblastech okolo rovníku je stabilní klima, optimální teplota a doba svitu slunce, a tak lze na těchto místech kávové plody sbírat po celý rok. V nižších polohách začíná sběr nejdříve, právě díky optimálním faktorům pro

zrání plodů, postupně se přechází do vyšších poloh. Pro výběrovou kávu se využívá spíše ruční sběr, jednak je to dáno vyšší polohou pěstování, kde se stroj nemůže dostat, a pak také je tento typ sběru daleko šetrnější k samotné rostlině. Také lze lépe kontrolovat sběr jen zralých a nepoškozených plodů. Dále lze využít metody česání, kdy sběrači očešou plody z celé větve. Způsob je to sice rychlejší, ale ne všechny plody jsou uzralé, a tak se zbytečně sbírají i nezralé plody, které je nutno poté vytrít. Také tento způsob není tak šetrný ke kávovníkům. Strojový sběr je asi nejrychlejší metoda sběru plodů, která se využívá v nižších nadmořských výškách převážně na rovných plantážích. Při sběru dochází ke značnému poškození kávovníků, ale je mnohem rychlejší a levnější než např. ruční sběr [1, 6, 9].

Kávové třešně, které jsou nasbírány, se dále zpracovávají přímo na plantážích, nebo v jejich blízkosti. Mezi základní druhy, jak můžeme zpracovat kávové plody řadíme metodu suchou, mokrou a polosuchou také známou jako medovou [1, 6].

1.2.1 Suchý způsob zpracování

Jedná se o nejstarší metodu zpracování kávových třešní. Je to levnější a jednodušší metoda, která se využívá všude na světě. Výhodou je, že k ní není potřeba voda, které je na mnoha místech nedostatek. Suché zpracování spočívá v tom, že se ihned po sběru plody rozprostřou rovnoměrně na zem či na bambusové rošty, aby sluneční paprsky dopadaly ke všem plodům stejně, a také aby se ke všem plodům dostal vzduch. Během procesu dochází k odpařování vody a je nutné pravidelné obracení a prohrabávání, aby plody schly rovnoměrně. Na některých plantážích se využívají i sušičky, aby proces proběhl rychleji. Průběh sušení může trvat až měsíc, poté jsou třešně uschovány v silech, kde se nechávají uležet 30–60 dní. Dalším krokem je loupání, kdy se zrna zbavují obalových vrstev a v neposlední řadě dochází k jejich třídění dle kvality a velikosti. Při tomto zpracování mají zrnka kávy spíše výraznější chuť a díky prostupu látek ze slupky, mohou kávová zrna mít nádech sladké, oříškové či medové chuti. Pokud při procesu dojde k hnití plodů, výsledná chuť zrn může připomínat shnilé ovoce s alkoholovým nádechem [1, 2, 3].



Obrázek 2 Sušení kávových třešní na betonové podlaze [1]

1.2.2 Mokrý způsob zpracování

Dalším způsobem zpracování kávových třešní se řadí mokrý způsob, který je náročnější než suchý způsob, ale výsledná kávová zrna jsou kvalitnější. Využívá se hlavně při zpracování Arabiky. Nejprve dochází k převedení kávových plodů do speciálních nádrží, kde dochází k promývání plodů. Plody nevhodné pro další zpracování vyplavou na povrch a jsou odstraněny, zralé plody sedají ke dnu nádrže. Poté dochází ihned k procesu loupání, kdy se odstraňuje slupka a dužina, která obklopuje zrna. Oloupaná zrna jsou přesunuta k procesu fermentace, kdy v kvasných nádržích dochází k uvolňování slizů a pergamenové slupky. Tento proces může trvat až okolo 36 hodin. Při delší době fermentace, by mohlo dojít ke hnití zrn, což by znehodnotilo celou várku. Poté jsou zrna promyta a sušena stejně jako u suchého způsobu zpracování. Zrnka takto upravené kávy mají spíše svěžší, květinovou a ovocnou chuť s větší kyselinkou. Je to dáno odstraněním slupky před sušením a procesem fermentace, kdy ze slupky do zrn při sušení neprostupují látky obsažené ve slupce jako u suchého způsobu zpracování [1, 2, 3].

1.2.3 Pražení

Pražení kávových zrn je doprovázeno tvorbou látek produkujících chuť a barvu. Charakteristické aroma kávy je dáno pražením zelených kávových zrn, kdy během záhřevu dochází k odstranění volné a vázané vlhkosti. Pražením můžeme ovlivnit zejména tři základní aspekty chuti kávy – kyselost, sladkost či hořkost. Obecně platí, čím déle se káva praží, tím méně kyselin bude obsahovat, ale zároveň se zvyšuje její hořkost. Sladkost se

nachází na křivce pražení přesně uprostřed mezi kyselostí málo pražené kávy a hořkostí silně pražené kávy [1, 7, 9].

Pražení má přibližně 5 základních fází: V první fázi dochází k tzv. sušení. Surová káva obsahuje 7–11 % w/w vody, která je rovnoměrně rozprostřena v celkové struktuře zrna. Sušení je časově náročný proces, během kterého dochází k velké spotřebě energie a tepla. Káva během prvních pár minut pražení téměř nezmění vzhled ani vůni. Další fází je tzv. žlutnutí. Jakmile je voda vytlačena ze zrna začíná první reakce hnědnutí. Káva je hodně kyselá se silnými rostlinnými tóny. První dvě fáze pražení jsou velmi důležité. Pokud není káva správně vysušená, nebude se během dalších fází pražit rovnoměrně. Výsledkem by bylo dokonalé upražení vnější části kávového zrna, nicméně vnitřní část by byla syrová. Taková káva by chutnala nepříjemně, kombinace hořkosti zvenku a kyselosti a travnatosti zevnitř. Při špatném sušení by ani tento problém nevyřešilo zpomalení dalších fází procesu pražení, protože by teplota postupovala v různých částech zrna jinou rychlostí. Třetí fází je tzv. první prasknutí, při kterém dochází k rychlejšímu hnědnutí a uvnitř zrn se začínají hromadit plyny a vodní pára. Jakmile je tlak příliš vysoký, zrno se rozlomí a téměř zdvojnásobí svůj objem za praskavého zvuku. Od tohoto okamžiku dochází k rozvinutí aroma a je možné proces pražení kdykoliv zastavit. Čtvrtým krokem je tzv. rozvoj pečení. Po prvním cracku je zrno mnohem hladší, ale ne úplně. V této fázi se určí konečná barva zrn a stupeň pražení. Káva nyní voní a chutná jako káva, ale může potřebovat více času, než dojde k rozvinutí sladkosti a ideální chuti. Pražírna si v této fázi může určit rovnováhu kyselosti a hořkosti v konečném produktu, protože kyseliny v zrnech rychle degradují, zatímco hořkost se s pokračujícím pražením zvyšuje. Následuje tzv. druhá prasklina, což je fáze pražení, kdy začnou zrna znovu praskat, ale tišším a svižnějším zvukem. Jakmile je dosaženo druhé trhliny v zrnu dochází k vytlačování oleje na povrch. Velká část kyselosti se začne vytrácet a dochází k vyvíjení nových druhů chutí. Změna barvy kávových zrn v průběhu pražení jsou zobrazena na obrázku 3 [1, 7, 9].



Obrázek 3 Stupně pražení kávových zrn [7]

1.2.4 Chlazení kávových zrn, skladování a balení

Po upražení je dalším krokem chlazení zrn. Důležité je zchladit zrna co nejrychleji, aby nedocházelo k dalším chemickým procesům. Procesy, které by mohly ovlivnit výslednou chuť a vůni kávy. Kávová zrna jsou po zchlazení přemístěna do speciálních sil či sudů a barelů, kde se káva nechává odpočívat. Během odpočinku může docházet ještě ke konečnému vypuzování plynů ze zrn. Následuje míchání směsí, díky kterému můžeme dosáhnout vyvážené a komplexnější chuti, která může oslovit více zákazníků. Míchat se mohou buď různé druhy arabiky či směs arabiky a robusty v různém poměru. Díky míchání směsi s Robustou je možné kávu prodávat levněji, díky její nižší výkupní ceně oproti arabice. Kávu či směsi je možno prodávat jako zrna či mletá na různou hrubost, dle způsobu přípravy. Ideální je kávu spotřebovat po upražení do 4 týdnů, některé pražírny uvádějí spotřebu až do 3 měsíců. Po namletí kávy je ideální ji ihned spotřebovat, proto je lepší si pro domácí spotřebu koupit celá zrna a ta postupně namlet těsně před použitím, aby bylo zachováno co nejdéle kávové aroma [1, 7, 9].

1.3 Chemické složení kávy a nutriční hodnoty

Chemické složení kávy se liší mezi zelenými kávovým zrnem a upraženou kávou. Kávová zrna obsahují jak anorganické, tak organické látky. Řadíme zde rozpustné sacharidy, polysacharidy, kyseliny, lipidy, minerální látky, ale i řadu aromatických sloučenin a mnoho dalších [10].

1.3.1 Sacharidy

Zelená káva obsahuje v sušině více než 50 % sacharidů. Mezi rozpustné sacharidy v kávových zrnech řadíme zejména glukózu, fruktózu a sacharózu. Obsah monosacharidů v kávě je poměrně nízký, hlavním nízkomolekulárním sacharidem v zelené kávě je disacharid – sacharóza. Dle studií obsahuje káva typu robusta více redukujících cukrů než arabika. Obsah sacharózy se zvyšuje v průběhu zrání plodů. Zajímavostí byl výskyt černých kávových plodů, který je připisován nízké akumulaci sacharidů během vývoje plodů. Během pražení kávy jsou mono, di a oligosacharidy degradovány na těkavé sloučeniny, například 2-oxopropanal, aj., které působí jako prekurzory aroma nasládlého karamelového a zemitého typu. Sacharóza obsažená v kávových zrnech během pražení rychle degraduje, tudíž se vyskytuje v pražené kávě minimálně. Produkty hydrolýzy sacharózy, glukóza a fruktóza, vznikají v průběhu pražení. Tyto redukující cukry se však také rychle odbourávají a jejich výskyt je v pražené kávě nízký. Mezi vysokomolekulární sacharidy řadíme u kávy 3 základní polymery – arabinogalaktan, mannan a celulózu. Dle studií byl obsah mannanu a celulózy podobný jak u kávy arabika, tak u typu robusta. Obsah arabinogalaktanu byl napříč tomu zaznamenán u arabiky nižší než u robusty [11].

1.3.2 Alkaloidy

Alkaloidy jsou látky rostlinného původu, mezi které řadíme zejména kofein a jeho metabolity. Kofein je metylxantinový alkaloid, který je v kávě vázán na kyselinu chlorogenovou. Mezi jeho základní vlastnosti řadíme vliv na centrální nervovou soustavu, kdy potlačuje únavu, ale jen dočasně. Stimuluje také srdeční činnost. Absorbuje se v tenkém střevě a následně se distribuuje krevním řečištěm po celém těle. Při pražení dochází ke snížení obsahu kofeinu v kávovém zrně. K rychlejšímu odbourávání přispívá také kouření. Letální dávka kofeinu se pohybuje okolo 150 mg/kg což odpovídá asi 50–200

šálkům kávy. Mezi další alkaloidy řadíme theofylin, teobromin, paraxantin a mnoho dalších [11, 12].

1.3.3 Kyseliny

Nejdůležitějším zástupcem kyselin v kávě je kyselina chlorogenová. Kyselina chinová se vyskytuje buď volná nebo vázaná na kyselinu chlorogenovou a při pražení dochází k tvorbě stereoisomerů a chinidů. V průběhu pražení dochází ke snížení obsahu kyseliny chlorogenové a dochází tak ke vzniku již zmíněné kyseliny chinové. Dochází také k pyrolýze kyseliny kávové za vzniku fenolických těkavých látek. Další kyselinou, která se nachází v kávovém zrně je kyselina skořicová, která podléhá dekarboxylaci za vzniku vinylfenolů jako například 4–vinylguajakol. Množství 4–vinylfenolů, vytvořených pražením kávových zrn je závislé na obsahu kyseliny chlorogenové, pokud je obsah kyseliny malý, je nízký i výskyt těchto látek [11].

1.3.4 Lipidy

Obsah lipidů se pohybuje v rozmezí 7 až 17 % a liší se v arabice a robustě. V zelené kávě se obsah lipidů v arabice pohybuje okolo 15 %, zatímco v robustě je tento obsah daleko menší, okolo 10 %. Většina lipidů se nachází v endospermu zelených kávových zrn, pouze malé množství se nachází v obalových vrstvách. Kávový olej se skládá převážně z triacylglycerolů s volnými mastnými kyselinami, diterpenalkoholy, steroly a tokoferoly. V důsledku teplené zátěže při pražení kávy dochází k tvorbě aldehydů, které mají vliv na výsledné aroma kávy [13, 14].

1.3.5 Minerální látky

Obsah minerálních látek u zelené kávy se liší v závislosti na typu půdy. Na obsahu závisí též způsob zpracování kávových zrn. Při mokřém zpracování mají zrna nižší obsah minerálů než při suchém typu zpracování. Během pražení nedochází k významným změnám v obsahu minerálních látek, většina prvků je zachována. Káva však není významným zdrojem minerálů, jsou v ní obsaženy v malém množství například sodík, hořčík, draslík či zinek [11, 15, 16].

1.3.6 Kofein

Významnou látkou obsaženou v kávě je především kofein. Jedná se o alkaloid, který působí na nervovou soustavu. Dlouhodobá konzumace vysokých dávek kofeinu může

u citlivých osob vyvolat neklid, podrážděnost, nespavost či nervozitu. V přiměřených dávkách má káva povzbuzující či uklidňující účinek. Vstřebává se v žaludku a tenkém střevě, zvyšuje produkci žaludečních kyselin a zvyšuje krevní tlak. Zvyšuje psychickou aktivitu a snižuje únavu. Obsah kofeinu se u každého druhu kávy liší. Arabika obsahuje až 1,4 % kofeinu a robusta jej obsahuje až dvakrát tolik. Množství kofeinu v kávě určuje mnoho faktorů. Kromě druhu kávy, ovlivní množství kofeinu i způsob přípravy, hrubost mletí, doba louhování apod. Kofein lze v kávových zrnech i upravit, v případě, že jej nechceme či nemůžeme konzumovat vznikla alternativa – bezkofeinová káva. Existují dva využívané způsoby, jak lze odstranit kofein z kávových zrn, oba tyto způsoby mají však negativní vliv na výslednou chuť kávy, U první metody je využita voda a filtr s aktivním uhlíkem. Zelená kávová zrna se nejprve máčí ve vodě a několikrát se promývají, poté dochází k filtraci přes uhlíkové filtry, které kofein absorbují. Druhá metoda využívá jako rozpouštědlo dichlormethan, následně jsou zrna promyta vodou a sušena horkým a studeným vzduchem [1].

1.3.7 Nutriční hodnoty

Dříve byla konzumace kávy spojena s nepříznivým účinkem na zdraví především kvůli obsahu kofeinu, později však byl nepříznivý účinek připisován se skutečností, že vyšší spotřeba kávy může souviset s kouřením a sníženou fyzickou činností. Nejnovější výzkumy naznačily, že konzumace kávy může snížit riziko metabolických poruch a zlepšit zdravotní stav. Příznivé účinky lze připsat antioxidační aktivitě, zejména přítomností polyfenolů, chlorogenových kyselin či melanoidů [1, 26, 40].

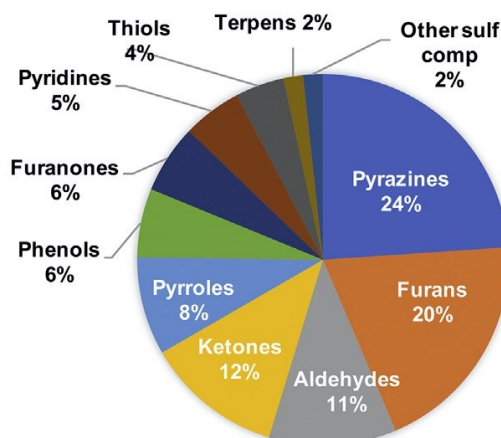
Tabulka 1 Nutriční hodnoty uvedené na 100 g kávového nápoje [USDA]

Nutriční složky	Množství	Minerální látky	Množství
Energie	1 kcal	Vápník	2 mg
Voda	99,4 g	Hořčík	3 mg
Protein	0,12 g	Fosfor	3 mg
Lipidy	0,02 g	Draslík	49 mg
Popel	0,35 g	Sodík	2 mg
Thiamin	Stopové	Zinek	0,02 mg
Riboflavin	Stopové	Mangan	0,023 mg
Niacin	Stopové	Fluorid	0,09 mg
Kyselina pantotenová	Stopové		

2 AROMATICKÉ LÁTKY V KÁVĚ

Chuťové profily kávy jsou dány mnoha parametry. Vše jako odrůda společně se zeměpisnou délkou a šířkou, ale i podnebím a složením půdy má vliv na celkové chemické složení kávy. Na kvalitu kávy má vliv i způsob zpracování a péče zemědělců o samotnou rostlinu. Jedním z nejdůležitějších parametrů je však samotné pražení, při kterém dochází ke vzniku různých těkavých sloučenin, které vnímáme jako kávové aroma [1, 8].

Během procesu pražení dochází zejména k Maillardovým reakcím, při kterých se mění těkavé sloučeniny, které vytváří různé sensorické charakteristiky. Stupněm pražení dále můžeme ovlivnit, jak jednotlivé složky vnímáme. Odhaduje se, že při pražení vzniká více než 900 aromatických těkavých sloučenin, ale my jsme schopni vnímat asi jen okolo 30 složek, které se výrazně podílí na vůni a chuti, kterou v kávě rozeznáváme. Za pražené tóny je zodpovědný např. 2–methylpyridin. Příkladem látek, způsobující ořechové tóny, které můžeme v kávě zaznamenat jsou pyraziny. Při pokročilém stupni pražení může docházet ke karamelizaci sacharidů obsažených v kávových zrnech, což má za následek vznik furanů a furanonů. V dalších fázích pražení může docházet ke Steckerovým degradacím, kdy dochází k rozkladu aminokyselin v aldehydy a tvoří se tak další těkavé sloučeniny produkující aroma. Další látkou, kterou můžeme v kávě zachytit je 3–methylbutanal, který vytváří ovocné a sladké tóny. V důsledku autooxidace mastných kyselin vznikají ketony, které jsou také velmi aromatické. Menší molekuly ketonů, např. diacetyl tvoří máslovou příchut', větší molekuly tvoří ovocné někdy i zatuchlé tóny. Nejen příjemné vůně vznikají pražením. Při dlouhém pražení může vznikat kouřové až popelavé aroma, které je dáno rozkladem fenolických látek a fenolových kyselin [8, 17, 18].



Obrázek 4 Grafické znázornění skupin aromatických látek (procentuální obsah) dle studií kávových nápojů [19]

Mezi nejvíce vyskytující se sloučeniny patří pyraziny, furany, aldehydy, ketony a pyrroly, které představují více než 70 % těkavých látek v kávových nápojích, ačkoliv všechny sloučeniny nejsou přímo spojeny s vnímanou chutí kávy. Některé těkavé sloučeniny včetně thiolů jsou těžko měřitelné, protože jsou nestabilní v důsledku chemických interakcí s jinými složkami kávy ve vodném roztoku, proto může být jejich identifikace omezena specifickými analytickými technikami používanými pro kvantifikaci [19].

2.1 Možnosti stanovení aromatických látek v kávě

Pro stanovení aromatických látek nejen v kávě je nutné vybrat vhodnou metodu extrakce. Metoda nesmí měnit ani nijak upravit profil těkavých látek. Problémem mohou být vyjma zvolené metody často i nedostatečně nízké detekční limity pro stanovení nízkých koncentrací vonných látek. Nejčastěji se využívá analýza pomocí plynové chromatografie spojené s hmotnostní spektrometrií (GC-MS), nebo také olfaktometrií (GC-O), či plynová chromatografie spojená s plamenovou ionizační detekcí (FID). Metoda GC-MS se využívá k identifikaci a kvantifikaci aromatických látek, u kterých však nelze vyhodnotit, zda jsou aromaticky aktivní. Pomocí metody GC-O lze zkoumat jak strukturu vonných látek, tak i aromatickou aktivitu [19, 20, 21].

2.2 Aldehydy

Aldehydy vznikají oxidační degradací aminokyselin při interakcích s cukry za vysokých teplot nebo degradací polyfenolických látek za přítomnosti polyfenikoxidázy. Některé aldehydy jako například hexanal, vznikají autooxidací nenasycených mastných kyselin a rozkladem hydroxperoxidových meziproductů. Vzhledem k vysokému obsahu lipidů a proteinů v zelené kávě, je jejich podíl na vůni značný. Za ovocné a zelené aroma při vaření kávy je spoluzodpovědný acetaldehyd společně s propanalem. Mezi další aldehydy, které můžeme v kávě identifikovat řadíme 2-methylbutanal, 3-methylbutanal, 2-methylpropanal, acetaldehyd, 4-methoxybenzaldehyd či fenylacetaldehyd. Tyto sloučeniny vnímáme v kávě v různých tónech a vůních. Při vaření kávy můžeme zaznamenat čokoládové či sladové aroma. Také zde řadíme žluklou či mandlovou vůni, dále pak ovocné, štiplavé a zemité aroma, nebo také tóny vanilky, citrusů či broskve [8, 22, 23, 24].

2.3 Furany a pyraziny

Jedná se o produkty Maillardových reakcí vznikající tepelnou degradací polymerů D–glukózy a jiných cukrů nebo také tepelnou oxidací lipidů a degradací či rozpadem nukleotidů. Tyto látky jsou považovány za jedny z typických složek zodpovědné za kávové aroma. Furany, které neobsahují síru, jsou obecně spojovány s ořechovými, karamelovými či kouřovými tóny, nebo také květinovými. Na druhou stranu ty, jež obsahují síru, dodávají toustové či česnekové aroma. Mezi furany vyskytující v kávě řadíme například 2,5–dimethylfuran, furfurylmethylether nebo 2–furanmethanolacetát. Pyraziny vznikají komplexními interakcemi mezi aminokyselinami a sacharidy. Alkylpyraziny zastupují klíčovou roli v kávovém aroma, jež připomíná lískové oříšky. Mezi tyto sloučeniny řadíme 2–ethyl–6–methylpyrazin a 2–ethyl–3,5–dimethylpyrazin [8, 24].

2.4 Fenolické sloučeniny

K typické kvalitě chuti kávy s kouřovým nádechem značně přispívají také fenolické sloučeniny. V kávě se vyskytuje nejvíce guajakol, který vzniká tepelnou degradací kyseliny ferulové a se stupněm pražení se jeho obsah zvyšuje. Dále také 4–ethylguajakol a 4–vinylguajakol vznikající v průběhu pražení mají významný vliv na kávové aroma. Obsah fenolických sloučenin je závislý na odrůdě a oblasti pěstování. Většina fenolických sloučenin vzniká tepelnou degradací chlorogenových kyselin, což přímo závisí na obsahu kyseliny chlorogenové v zeleném kávovém zrně. Zelená káva typu robusta obsahuje obvykle vyšší koncentraci kyseliny chlorogenové, což může být užitečné při rozlišování různých typů káv [8, 24].

3 DRUHY A PŘÍPRAVA KÁVOVÝCH NÁPOJŮ

Hlavní využití kávových zrn je zajisté k přípravě nápojů. Tento druh nápoje může být konzumován tak jak je, nebo s přidavkem mléka, cukru, čokolády či alkoholických nápojů apod. Mezi nejčastější druhy kávových nápojů, které můžeme najít téměř v každé kavárně, řadíme například americano, cappuccino, espresso, macchiato, café latte a mnoho dalších. Kávové nápoje mohou být připraveny různými metodami, kterými je můžeme i charakterizovat, jako turecká káva, překapávaná káva, French press, espresso, Cold brew. Důležité jsou ale i jiné klíčové parametry, které ovlivňují konečný chuťový profil jako je tlak, doba louhování, hrubost mletí apod. [6, 25, 26, 27].

Alternativní metody přípravy kávy se v posledních letech značně rozšířily. V dnešní době je možné si připravit skvělou kávu jako z kavárny i v pohodlí domova. Převážně se jedná o dva typy metod – louhované ve vodě a překapávané přes filtr. Louhování přímo ve vodě se liší od překapávané kávy tím, že se látky extrahují do stejného objemu vody, tudíž po čase dojde ke zpomalení extrakce, jelikož voda není schopná pohltit nové látky. Oproti tomu u překapávané kávy dochází k postupnému přidavku vody, čímž je schopna pohlcovat postupně více látek. Mezi metody louhování řadíme např. French press, džezvu nebo Cold brew. Při zalévání kávy vodou překapává vylouhovaný kávový nápoj skrz filtr pomocí gravitace, jedná se např. o chemex nebo V60. Některé metody přípravy jsou kombinací obou metod, kdy nejprve dochází k louhování kávy ve vodě a následně překapávání přes filtr např. aeropress či vakuum pot [1].

3.1 Espresso

V 50. letech minulého století přišli Italové s mnoha vynálezy pro přípravu kávových nápojů. Mezi nejvýznamnější se řadí např. kávovary či mlýnky. Jejich vášeň ke kávě spolu s jejich vynálezy si zamiloval postupně celý svět. Vytvořili základ a přesné parametry pro přípravu espressa. Tento základ se v průběhu let změnil díky modernizaci. Změnil se přístup ke kávě, a tak se změnilo i espresso. Pražírny po celém světě se začali více zajímat, odkud káva, kterou kupují pro své pražení, pochází. Díky globalizaci mohou pražírny nakupovat přímo od farmářů z kávových plantáží [27].

Dříve se espresso pražilo na tmavo a výrobci se snažili docílit univerzální chuti. V dnešní době se více experimentuje s pražením kávy a s tvořením kávových směsí. Díky tomu existuje daleko více možností, jaké může espresso být a jak se ovlivní jeho chuť. Espresso je základem pro přípravu dalších druhů nápojů, jako café latte, cappuccino atd. Je důležité

tedy dodržet správnou přípravu. Šálek bývá naplněn zhruba do poloviny okolo 30 ml. Nápoj má vyrovnanou chuť a obsah kofeinu závisí na druhu kávy, dávce, hrubosti mletí a době louhování. Jedna dávka espressa obsahuje okolo 7-12 g správně namleté kávy. Pro přípravu espressa se nejvíce využívá velice jemná hrubost mletí kávových zrn [1, 8, 9, 27].

Vlivem tlaku a teploty vody má espresso hustší konzistenci, jelikož se jedná o emulzi různých tuků a olejů. Správně připravené espresso má na povrchu krémovou pěnu vysokou několik milimetrů. Pěna by měla být hladká, bez velkých bublinek s krémovou až oříškově hnědou barvou. Chuť a vůni připraveného espressa je ovlivněna i samotným šálkem, do kterého je kávový nápoj připraven. Vhodné jsou porcelánové či silnostěnné šálky, které jsou schopny udržet teplotu. Teplota hraje významnou roli v tvorbě a množství krémové pěny. Dále také tvar šálku je důležitý pro udržení aroma. Nahřátím šálku můžeme zlepšit plnost těla připraveného espressa [9].



Obrázek 5 Typy přípravy espressa – vlevo správné espresso, uprostřed rychlé espresso, vpravo pomalé espresso [9]

3.2 French press

Pro svou jednoduchou přípravu je French press velmi oblíbeným způsobem, jak si dopřát dobrou kávu. Jak už samotný název napovídá, tento způsob pochází z Francie někdy kolem roku 1850. Původně byla nádoba i sítko z kovu, což bylo nepraktické. Za vylepšením vzhledu a funkčnosti French pressu stojí Attilio Calimani, který ve třicátých letech

minulého století zkombinoval sklo s kovem. Nyní se tedy využívá skleněná nádoba s kovovým sítkem, které zachytí zbylou kávovou sedlinu a můžeme tak efektivně kávu slít. Ideální teplota pro přípravu je přibližně 92 °C až 96 °C a doba louhování by neměla přesáhnout 4 minuty, při delší době by docházelo k extrakci tříslovin, které by změnily chuťový profil kávy [9].



Obrázek 6 Druhy French press [36]

3.3 Aeropress

Metoda přípravy pomocí přístroje aeropress je podstatně nová, vynalezena byla až v roce 2005. Aeropress se skládá z několika částí – z pevného plastového válce, pístu a sítka do kterého se vkládá papírový filtr. Příprava kávy je velice snadná a dala by se připodobnit ke kávě z french pressu. Extrakce je velmi rychlá, trvá max. 2 minuty. Navážka jemně mleté kávy se pohybuje v rozmezí 16–20 gramů. Káva se zalívá vodou o teplotě 95 °C a před stláčením pístu je nutné ji dobře promíchat, aby došlo ke smáčení veškeré kávy [1].



Obrázek 7 Aeropress [37]

3.4 Cold brew

Metod, jak připravit ledovou kávu je mnoho. Základem všech je led. U většiny druhů kávových nápojů se využívá příprava espresso. Espresso se smíchá s kostkami ledu a mlékem, např. ledové cappuccino, ledové café latte nebo frappé. Cold brew coffee je typ ledové kávy, která se připravuje úplně jiným způsobem. Jedná se o ledovou kávu, která vyžaduje jistou trpělivost. Pro její extrakci je třeba 12–24 hodin. Při této přípravě je velice důležitý nejen čas louhování, ale i správná hrubost mletí hraje významnou roli v extrakci. S tímto druhem přípravy lze dobře experimentovat. Může se prodloužit doba extrakce nebo upravit gramáž či vyzkoušet různé směsi a délky pražení. Nápoj se podává s ledem, může být přidáno i mléko a sladidlo [1, 8].



Obrázek 8 Různé možnosti přípravy cold brew [38]

4 METODY STANOVENÍ PROFILU KÁV

4.1 Stanovení antioxidační aktivity v kávě

Antioxidační aktivitu charakterizujeme jako schopnost eliminovat volné radikály v těle. Tyto látky působí v těle převážně negativně. V trávicím traktu dochází k různým změnám a úpravám látek pomocí metabolických drah. Míra vstřebávání látek ovlivňuje antioxidační účinek. Existují dva nejčastější typy radikálů, které působí v těle negativně, a to zejména reaktivní kyslíkové radikály a dusíkové radikály. Oba tyto radikály mohou mít vliv na funkci a využití sloučenin jako jsou lipidy, bílkoviny a nukleové kyseliny. V takovém případě může docházet k pozměňování struktur těchto molekul. Důsledkem změny buněčných struktur, může docházet k poškození tkání, orgánů a tudíž i k nesprávné funkci celého organismu. Tělo není schopno volné radikály samo eliminovat, a tak je zapotřebí předcházet jejich vzniku předcházet konzumací antioxidačních látek, které se vyskytují převážně v rostlinné potravě. Jde o potraviny obsahující vyšší množství vitamínu C a E, ale také potraviny obsahující karotenoidy. Mezi další příklady látek s antioxidační schopností řadíme polyfenolické sloučeniny, např. flavonoidy nebo katechiny, ale také jiné fenolické sloučeniny. Dobrým zdrojem antioxidantů je např. ovoce, zelenina, léčivé a aromatické byliny a jejich extrakty, rostliny, mezi které řadíme i kávu [22, 28].

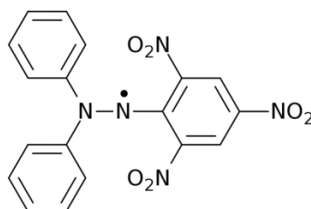
4.1.1 Metody využívané pro stanovení antioxidační aktivity

Celková antioxidační aktivita není závislá jen na obsahu a složení fenolických sloučenin, ale důležitý je také obsah dalších přítomných antioxidantů. Antioxidanty jsou důležité skrze svou schopnost vychytávat a vázat volné radikály, čehož se využívá i při stanovovacích metodách. Pro stanovení polyfenolických látek, se využívá metod stanovení jednotlivých látek či stanovení skupiny látek se společnými vlastnostmi. Metod stanovení těchto látek je mnoho, mezi základní metodu stanovení polyfenolů se řadí vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC). Další možností je papírová chromatografie či chromatografie na tenké vrstvě (TLC) [29, 30, 31].

4.1.2 Metoda využívající DPPH

Metoda využívající 1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl (DPPH), je považována za jednu ze základních metod a spočívá v reakci testované antioxidační látky s činidlem, což je stabilní volný radikál. Kvůli své struktuře má DPPH možnost přijímat atom vodíku. Při reakci dochází k redukci volného radikálu a vzniká tak DPPH-H

(difenylpikrylhydrazin). Tuto reakci je možné nejčastěji sledovat pomocí spektrofotometrického stanovení při vlnové délce 515 nm, kdy je sledován pokles absorbance. U výrazně barevných vzorků se doporučuje využití metody detekce pomocí HPLC, u které nedochází k zabarvení směsi a hodnotí se pík radikálu DPPH [28, 32].



Obrázek 9 DPPH (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl) [39]

4.1.3 Metoda stanovení celkového obsahu polyfenolů Folin-Ciocalteuovým činidlem

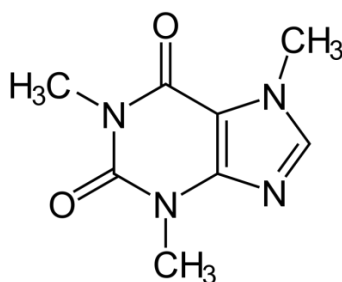
Fenolické látky jsou řazeny do skupiny antioxidantů. Tyto látky jsou vytvářeny rostlinami především jako sekundární metabolity pro zajištění obrany. Může se jednat o látky s fungicidním, baktericidním či virocidním účinkem [30].

Polyfenolické látky jsou spoluzodpovědné za antioxidační účinek. Nejčastější metodou stanovení jejich obsahu je metoda Folin–Ciocalteu, spočívající v chemické reakci, pomocí silných anorganických oxidačních činidel např. kyselina fosfowolframová a fosfomolybdenová, pomocí nichž dochází k oxidaci redukovaných molekul a vzniká modré zbarvení, na které lze aplikovat spektrofotometrickou metodu stanovení obsahu. Tuto metodu však mohou ovlivňovat nefenolické látky např. cukry, organické kyseliny či některé aminy. Dále lze využít metody hmotnostní spektrometrie či vysokoúčinná kapalinová chromatografie, které lze využít pro stanovení jednotlivých fenolických sloučenin [23, 29, 30].

4.2 Metoda stanovení obsahu kofeinu pomocí HPLC

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie je jednou ze základních separačních metod, které jsou využívány při stanovení obsahu kofeinu. Tato metoda je založena na separaci složek na základě jejich distribuce mezi mobilní a stacionární fází. Jakmile dojde k průchodu analytů separační kolonou, analyty jsou detekovány na detektoru, jehož výstupem je grafický záznam retenčních časů. Na chromatogramu se hodnotí plocha píku v určitém retenčním čase, kterou je možno přepočítat na obsah kofeinu na základě

kalibrační křivky. Hlavní předností HPLC je vysoká účinnost a opakovatelnost. Vysokou účinná kapalinová chromatografie se ukázala jako účinná pro identifikaci a kvantifikaci přítomných látek v kávě. Pomocí této metody lze kvantifikovat trigonelin, melanoidy, kyselinu chlorogenovou, či ji lze využít i pro stanovení výskytu ochratoxinu A v kávových zrnech [33].



Obrázek 10 Strukturální vzorec kofeinu [41]

4.3 Stanovení aromatických látek pomocí GC-MS

Plynová chromatografie (GC) je separační metoda založená na mechanismu adsorpce, rozdělování nebo vylučování. Závisí na rozdílu v distribuci látek mezi dvě nemísitelné fáze. V koloně je umístěna stacionární fáze, kterou či podél níž se pohybuje nosný plyn jakožto mobilní fáze. GC je použitelná pro sloučeniny či jejich deriváty za předpokladu možnosti převedení do plynné fáze za stanovených teplot [34].

Hmotnostní spektrometrie (MS) je metoda založená na měření hodnoty poměru hmotnosti a počtu kladných či záporných elementárních nábojů iontů v plynné fázi, které byly získány po ionizaci analyzovaného vzorku. Ve výsledném hmotnostním spektru je vyneseno relativní nadbytek různých druhů přítomných iontů jakožto funkce poměru (m/z). Každý iont má určitý signál, který je reprezentován několika píky odpovídající statistickému zastoupení jednotlivých izotopů daného iontu. Izotopický profil je dán charakteristickým souborem izotopických píků. Informace získané pomocí MS jsou buď kvalitativní nebo kvantitativní. Mezi kvalitativní řadíme určení molekulové hmotnosti či informace o struktuře fragmentovaných iontů. Kvantitativní informace lze získat za použití vnitřních nebo vnějších standardů [34].

Pro GC-MS platí, že při použití vhodných kapilárních kolon je možné konec kolony umístit přímo do prostoru iontového zdroje bez nutnosti využití separátoru nosného plynu. U vzorků je tedy možné provést obě detekce současně [34].

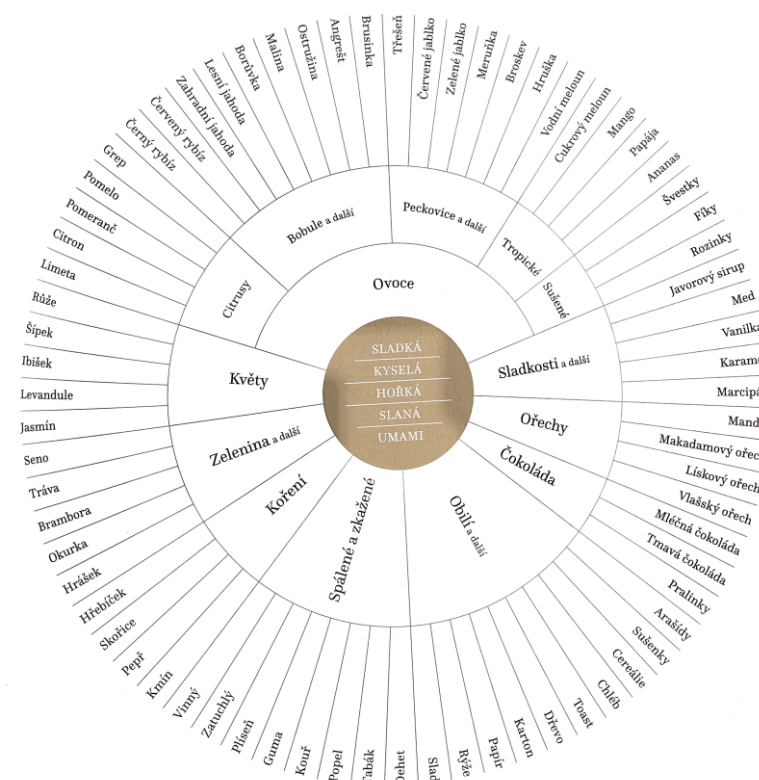
4.4 Stanovení velikosti částic pomocí sítové analýzy

Velikost částic je rozměrová vlastnost, která je důležitá nejen pro tokové vlastnosti materiálu, ale také z hlediska technologických vlastností při procesu mletí, homogenizaci, granulaci či tabletování. Velikost a tvar částic je také důležitý pro požadovaný druh extrakce. Síťová analýza je jednou ze základních a běžně využívaných metod díky které můžeme stanovit velikost částic daného vzorku. Existuje několik variant síťovacích přístrojů. Principem všech jsou síta s oky o různém průměru. Při využití patrového síťovacího přístroje se jednotlivá patra skládají dle velikostí ok od nejmenšího po největší ve směru zespodu nahoru. Pomocí vibrací dochází postupně k propadávání jednotlivých částic a jejich zachycení na každém patře dle průměru dané částice [35].

5 SENZORICKÁ ANALÝZA

Člověk vnímá asi okolo 30 aromatických těkavých sloučenin, které se podílí na vnímání chuti a vůně, které jsme schopni v kávě rozeznat. Je nutné, aby se docílilo vyvážení jednotlivých sloučenin v kávě, aby byl zážitek příjemný a specifický pro daný typ kávy [1].

PŘEHLED CHUTÍ A VŮNÍ
KÁVOVÉHO SVĚTA



Obrázek 11 Přehled aroma a chutí využívané při sensorickém hodnocení kávy [1]

5.1 Cupping aneb sensorické hodnocení kávy

Před výběrem zelené kávy každá pražírna provede několik degustací, než si vybere druh kávy, se kterou bude dále pracovat. Totéž platí i pro jednotlivé kavárny, které nakupují kávu z pražírny. Některé podniky také využívají formu cuppingu jakožto zážitkovou degustaci pro zákazníky [9].

Pro přípravu sensorického hodnocení kávy je důležité nejprve dodržet několik zásad. Optimální poměr kávy je 8,25 gramů na 150 ml vody. Vzorek by měl být rozemlet těsně před degustací. Ne více než 15 minut před macerací ve vodě. Pokud to není možné, vzorky by měly být zakryty a příprava kávového nápoje by neměla začít později než 30 minut po

namletí zrn. Vzorky by měly být váženy před mletím v celých kávových zrnech, navážka by měla být předem upravena pro odpovídající objem tekutiny v šálku. Hrubost mletí by měla být spíše hrubší, podobně jako u přípravy french press. Voda použitá pro maceraci by měla být čistá a bez zápachu, neměla by být destilovaná či změkčovaná. V okamžiku zalévání kávy by měla být teplota vody 93 °C (teplotu vody je třeba přizpůsobit nadmořské výšce při přípravě). Při zalévání vodou je důležité zkontrolovat, aby došlo ke smáčení veškeré namleté kávy. Macerace by měla probíhat minimálně 3–5 minut před vyhodnocováním [9, 36].

Senzorické hodnocení se provádí ze 3 důvodů – k určení skutečných sensorických rozdílů mezi vzorky, popsání chutě vzorků a k určení preferencí. Kvalita jednotlivých chuťových atributů je posuzována a následně zapsána do protokolu. Vzorky jsou hodnoceny na dané stupnici, což nám dává možnost porovnání výsledků. Kávy s vyšším hodnocením by měly odpovídat vysoké kvalitě [9,36].

Cupping pomáhá zaznamenat důležité chuťové a aromatické atributy kávy. Zejména se jedná o aroma, chuť, dochuť, dále pak kyselost a tělo, rovnováha a jednotnost, čistý pohár. Dále také sladkost a případně vady a v neposlední řadě celkový dojem. Celkové hodnocení závisí na zkušenosti hodnotitele. Nejčastěji se využívá k hodnocení protokol od Specialty Coffee Association of America (SCAA) [36].

Konečné hodnocení vychází ze součtu hodnocení jednotlivých atributů. Vady se od celkového hodnocení odečítají, čímž dospějeme k finálnímu hodnocení. Kvalita kávy se dle konečného hodnocení hodnotí dle tabulky od <80.0 po 100 bodů [36].

Total Score Quality Classification		
90-100	Outstanding	Specialty
85-89.99	Excellent	
80-84.99	Very Good	
< 80.0	Below Specialty Quality	Not Specialty

Obrázek 12 Tabulka vyhodnocování kvality kávy dle celkového skóre při sensorickém hodnocení dle SCAA [36]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo sledování vlivu způsobu přípravy na aromatický profil různých druhů výběrových káv. Aromatické látky byly stanoveny pomocí plynové chromatografie s hmotnostní spektrometrií. Výsledky byly srovnány se sensorickým hodnocením. Dále pro komplexnost práce byly sledovány i vybrané fyzikálně chemické parametry jakožto antioxidační aktivita, celkový obsah polyfenolických látek, obsah kofeinu metodou HPLC, a nakonec stanovení velikosti částic pomocí sítové analýzy.

7 METODIKA

7.1 Vzorky káv

Ve spolupráci s pražírnou ve Zlíně, bylo vybráno a zakoupeno pět vzorků káv. Vzorky kávy byly upražené přímo pražírnou přesně tak, jak má zákazník možnost si je zakoupit. Vybrány byly dle pražírny doporučených způsobů přípravy každého druhu kávy, vzhledem k vytypovaným způsobům příprav, které byly zvoleny jako nejběžnější přípravy, které lze využít i doma.

Tabulka 2 Vybrané vzorky výběrové kávy arabika

Druh kávy	Metoda zpracování	Oblast pěstování (m. n. m.)	Stupeň a datum pražení	Chuťový profil
Brazil Cascavel Verde	suchá	800–1000	2 - světle 6.11.2022	citrusy, květiny, broskve
Columbia Excelso Medellin	mokrá	1600	3 - středně 5.11.2022	čokoládová, meruňka, vanilka, třešeň
Ethiopia Boji Kochere	suchá	2100–2300	2 - světle 5.11.2022	maliny, meruňky, květiny
Guatemala Huehuetenango	mokrá	1780	4 - tmavě 6.11.2022	kakao, skořice, mandle
Nicaragua Nueva Segovia	mokrá	1200	3 - středně 6.11.2022	čokoláda, buráky, koření

7.2 Měřicí přístroje a vybavení

Pro přípravu vzorků a jejich následnou analýzu bylo použito vybavení:

- ruční mlýnek na zrnkovou kávu značky Tescoma (hrubost mletí 1-6)
- kuchyňské váhy značky SILVERCREST
- analytické váhy značky Mettler Analytical balance AE 240 (Metler–Toledo AG, Švýcarsko)
- malý pákový kávovar KRUPS Calvi XP 3440 (tlak 15 barů)
- aeropress značky Aerobie
- french press značky Tescoma
- stříkačkové filtry Syringe Filtres o velikosti pórů 0,22 μm (Chromservis)
- laboratorní sklo
- síťový analyzátor Fritsch Vibratory Analysette 3 (Německo)
- UV/VIS spektrofotometr značky CECIL, CE 1021/1000SERIES (Velká Británie)
- HPLC Dionex Ultimate 3000 (Kalifornie, USA)

7.3 Chemikálie

Pro analýzy byly použity následující chemikálie:

- DPPH – 2,2-difenyl-1-picrylhydrazyl (Sigma-Aldrich, š.STBH7296)
- Methanol (Sigma-Aldrich, $\geq 99,9\%$)
- Folin – Ciocalteu roztok (Penta, š.2006031219V)
- Uhličitan sodný (Lach:ner, š. 3212451)
- Chloroform (Penta, š. 2408080819)
- n-Hexan (Sigma-Aldrich, š. STBB4930)

7.4 Příprava jednotlivých vzorků kávy

Pro jednotlivá stanovení vzorků byly vybrány čtyři metody extrakce kávy. Byly vybrány nejpoužívanější metody přípravy. Zrna byla pomleta ručním mlýnkem o různé hrubosti mletí, dle požadavků pro každý způsob přípravy a dle doporučení výrobcem mlýnku, který byl použit.

Pro přípravu vzorků byla nejprve použita metoda Cold brew, kdy byla káva namleta pomocí ručního mlýnku na nejvyšší možnou hrubost zrn. Následně bylo naváženo 25 g vzorku kávy a přidáno 250 ml pitné vody o pokojové teplotě. Poté co se vše řádně promíchalo byly takto připravené vzorky uloženy do lednice a ponechány 24 hodin při 5 °C macerovat. Nakonec byly vzorky zfiltrvány pomocí V60.

Dále bylo připraveno dvojité espresso, při níž byl využit malý pákový kávovar značky KRUPS, bylo připraveno 50 ml nápoje za použití 7 g kávy pomleté na nejmenší možnou hrubost. Teplota vody dosahovala okolo 90 °C při tlaku 15 barů.

Mezi další typ přípravy kávového nápoje byl vybrán French press, kdy bylo naváženo 15 g hruběji namletých kávových zrn (stupeň 5), ke kterým bylo přidáno 250 ml pitné vody o teplotě 93°C. Doba extrakce byla 3 min., poté došlo ke stlačení lógru pomocí pístu se sítkem a káva byla přelita do uchovávací skleněné nádoby.

Pro poslední přípravu byl využit aeropress značky Aerobie. Bylo naváženo 18 g vzorku kávy namleto na hrubost stupeň 4 a přidáno 250 ml pitné vody o teplotě okolo 93°C. Po přidání vody došlo k promíchání po dobu 10 s, poté došlo k pomalému stlačení pístu po dobu 30–45 s.

7.5 Stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH

Základní metodou stanovení antioxidační aktivity je spektrofotometrické stanovení, využívající reakci vzorku s DPPH. Tato chemická reakce je doprovázena modrým zbarvením. DPPH je stabilní volný radikál, při chemické reakci dochází k jeho redukci. Je sledován pokles absorbance. Pomocí výsledné absorbance byla zjištěna hodnota inaktivace radikálu DPPH [42].

Hodnota inaktivace I [%] vypočtena ze vztahu (1):

$$I = \frac{K-A}{K} \cdot 100 \quad (1)$$

K – absorbance kontrolního vzorku při vlnové délce 517 nm

A – absorbance extraktu jednotlivých vzorků při vlnové délce 517 nm

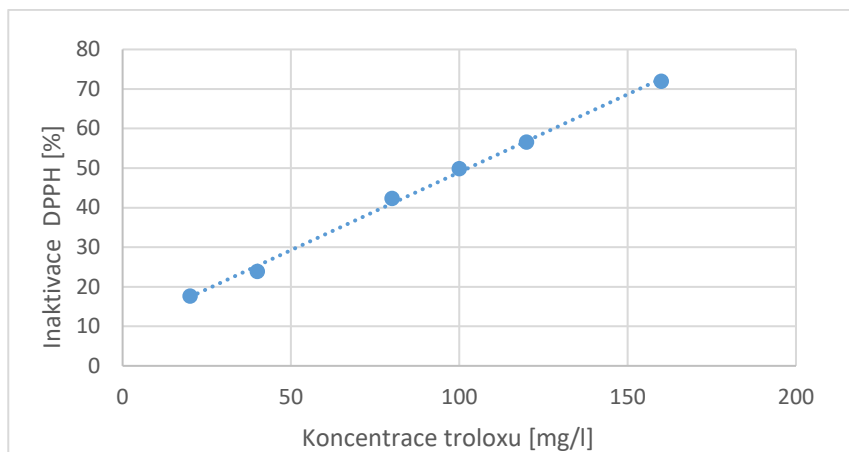
Z hodnot inaktivace byla vypočtena antioxidační aktivita (AA) vzorků pomocí rovnice lineární regrese kalibrační křivky TROLOXU, a byla vyjádřena jako ekvivalent TEAC v miligramech na litr vzorku.

Pracovní postup

Pro stanovení antioxidační aktivity byl připraven zásobní roztok 2,2–difenyl–1–picrylhydrazyl, který byl rozpuštěn ve 100 ml methanolu pro dosažení koncentrace $6 \cdot 10^{-5}$ mol/l. Jednotlivé vzorky výběrové kávy byly přefiltrovány přes stříkačkový filtr o velikosti pórů 0,22 μ m. Z každého vzorku kávy bylo po filtraci odebráno 0,2 ml a smícháno s 10 ml zásobního roztoku radikálu DPPH. U vzorků byla následně měřena absorbance v čase 0; 15; 30; 45 a 60 minut, při vlnové délce 515 nm proti slepému vzorku – methanolu. Vzorky byly ponechány v průběhu měření ve tmě. Po skončení analýzy byl vypočteny hodnoty inaktivace a přepočteny na výslednou antioxidační aktivitu.

7.5.1 Kalibrační křivka TROLOXU

Pro výpočet antioxidační aktivity byla vytvořena kalibrační řada troloxu. Byl připraven zásobní roztok troloxu rozpuštěním v methanolu pro dosažení výsledné koncentrace 200 mg/l. Následně byla ze zásobního roztoku troloxu připravena kalibrační řada o zvolených koncentracích 20; 40; 80; 100; 120 a 160 mg/l v objemu 10 ml. Po vytvoření kalibrační řady bylo z každé připravené koncentrace odebráno 450 μ l a smícháno s 8,55 ml připraveného zásobního roztoku radikálu DPPH o koncentraci $6 \cdot 10^{-5}$ mol/l. Jednotlivé kalibrační body byly proměřeny při vlnové délce 515 nm proti slepému vzorku – methanolu v čase 60 minut. Z výsledné absorbance byla vypočtena inaktivace DPPH dle vztahu (2) v závislosti na koncentraci troloxu.



Graf č. 1 Kalibrační přímka inaktivace radikálu DPPH na trolox

Rovnice lineární regrese kalibrační přímky troloxu:

$$y = 0,3942x + 9,5343 \quad (2)$$

y – hodnota inaktivace DPPH [%]

x – koncentrace troloxu c [mg/ml]

Hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,9977$

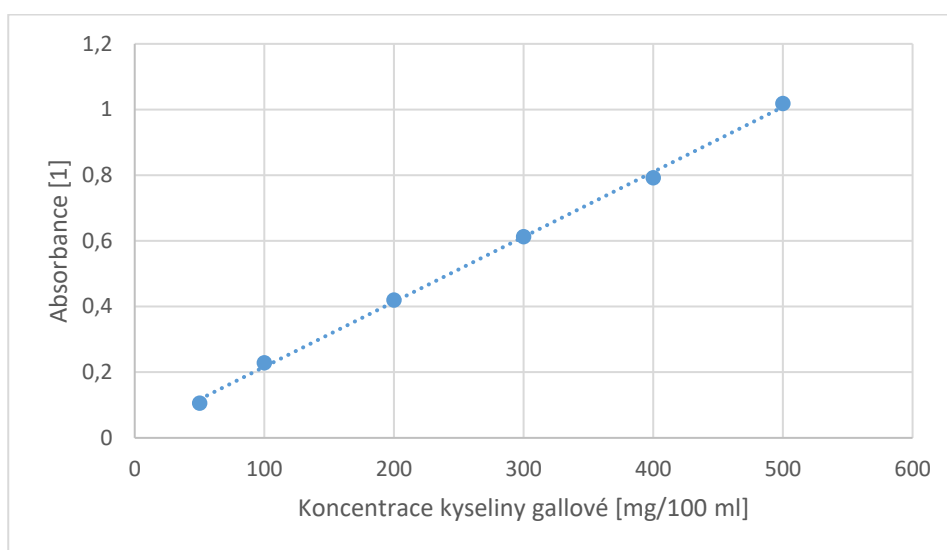
7.6 Stanovení celkového obsahu polyfenolů metodou Folin–Ciocalteu

Polyfenoly jsou chemické sloučeniny, které jsou spoluzodpovědné za antioxidační účinek. Pro stanovení jejich obsahu se využívá metoda, při které se používá Folin-Ciocalteuova činidlo. Pomocí silných anorganických oxidačních činidel jako jsou kyselina fosfowolframová a fosfomolybdenová, dochází k oxidaci redukovaných molekul. Při použití těchto činidel dochází k reakci za vzniku modrého zbarvení vzorku. Tento úkaz je způsoben oxidačně-redukční reakcí. Pomocí spektrofotometrické metody lze následně stanovit koncentrace fenolických látek, a to při vlnové délce 730 nm. Vzorky většinou obsahují značné množství různých fenolických sloučenin, proto se využívá vyjádření radikálové aktivity jako celkový obsah a ten se vztahuje k jedné sloučenině, jako ekvivalent kyseliny gallové [23, 29, 30].

Pracovní postup

Nejprve byla stanovena kalibrační řada kyseliny gallové, pro níž byl připraven zásobní roztok rozpuštěním 0,5 g kyseliny gallové v ethanolovodném roztoku v objemu 100 ml. Ze zásobního roztoku byl ředěním připraven roztok o koncentraci 50 mg/100 ml. Z takto připraveného roztoku byla připravena kalibrační řada o koncentracích 50; 100; 200; 300;

400 a 500 mg/l. Pro sestavení jednotlivých bodů kalibrační křivky byl ze zásobního roztoku pipetován daný objem dle požadované koncentrace roztoku kyseliny gallové do 50 ml odměrné baňky. Do všech odměrných baněk bylo následně přidáno 20 ml destilované vody a 1 ml Folin–Ciocalteu činidla. Po 3 minutách bylo přidáno 5 ml 20 % roztoku Na_2CO_3 a doplněno destilovanou vodou po rysku. Po 30 minutách byla měřena absorbance při vlnové délce 764 nm v 10 mm kyvetě proti slepému vzorku. Nakonec byla sestavena kalibrační křivka závislosti absorbance na koncentraci kyseliny gallové podle vztahu (3).



Graf č. 2 Kalibrační řada kyseliny gallové

Rovnice lineární regrese z kalibrační přímky kyseliny gallové:

$$y = 0,002x + 0,0185 \quad (3)$$

y - absorbance [1]

x - koncentrace kyseliny gallové [mg/100 ml]

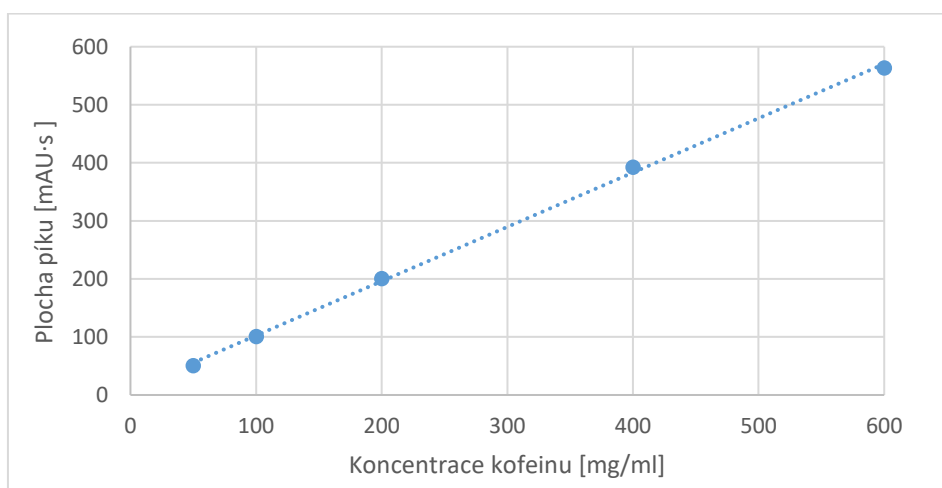
Hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,9987$

Před samotným měřením byla káva přefiltrována pomocí stříkačkových filtrů o velikosti pórů 0,22 μm a z důvodu vysoké koncentrace připravených vzorků bylo provedeno ředění. Z upravených vzorků kávy bylo odebráno 100 μl a smícháno s 300 μl Folin–Ciocalteu činidla. Po 3 minutách bylo do zreagované směsi přidáno 500 μl 14% Na_2CO_3 a 4 ml destilované vody. Následně byly vzorky ponechány po dobu 60 minut v temnotě.

Slepý vzorek byl souběžně připraven smícháním 4,1 ml destilované vody, 0,3 ml Folin–Ciocalteu činidla a 0,5 ml 14% Na₂CO₃. Po uplynutí času byla měřena absorbance při vlnové délce 764 nm proti slepému vzorku.

7.7 Stanovení obsahu kofeinu pomocí HPLC

Pro stanovení obsahu kofeinu ve vybraných vzorcích kávy a za použití různých druhů extrakce, byla použita metoda vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC). Na základě retenčních časů analytů vycházejících z kolony byla výsledkem eluční křivka. Následně byla zjištěna plocha píku, jenž má stejný retenční čas jako zvolený standard kofeinu. Pomocí rovnice lineární regrese kalibrační přímky kofeinu (4) a zjištěné plochy píku byl vypočten obsah kofeinu jednotlivých vzorků výběrové kávy připravené různým způsobem.



Obrázek 13 Kalibrační křivka kofeinu

Rovnice lineární regrese kalibrační přímky kofeinu:

$$y = 0,9358x + 8,822 \quad (4)$$

y – plocha píku [mAU·s]

x – koncentrace kofeinu [mg/ml]

Hodnota spolehlivosti $R^2 = 0,9990$

Pracovní postup

Pro vytvoření kalibrační křivky byl použit zásobní roztok standardu kofeinu o koncentraci 4,5 mg/ml. Následně byla vytvořena kalibrační řada postupným odběrem daných objemů ze zásobního roztoku v rozmezí koncentrací od 50 mg/ml do 600 mg/ml. Z výsledných

hodnot píků a koncentrací kofeinu, byla sestavena kalibrační přímka kofeinu a zjištěna rovnice lineární regrese pro výpočet obsahu kofeinu.

Jednotlivé vzorky vybrané výběrové kávy byly připraveny zvolenými způsoby příprav a následně přefiltrovány přes stříkačkové filtry do vialek o objemu 3 ml. Vialky byly následně postupně vkládány do přístroje HPLC. Kolona byla vytemperována na 25 °C, jako mobilní fáze byl zvolen roztok kyseliny fosforečné o koncentraci 0,05%. Objem nástřiku byl 10 µl a průtok se pohyboval v rozmezí 0,5 ml/min. až 0,8 ml/min. Analýza jednotlivých vzorků trvala 54 minut.

7.8 Stanovení velikosti částic

Stanovení velikosti částic je jednou z nejběžnějších, nejrychlejších, a tudíž i nejpoužívanějších metod. Toto stanovení spočívá v rozdělení částic na síťovacím přístroji do jednotlivých pater, kdy každé patro má definovaný rozměr ok, tudíž ním propadne jen částice o určité velikosti. Síta jsou uspořádány sestupně čili největší částice zůstávají na horním sítu a postupně se částice třídí až na spod kde nám zůstávají částice o nejmenším poloměru. Pro prosévání částic se využívá vibrační přístroje.

Pracovní postup

Pro tuto síťovou analýzu byly vybrány síta o průměru velikosti ok – 0,9 mm, 0,71 mm, 0,56 mm, 0,45 mm, 0,32 mm, 0,22 mm, 0,16 mm, 0,125 mm a 0,045 mm. Síta byla sestavena od největších průměrů ok sestupně po nejmenší. Na horní frakci byla nasypána pomletá káva dle typu způsobu přípravy. Doba vibrační jednotlivých vzorků byla 15 minut. Po uplynutí času byl obsah sít sesypán a zvážen.

Střední prosevný průměr je střední velikost zrn v jedné frakci, zachycené mezi síty s velikostí ok b_i a b_{i-1} , a vyjadřuje se jako průměr koule, rovný geometrickému středu délky stran sousedních sít. Je-li poměr $b_{i-1}/b_i < 2$, používá se prostého aritmetického středu (průměru) světlosti ok dvou sít, mezi nimiž zůstaly částice zachyceny [43]:

$$d_i = \frac{(b_{i-1} + b_i)}{2} \quad (5)$$

7.9 Stanovení aromatických látek pomocí GC–MS u vzorků výběrové kávy

Do standardních nádobek pro headspace analýzu byly připraveny 2 ml chloroformu a n-hexanu, do kterého byly vyextrahovány látky ze vzorků připraveného roztoku vybrané výběrové kávy připravené různým způsobem. Plynově chromatografická separace byla provedena na přístroji Agilent 7820A (Agilent, Palo Alto, USA) s kapilární kolonou (30 m x 250 μm x 0,25 μm) a teplotním programem 40 °C – 10 min; 150 °C – 33 min; 200 °C – 53 min. Délka analýzy byla 53 minut a maximální dosažená teplota byla 200 °C, nástřik byl 1 μl s průtokem kolonou 1 ml/ min a teplota nástřiku byla 40 °C. Jako nosný plyn bylo použito helium. Pro detekci byl použit hmotnostní spektrometr Agilent 5975 s knihovnou spekter NIST MS Search 2.0 [44].

Pracovní postup

Pro extrakci organických a anorganických látek z jednotlivých vzorků káv připravených různým způsobem, byla použita dvě rozpouštědla – chloroform a n-hexan. Pro měření byly vybrány dvě ze čtyř typů příprav. Byla vybrána metoda přípravy vzorku cold brew a french press. Výběr způsobu přípravy pro měření byl založen na podobnosti předchozích výsledků měření jednotlivých příprav. Podobné hodnoty vykazovaly vzorky káv připravených způsobem cold brew a espresso, dále pak vzorky připravené metodou french press a aeropress.

Jednotlivé vzorky byly před měřením na GC-MS upraveny, bylo vždy smícháno 10 ml vzorku a 10 ml rozpouštědla. Vše se důkladně protřepalo v dělicí nálevce a rozpouštědlo bylo separováno od vodného vzorku. Následně byl takto upravený vzorek ještě přefiltrován přes stříkačkový filtr o velikosti pórů 0,22 μm do vialky.

7.10 Senzorické hodnocení vzorků výběrové kávy

Vůně a aroma kávy úzce souvisí s chutí připraveného nápoje a je jedním z nejdůležitějších atributů spotřebitele při výběru kávy. Nejprve dochází k čichovému impulzu, který je následován chuťovým vjemem, čímž mozek dostává informace o chemickém složení dané kávy a intenzitě jednotlivých složek. Aroma je spíše udáváno aromatickými a těkavými látkami, kdežto chuť rozeznáváme zejména z rozpuštěných látek v kapalině. Některé čichové receptory jsou ukryty i v dutině ústní, proto se při degustaci využívá srkání kávy místo polykání jednotlivých loků. Při srkání je káva rozprostřena po celé dutině ústní, čímž

jsme schopni v jednu chvíli vnímat všechny chutě najednou. Mezi základní chutě, které rozeznáváme řadíme sladkou, slanou, hořkou, kyselou a umami. Nejprve při degustaci je určeno, zda se jedná o příjemnou či nepříjemnou chuť. Mezi pozitivní základní chutě řadíme kyselé a sladké tóny kávy. Mezi nepříjemné chutě řadíme trpký až svíravý pocit v ústech. Následně degustátor vnímá ostatní chutě a vůně a jejich vyváženost [1].

Pro degustaci je základním měřítkem kyselost vzorku. Při degustaci je ochutnáván jeden vzorek i vícekrát, jelikož se acidita v průběhu, kdy káva postupně chladne mění. Dále se hodnotí tzv. tělo kávy, kdy se jedná plnou, hutnou, těžkou a bohatou chuť či naopak o slabou a jemnou. Nakonec se hodnotí i dochuť, což je pojem, který udává jako pocit v ústech po ochutnání kávy. Může být slabá a jemná, ale velmi příjemná, či hořká a hrubá chuť, která zůstává v ústech dlouho [36]

Před degustací je důležité dodržet několik základních pravidel – alespoň hodinu před degustací nejíst, nekouřit, nepít slazené či alkoholické nápoje.

Pracovní postup

Senzorická analýza vybraných vzorků výběrové kávy připravených různým způsobem byla sestavena z preferenčního testu a z hodnocení vybraných parametrů chuti a aroma. Vybraným 8 hodnotitelům (3 muži, 5 žen) ve věku 19–30 let bylo postupně předloženo 5 vybraných vzorků výběrové kávy připravené 4 druhy příprav – espresso, french press, aeropress a cold brew. Hodnotitelé byly přes samotným hodnocením poučeni o základních pravidlech, které je třeba dodržet před senzorickým hodnocením.

Nejprve hodnotitelé zaznamenávali intenzitu vůně přepraveného šálku kávového nápoje. Následně charakterizovali základní chuť a vůni kávy – květinová, ovocná (citrusová), bylinná, ořechová, karamelová, čokoládová či kořeněná. Dále byla vyhodnocena intenzita chutí, kdy byla hodnocena hořkost, kyselost, sladkost, trpkost a plnost jednotlivých šálků kávového nápoje.

Vzorky byly připraveny těsně před degustací, vyjma cold brew, které bylo připraveno 24 hodin před začátkem senzorického hodnocení. Vzorky kávy byly podávány v bílých kelímcích o objemu 2 dcl. Tento objem byl zvolen z důvodu velkého množství hodnocených vzorků a náročnosti na samotné hodnocení. Každý šálek byl očíslován, aby hodnotitelé mohli provést preferenční zkoušku a degustovat vzorky v libovolném pořadí.

Nejprve hodnotitelé hodnotili vzorky připravené způsobem přípravy french press, následně aeropress, cold brew a na závěr bylo hodnoceno espresso. Jako neutralizátor byla

předložena pitná voda. Mezi jednotlivými přípravami byla malá pauza, kdy hodnotitelé opět měli doporučeno nekonzumovat žádné jídlo a pití vyjma čisté vody.

Při vyhodnocování sensorické analýzy byl použit Friedmanův test, který se využívá při vyhodnocování pořadové zkoušky v sensorické analýze. U pořadové zkoušky hodnotitelé seřazují jednotlivé vzorky dle intenzity sledovaného znaku, či dle preference jednotlivého vzorku. Friedmanův test bývá využíván k ověření shody sledovaného znaku u jednotlivých vzorků na základě R závislých výběrů se stejným rozsahem a n jednotek. Tento test spočívá v tom, že každý z n posuzovatelů posuzuje rozdílnost sledovaného znaku R vzorků prostřednictvím stanoveného pořadí od 1 do R . Při zjištění významného rozdílu jednotlivých vzorků byla dále použita Nemenyiho metoda vícenásobného párového porovnání.

7.11 Anova

Metoda statistické analýzy rozptylu, která slouží k ověření vztahu mezi závislými a nezávislými proměnnými. Využívá se zejména při vyhodnocování experimentálních dat. Za předpokladu, že se jedná o více různých analýz mluvíme o více faktorové analýze rozptylu. Pro statistické hodnocení byla stanovena pravděpodobnost nutné analýzy (p), jedná se o předpoklad rozdílů souvislosti s chybami měření. Tyto změny podmínek a chyb měření byly určeny na hladině významnosti α 5 %. Dále byla stanovena kritická hodnota Fisherova rozdělení (F) a získaná hodnota Fisherova rozdělení (F'). V případě, že hodnota F' (získaná) nabývá vyšších hodnot než F (kritická), je patrné, že naměřené hodnoty vykazují statisticky významné rozdíly [54].

8 VÝSLEDKY A DISKUZE

8.1 Stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH

8.1.1 Inaktivace činidla DPPH

Vybrané vzorky výběrové kávy byly podrobeny spektrofotometrickému měření při vlnové délce 517 nm v čase 0 až 60 min. Výsledné hodnoty absorbance jednotlivých vzorků byly zaznamenány v čase a následně sloužily pro výpočet hodnot inaktivace DPPH viz. tabulka 3.

Tabulka 3 Hodnoty inaktivace DPPH [%] v čase 0 min. až 60 min u jednotlivých vzorků výběrové kávy a u vybraných typů příprav

Typ přípravy	Vzorek výběrové kávy	Hodnota inaktivace DPPH [%] v čase				
		0 min.	15 min.	30 min.	45 min.	60 min.
Espresso	Brazílie	77,91	79,05	83,07	83,64	83,07
	Nikaragua	75,47	79,05	82,64	82,07	82,78
	Guatemala	82,21	81,78	82,35	83,07	82,93
	Kolumbie	82,07	81,76	81,92	83,07	83,36
	Etiopie	82,21	81,76	83,36	83,07	83,21
French press	Brazílie	82,64	83,21	83,07	82,78	82,78
	Nikaragua	82,50	81,78	82,07	83,50	82,21
	Guatemala	81,92	82,07	81,92	83,64	81,78
	Kolumbie	81,92	82,07	82,07	83,36	82,35
	Etiopie	82,07	82,35	82,21	82,35	82,50
Aeropress	Brazílie	82,35	81,92	82,78	84,22	82,21
	Nikaragua	80,63	82,93	82,21	81,64	81,78
	Guatemala	80,34	82,21	82,93	83,93	81,64
	Kolumbie	82,21	82,21	82,93	83,07	81,64
	Etiopie	82,21	81,64	81,78	82,64	81,92
Cold brew	Brazílie	82,35	81,92	81,92	82,21	83,07
	Nikaragua	80,77	82,21	82,64	82,35	83,21
	Guatemala	81,21	82,35	81,92	82,50	82,93
	Kolumbie	80,77	81,49	81,92	81,64	82,78
	Etiopie	80,77	82,35	81,64	82,64	82,64

U všech vzorků kávy nebyla pozorována výrazná změna inaktivace DPPH v čase 0–60 min, z tohoto důvodu byla následně výsledná antioxidační aktivita počítána pouze s hodnotou v čase 60 min.

Vybrané vzorky výběrových káv vykazovaly podobné hodnoty inaktivace DPPH u všech způsobů příprav. U vzorků Guatemala a Brazílie připravených metodou espresso byly zjištěny podobné hodnoty inaktivace. Vzorek Guatemala vykazoval hodnotu inaktivace DPPH 82,93 % a vzorek Brazílie 83,07 %. Vzorek Etiopie vykazoval druhou nejvyšší hodnotu inaktivace DPPH 83,21 %. Nejnižší hodnota inaktivace byla stanovena u vzorku Nikaragua 82,78 % a nejvyšší hodnotu vykazoval vzorek Kolumbie 83,36 %.

Vzorky připravené metodou French press dosahovaly hodnot inaktivace DPPH v čase 60 min v rozmezí 81,78–82,78 %. Nejnižší hodnota byla stanovena u vzorku Guatemala, nejvyšší hodnotu vykazoval vzorek Brazílie. U vzorku Nikaragua byla stanovena hodnota inaktivace DPPH 82,21 %, u vzorku Etiopie 82,50 % a vzorek Kolumbie dosahoval hodnot inaktivace 82,35 %.

Podobné hodnoty inaktivace DPPH u všech vzorků káv připravených metodou French press byly zjištěny i u typu přípravy aeropress. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí 81,64–82,21 %. Nejnižší hodnota byla naměřena shodně u vzorků kávy Guatemala a Kolumbie a nejvyšší hodnotu vykazoval vzorek kávy Brazílie. Hodnota inaktivace DPPH u vzorku kávy Nikaragua byla 81,78 %.

U způsobu přípravy Cold brew byla u všech vzorků stanovena podobná hodnota inaktivace DPPH v čase 60 min v rozmezí 82,64–83,21 %. Nejnižší hodnota byla stanovena u vzorku Etiopie, nejvyšší hodnota byla zjištěna u vzorku Nikaragua. Hodnota inaktivace DPPH u vzorku Brazílie byla 83,07 %. Vzorek Guatemala vykazoval hodnoty inaktivace DPPH 82,93 % podobně jako vzorek Kolumbie 82,78 %.

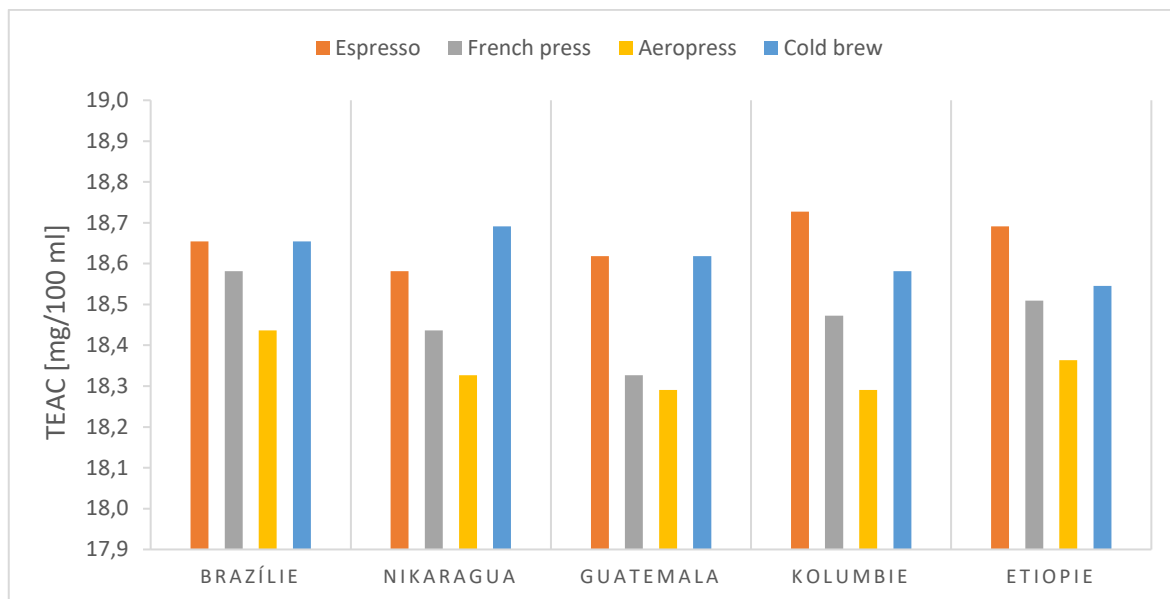
Průměrně byla zjištěna hodnota inaktivace DPPH u vybraných vzorků kávy připravených různými metodami v rozmezí 81,64–83,36 %.

8.1.2 Antioxidační aktivita

Vybrané vzorky výběrové kávy připravené čtyřmi metodami extrakce byly podrobeny spektrofotometrické analýze k určení antioxidační aktivity za použití činidla DPPH. Pro výsledné vyhodnocení byly použity hodnoty v reakčním čase 60 min. Zjištěné absorbance byly přepočteny na inaktivaci DPPH a následně vypočítána hodnota AA pomocí rovnice lineární regrese kalibrační přímky troloxu jako mg/l TEAC.

Tabulka 4 Výsledky antioxidační aktivity jednotlivých vybraných vzorků výběrových káv u vybraných typů příprav

Typ přípravy	Vzorek výběrové kávy	TEAC [mg/100 ml] v čase 60 min.
Espresso	Brazílie	18,65
	Nikaragua	18,58
	Guatemala	18,62
	Kolumbie	18,73
	Etiopie	18,69
French press	Brazílie	18,58
	Nikaragua	18,44
	Guatemala	18,33
	Kolumbie	18,47
	Etiopie	18,51
Aeropress	Brazílie	18,44
	Nikaragua	18,33
	Guatemala	18,29
	Kolumbie	18,29
	Etiopie	18,36
Cold brew	Brazílie	18,65
	Nikaragua	18,69
	Guatemala	18,62
	Kolumbie	18,58
	Etiopie	18,55



Graf č. 3 Grafické znázornění antioxidační aktivity vybraných vzorků výběrové kávy připravené různým způsobem

U všech vybraných vzorků výběrové kávy byly pozorovány rozdíly výsledných hodnot antioxidační aktivity (AA) u vybraných způsobů příprav. Byla zjištěna podobnost výsledků AA mezi metodou espresso a Cold brew a mezi přípravou French press a aeropress. Metody přípravy Cold brew a espresso vykazovaly vyšší AA než zbylé dvě přípravy. Tento trend podobných hodnot AA mezi přípravou horkých a studených kávových nápojů byl zaznamenán i v práci Schwarzmann, E.T a col. (2022) [45], ve které zároveň nebyl prokázán významný rozdíl AA mezi extrakcí za studena a za tepla. Výjimka v této práci byla pozorována u příprav French press a aeropress, které dosahovaly podobných hodnot AA, jelikož se jedná o podobnou metodu způsobu přípravy kávových nápojů a zároveň byla tato hodnota nižší než u přípravy espresso, jež je také horkou variantou přípravy kávového nápoje.

U přípravy espresso byla stanovena AA v čase 60 min u jednotlivých vybraných vzorků kávy v rozmezí 18,58–18,73 mg/100 ml TEAC v závislosti na druhu kávy. Nejvyšší naměřené hodnoty byly zjištěny u vzorku Kolumbie, nejnižší hodnoty vykazoval vzorek Nikaragua.

Vzorky výběrové kávy připravené metodou French press dosahovaly hodnot AA v rozmezí 18,33–18,58 mg/100 ml TEAC. Nejvyšší hodnota AA byla naměřena u vzorku Kolumbie, nejnižší byla zjištěna u vzorku Guatemala.

Metodou extrakce pomocí aeropress byla stanovena AA u vybraných vzorků káv v rozmezí 18,29–18,44 mg/100 ml TEAC. Nejvyšší naměřená hodnota AA byla u vzorku Brazílie, nejnižší zjištěná hodnota byla shodně u vzorků Guatemala a Kolumbie.

Poslední metodou přípravy vybraných vzorků káv bylo Cold brew. U vzorků byla zjištěna hodnota AA v rozmezí 18,55–18,69 mg/100 ml TEAC. Nejvyšší hodnota AA byla stanovena u vzorku Nikaragua, nejnižší hodnota byla naměřena u vzorku Etiopie.

Vzorek kávy Brazílie vykazoval u vybraných metod příprav jedny z nejlepších výsledků AA. U přípravy French press a aeropress dosahoval nejnižších hodnot AA vzorek kávy Guatemala.

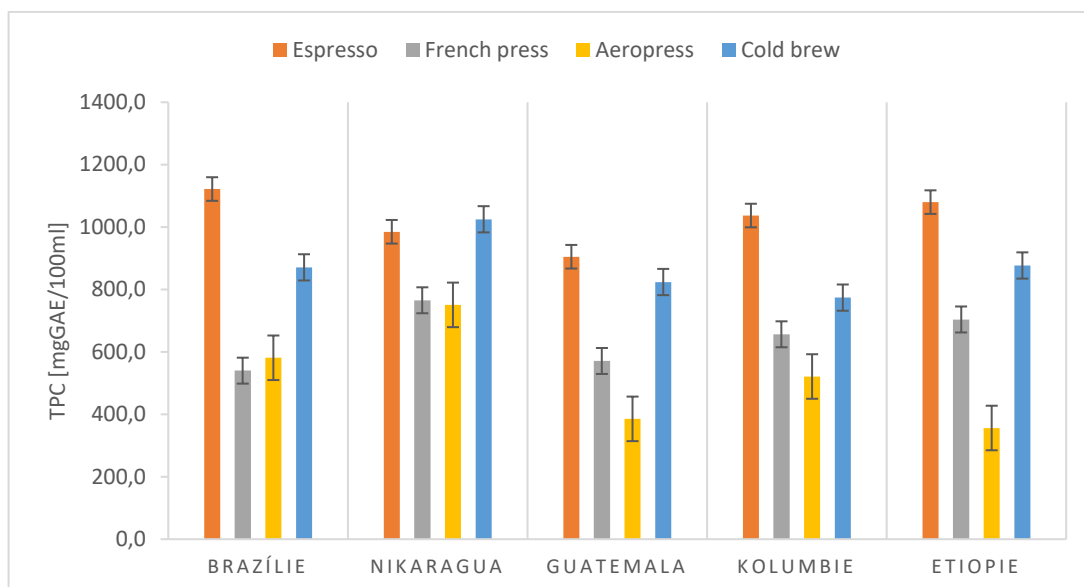
Studie Kang D. a col. (2019) [46] dospěla k závěru, že u vzorků kávy extrahovaných za studena byla stanovena vyšší AA, než vykazovaly extrakty horkého kávového nápoje. V této diplomové práci byly hodnoty AA podobné u přípravy espresso i cold brew. Muzykiewicz-Szymańska a col. (2021) [47] vyhodnotili, že některé výtažky z přípravy za studena vykazovaly vyšší pohlcování volných radikálů a schopnost redukovat železo než extrakty připravené vařením za horka, avšak dospěli k závěru, že může být obtížné posoudit do jaké míry teplota přípravy kávy ovlivňuje extrakci antioxidantů z kávových nápojů. Naproti tomu studie Rao N.Z. a col. (2020) [48] došla k závěru, že vyšší antioxidační aktivita byla pozorována u káv připravené pomocí vyšších teplot než u kávy typu Cold brew, což potvrzuje u většiny vzorků i tato diplomová práce. Zároveň je nutné zvážit o jakou metodou extrakce za horka se jedná, jelikož metody aeropress a French press vykazovaly podstatně nižší AA než metoda extrakce za studena (Cold brew).

8.2 Stanovení celkového obsahu polyfenolů ve vybraných vzorcích výběrové kávy pomocí Folin–Ciocalteuova činidla

Celkový obsah polyfenolů v jednotlivých vzorcích káv připravených různými způsoby byl následně vypočítán pomocí rovnice kalibrační přímky kyseliny gallové. Tento TPC je udáván jako mg kyseliny galové ve 100 ml kávového nápoje.

Tabulka 5 Celkový obsah polyfenolů v jednotlivých vzorcích káv připravených různým způsobem

Typ přípravy	Vzorek výběrové kávy	TPC [mg GAE/100ml]
Espresso		1122,00 ± 0,04
	Brazílie	
	Nikaragua	985,00 ± 0,03
	Guatemala	905,00 ± 0,13
	Kolumbie	1037,00 ± 0,16
	Etiopie	1080,00 ± 0,17
French press		
	Brazílie	540,00 ± 0,06
	Nikaragua	765,50 ± 0,04
	Guatemala	571,00 ± 0,06
	Kolumbie	656,50 ± 0,08
	Etiopie	704,00 ± 0,14
Aeropress		
	Brazílie	581,25 ± 0,01
	Nikaragua	750,75 ± 0,24
	Guatemala	385,50 ± 0,13
	Kolumbie	521,25 ± 0,02
	Etiopie	356,25 ± 0,01
Cold brew		
	Brazílie	871,00 ± 0,05
	Nikaragua	1025,00 ± 0,05
	Guatemala	824,00 ± 0,19
	Kolumbie	774,00 ± 0,06
	Etiopie	877,00 ± 0,05



Graf č. 4 Grafické znázornění celkového obsahu polyfenolických látek ve vzorcích výběrové kávy za použití různých způsobů přípravy

Graf č. 4 znázorňuje celkový obsah polyfenolických látek (TPC) u vybraných vzorků výběrové kávy připravené 4 různými způsoby. Nejvyšší TPC byl stanoven u způsobu přípravy espresso, hodnoty se pohybovaly v rozmezí $(905,00 \pm 0,13$ až $1122,00 \pm 0,04)$ mg GAE/100 ml. Nejvyšší TPC byl naměřen u vzorku kávy Brazílie $1122,00$ mg GAE/100 ml. Vzorek kávy Etiopie vykazoval TPC $1080,00$ mg GAE/100 ml. U vzorku kávy Kolumbie byl stanoven TPC $1037,00$ mg GAE/100 ml. Vzorek kávy Nikaragua byl vykazovala hodnotu TPC $985,00$ mg GAE/100 ml. Nejnižší hodnota TPC byla zjištěna u vzorku Guatemala $905,00$ mg GAE/100 ml.

U vzorků výběrové kávy připravené metodou French press se hodnoty TPC pohybovaly v rozmezí $(540,00 \pm 0,06$ až $765,50 \pm 0,04)$ mg GAE/100 ml. Podobné hodnoty TPC byly zjištěny u vzorků kávy připravené metodou aeropress v rozmezí $(356,25 \pm 0,01$ až $750,75 \pm 0,24)$ mg GAE/100 ml. Metoda přípravy o podobné velikosti částic (hrubosti mletí) French press vykazoval vzorek Guatemala nejnižší TPC $571,00$ mg GAE/100 ml a nejvyšší hodnota TPC byla stanovena u vzorku Etiopie $765,50$ mg GAE/100 ml. U vzorku kávy Etiopie připravené metodou aeropress byla stanovena nejnižší hodnota TPC $356,25$ mg GAE/100 ml, a nejvyšší hodnota TPC byla zjištěna u vzorku Nikaragua $750,75$ mg GAE/100 ml.

Jednotlivé vzorky vybrané výběrové kávy připravené metodou Cold brew vykazovaly podobné hodnoty TPC, pohybovaly se v rozmezí ($774,00 \pm 0,06$ až $1025,00 \pm 0,05$) mg GAE/100 ml. Nejnižší hodnota TPC byla pozorována u vzorku Kolumbie a nejvyšší hodnota u vzorku Nikaragua.

Dle celkového zhodnocení jednotlivých vzorků výběrové kávy byl zaznamenán rozdíl mezi jednotlivými způsoby přípravy, což se neshoduje s prací Schwarzmanna, E.T a col. (2022) [45], kde nebyl pozorován významný rozdíl mezi TPC a teplotou přípravy kávových nápojů. Rozdílné výsledky mohou být dány různými vzorky kávy či metodou příprav jednotlivých vzorků. Naopak se výsledky této práce shodují s publikací Derossi (2018) [49], kde zaznamenali nejvyšší hodnoty TPC u kávy připravené metodou espresso.

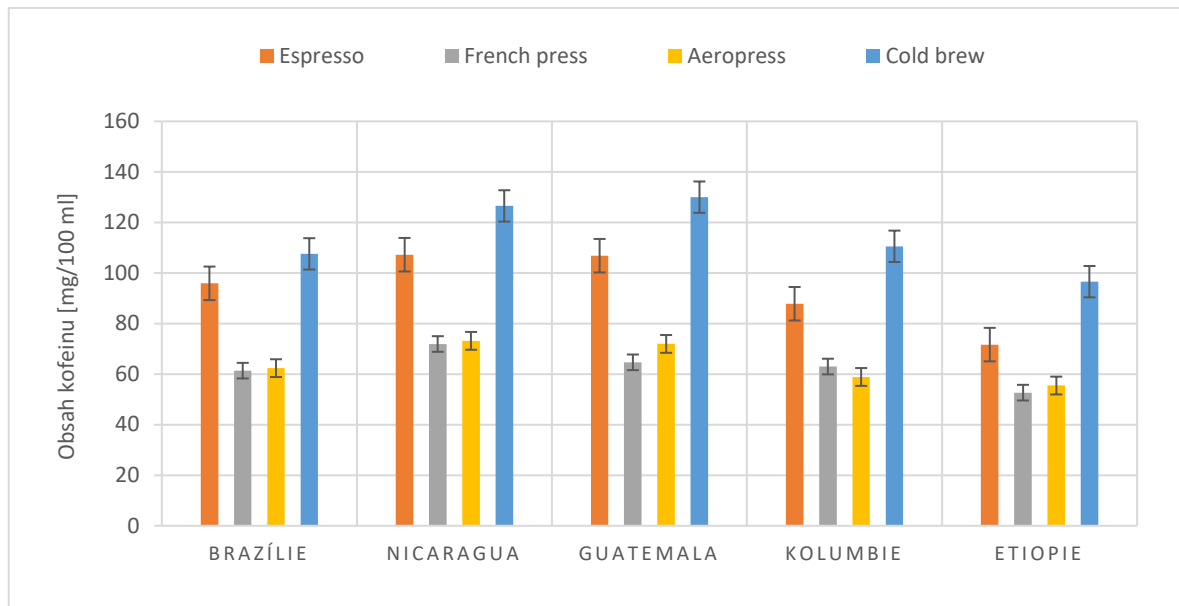
U vzorků byla nejvyšší naměřená hodnota TPC zjištěna u vzorku kávy Brazílie připravené metodou espresso 1122,00 mg GAE/100 ml, naopak nejnižší TPC byl zjištěn u vzorku kávy Etiopie připravené metodou aeropress 356,25 mg GAE/100 ml.

8.3 Stanovení obsahu kofeinu metodou HPLC

Byla použita metoda vysokoúčinné kapalinové chromatografie, kdy byla nejprve sestrojena kalibrační křivka standardu kofeinu a následně byly naměřené hodnoty vloženy do rovnice lineární regrese a výsledky vyjádřeny v mg/ 100 ml. Následně byly změřeny jednotlivé vzorky a výsledky obsahu kofeinu byly vypočteny ze zjištěné rovnice lineární regrese standardu kofeinu.

Tabulka 6 Výsledky stanovení obsahu kofeinu v jednotlivých vzorcích výběrové kávy připravených různým způsobem

Typ přípravy	Vzorek výběrové kávy	Obsah kofeinu [mg/100 ml]
Espresso		95,9 ± 0,1
	Brazílie	
	Nikaragua	107,2 ± 0,1
	Guatemala	106,9 ± 0,2
	Kolumbie	87,8 ± 0,2
	Etiopie	71,7 ± 0,2
French press	Brazílie	61,4 ± 0,1
	Nikaragua	71,9 ± 0,1
	Guatemala	64,7 ± 0,1
	Kolumbie	63,0 ± 0,1
	Etiopie	52,7 ± 0,1
Aeropress	Brazílie	62,4 ± 0,1
	Nikaragua	73,2 ± 0,1
	Guatemala	72,0 ± 0,2
	Kolumbie	58,9 ± 0,1
	Etiopie	55,5 ± 0,2
Cold brew	Brazílie	107,6 ± 0,2
	Nikaragua	126,9 ± 0,1
	Guatemala	130,0 ± 0,2
	Kolumbie	110,6 ± 0,2
	Etiopie	96,6 ± 0,2



Graf č. 5 Grafické znázornění obsahu kofeinu v jednotlivých vzorcích kávy připravených různým způsobem

Nejvyšší obsah kofeinu byl pozorován u všech vzorků výběrové kávy připravených metodou Cold brew. Tento trend byl obdobný se studií Olechno E. a col. (2021) [50] ve které vykazovala metoda extrakce Cold brew podobně vysoké hodnoty 100% arabiky jako v této práci, 196,2 mg/100 ml kávového nápoje. Nejvyšší hodnoty obsahu kofeinu byly zjištěny u vzorku Guatemala 130,0 mg/100 ml. U zbývajících vzorků byly zjištěny podobné hodnoty obsahu kofeinu v rozmezí ($96,6 \pm 0,2$ až $126,9 \pm 0,1$) mg/100 ml.

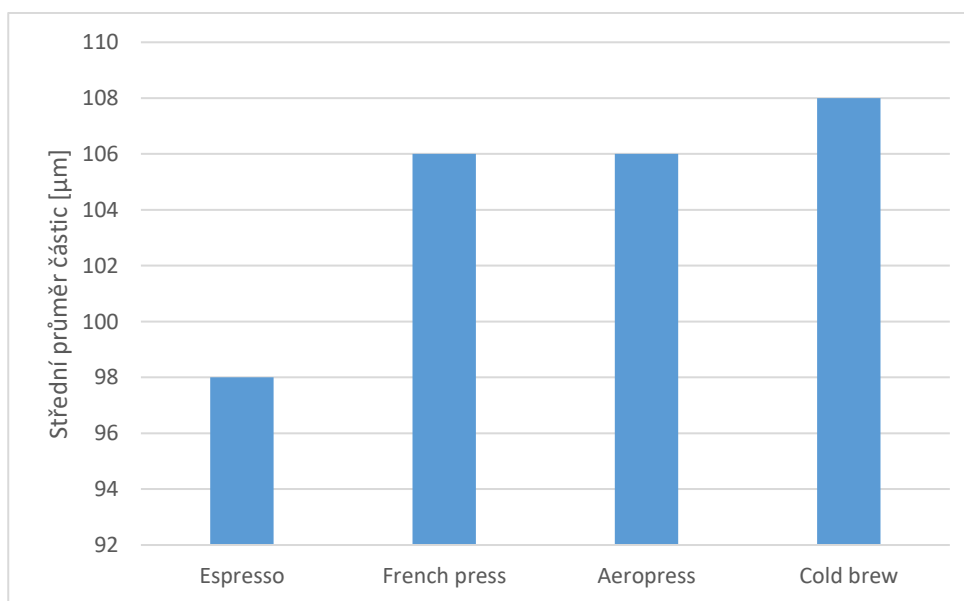
Vzorky kávy připravené metodou espresso vykazovaly druhé nejvyšší hodnoty obsahu kofeinu, pohybovaly se v rozmezí ($71,7 \pm 0,2$ až $107,2 \pm 0,1$) mg/100 ml. Metody přípravy French press a aeropress vykazovaly téměř shodné hodnoty obsahu kofeinu. U obou druhů příprav u všech vzorků se hodnoty obsahu kofeinu pohybovaly v rozmezí ($52,7 \pm 0,1$ až $73,2 \pm 0,1$) mg/100 ml. Studie Olechno E. a col. (2021) [50] vykazovala podobné hodnoty obsahu kofeinu stanovené metodou aeropress 78,0 mg/ 100 ml.

Nejvyšší obsah kofeinu byl zjištěn u vzorku kávy Guatemala připravené metodou Cold brew 130,0 mg/100 ml, naopak nejnižší obsah kofeinu byl naměřen u vzorku Etiopie připravené metodou French press 52,7 mg/100 ml. Tento trend se však neshoduje se studií Karwowski a col. (2018) [51] u které byl zjištěn vyšší obsah kofeinu u vzorků kávy připravených za použití extrakce pomocí horké vody ve srovnání s metodou Cold brew.

Studie Angeloni G. a col. (2019) [44] uvádí podobné hodnoty obsahu kofeinu u přípravy typu French press a aeropress což se shoduje s výsledky této práce. Tato studie také uvádí vysoké hodnoty obsahu kofeinu u metod přípravy espresso a Cold brew, vyššího obsahu dosahovala příprava metodou espresso než Cold brew. V této práci dosahovala nejvyšších hodnot naopak metoda Cold brew, což je spojeno s největší pravděpodobností s rozdílnou dobou extrakce. Námí zvolená doba extrakce byla 12 hodin, naopak v uvedené studii byla doba extrakce v rozmezí 5,5–6 hodin.

8.4 Sítová analýza

Pro stanovení velikosti částic byla zvolena síťová metoda, kdy každý vzorek umleté výběrové kávy byl podroben analýze. Každý vzorek byl pomlet na jinou hrubost mletí v závislosti na metodě přípravy kávového nápoje. Byla použita síta o velikosti ok 0,9 mm, 0,71 mm, 0,56 mm, 0,45 mm, 0,32 mm, 0,22 mm, 0,16 mm, 0,125 mm a 0,045 mm a byla seskládána v pořadí od síta s největší velikostí ok po síto s nejmenší velikostí ok.



Graf č. 6 Střední průměr částic u jednotlivých příprav

Různé přípravy kávových nápojů mají různý stupeň mletí odvíjející od způsobu extrakce. U způsobu přípravy espresso bylo použito mletí se stupněm hrubosti 1, nejjemnější možnou hrubost. Hodnota hmotnostně středního poloměru částic byla u všech vzorků kávy v rozmezí 156 µm až 196 µm, u vzorku kávy Brazílie byla zjištěna nejnižší hodnota středního poloměru částic, naopak nejvyšší hodnota byla zaznamenána u vzorku kávy Etiopie. Pro způsob přípravy French press byla zvolena hrubost mletí stupně 5, druhá

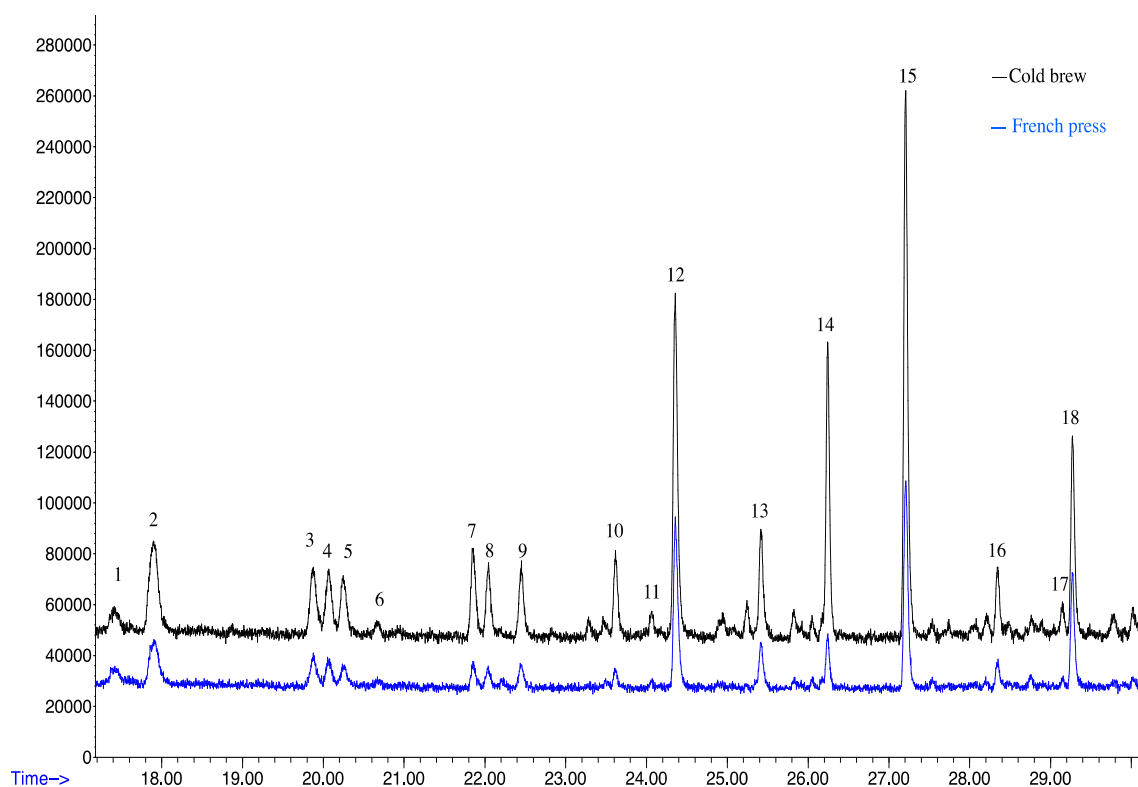
největší hrubost. Hodnota středního poloměru částic u vzorků výběrové kávy se pohybovala v rozmezí 208 μm až 212 μm . U způsobu přípravy aeropress bylo použito mletí se stupněm hrubosti 4. Hodnota středního poloměru částic u vzorků výběrové kávy se pohybovala v rozmezí 194 μm až 212 μm . Pro metodu přípravy Cold brew byla zvolena největší možná hrubost zrn. V tomto případě se hodnota středního průměru částic u vzorků výběrové kávy pohybovala v rozmezí 212 μm až 216 μm .

8.5 Stanovení aromatických látek pomocí GC–MS u vzorků výběrové kávy

Aroma kávy je důležitým a rozhodujícím znakem kvality pro přijetí spotřebitelem. Těkavé látky uvolňující se pražením kávových zrn jsou nejdůležitějším aspektem aromatického profilu kávových nápojů. Vnímané aroma nesouvisí pouze s celkovým množstvím aromatických sloučenin extrahovaných během přípravy, ale souvisí s mnoha dalšími parametry jako jsou teplota a doba extrakce, či parametry konzumační závisící např. na přítomnosti či nepřítomnosti pěny apod. Mezi nejvíce se vyskytující chemické třídy těkavých sloučenin, které se v kávě vyskytují řadíme furany a pyraziny. Jedná se o produkty Maillardovy reakce v průběhu pražení např. oxidací lipidů, tepelnou degradací glukózy a jiných cukrů atd. [8]

Při analýze aroma kávy pomocí GC–MS byl sledován vliv způsobu přípravy, tj. hrubosti mletí a teploty extrakce na zastoupení těkavých látek. Na základě předchozích analýz byly vybrány metody Cold brew a French press pro stanovení aromatických látek u vybraných vzorků výběrových káv. U obou metod příprav byly následně mezi sebou porovnány dané chromatogramy u vybraných druhů výběrových káv. Ve výsledném chromatogramu byly pomocí databáze hmotnostních spekter a retenčních dat identifikovány majoritní látky spoluzodpovědné za aroma, ke kterým byl následně přiřazen aromatický profil. Většinu identifikovaných složek lze přiřadit za látky vzniklé při pražení kávy.

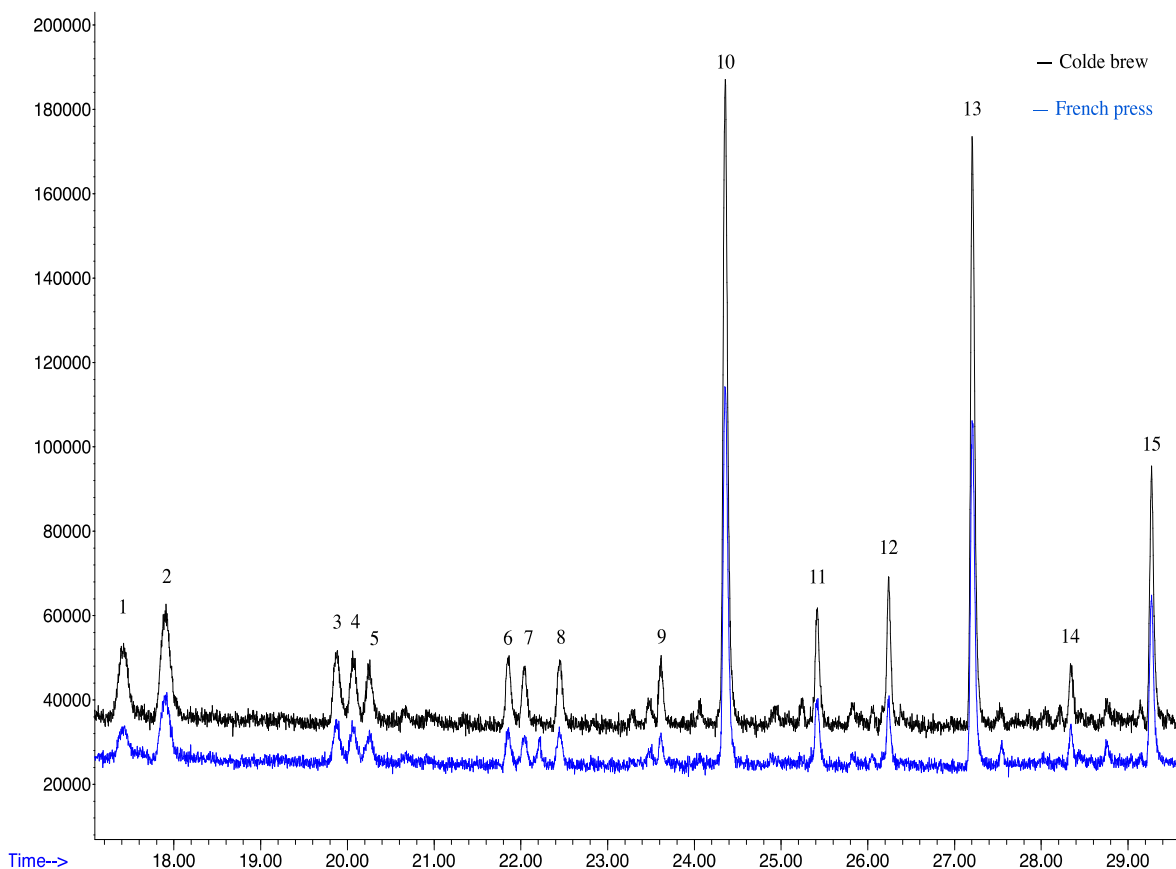
Na obrázcích 14–18 jsou znázorněny chromatografické záznamy jednotlivých vzorků káv, kde jsme identifikovali 18 nejvíce zastoupených aromatických látek, které jsou zaznamenány v tabulkách 7–11 s jejich typickým aromatickým profilem.



Obrázek 14 Srovnání intenzity jednotlivých píků v závislosti na čase metodou GC–MS, chromatogram kávy Brazílie připravené metodou cold brew a french press

Tabulka 7 Identifikované látky z chromatogramu kávy Brazílie

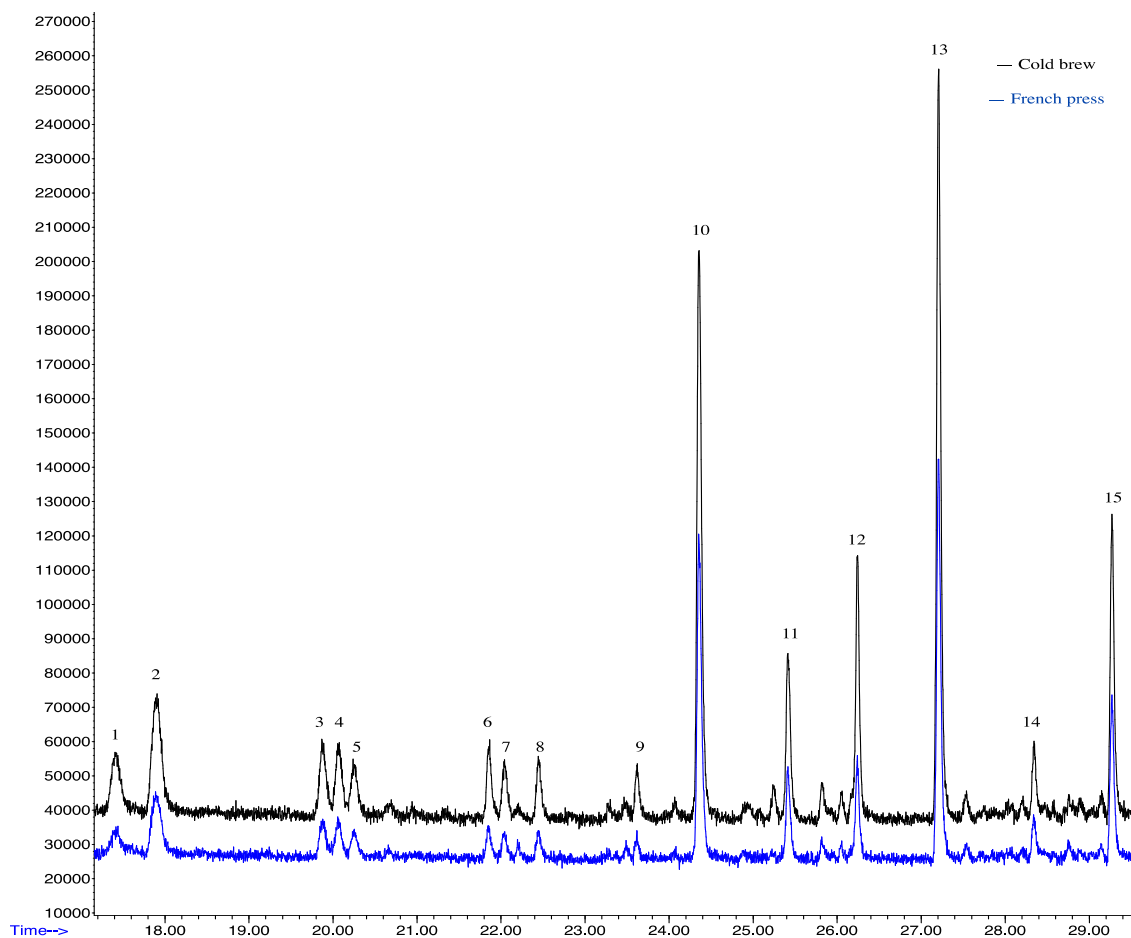
Brazílie		
Číslo v chromatografickém záznamu	Identifikovaná látka	Aromatický profil
1	3,3-dimethyl-4-methylamino-butan-2-on	
2	4-methylpyrimidin	
3	2,6-dimethylpyrazin	kakaový, ořechový, kávový
4	2-isobutyl-3-methylpyrazin	
5	paracetamol	
6	4-aminopentanol	meruňkový
7	2-ethyl-6-methylpyrazin	zemitý, květinový, ovocný, pražené lískové oříšky
8	2-ethyl-5-methylpyrazin	kávový
9	2,6-dimethyl-3-pyridinamin	
10	3-ethyl-2,5-dimethylpyrazin	
11	2-ethyl-3,5-dimethylpyrazin	ořechový, mandlový
12	furfural	mandlový, kořeněný
13	2-ethyl-5-methylfuran	kávový
14	2-furanmethanol acetát	kořeněný, bylinný
15	5-methyl-2-furancarboxaldehyd	kořeněný, karamelový, višňový
16	1-methyl-1H-pyrrol-2-carboxaldehyd	ořechový
17	4-(dimethylamino)pyrimidin	
18	2-furanmethanol	karamelový



Obrázek 15 Srovnání intenzity jednotlivých píků v závislosti na čase metodou GC–MS, chromatogram kávy Etiopie připravené metodou cold brew a french press

Tabulka 8 Identifikované látky z chromatogramu kávy Etiopie

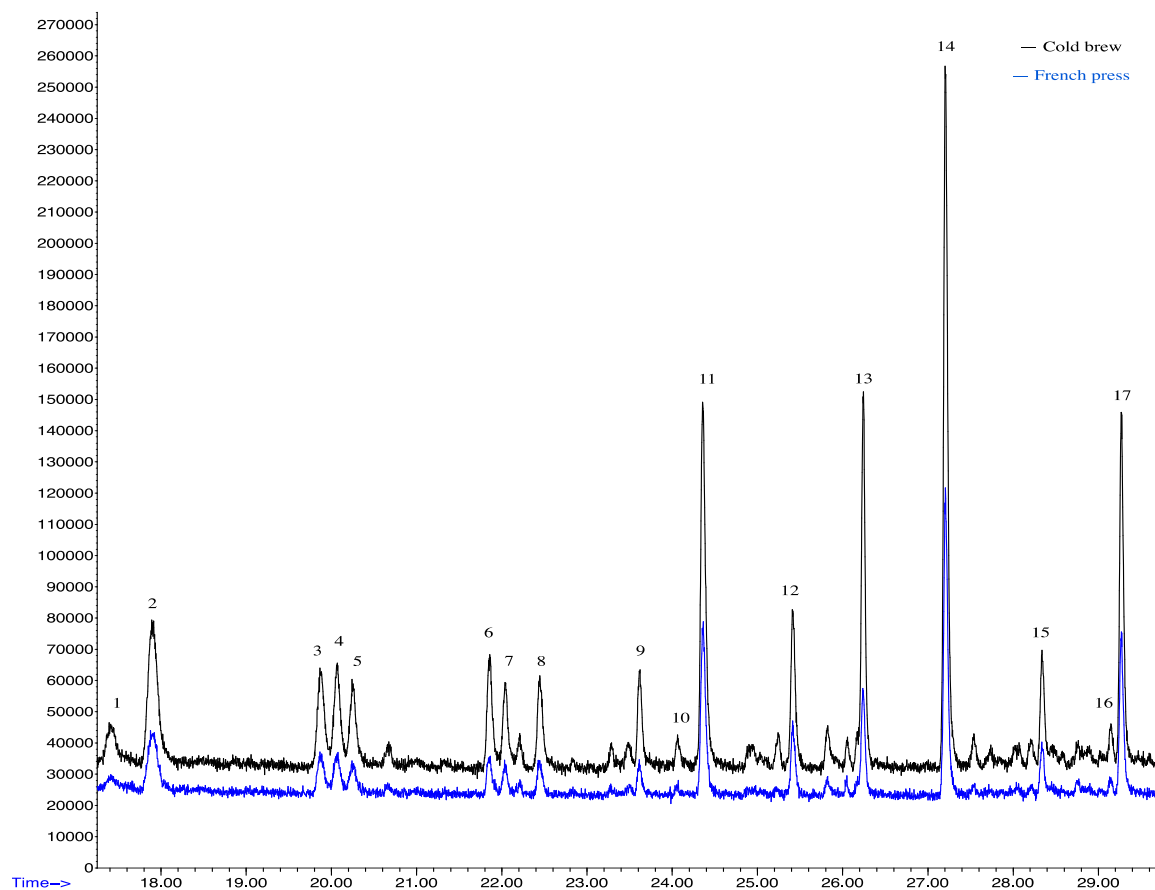
Etiopie		
Číslo v chromatografickém záznamu	Identifikovaná látka	Aromatický profil
1	4-aminopentanol	meruňkový
2	4-methylpyrimidin	
3	2,6-dimethylpyrazin	kakaový, ořechový, kávový
4	2-isobutyl-3-methylpyrazin	
5	paracetamol	
6	2-ethyl-6-methylpyrazin	zemitý, květinový, ovocný, pražené lískové oříšky
7	2-ethyl-5-methylpyrazin	kávový
8	2,6-dimethyl-3-pyridinamin	
9	3-ethyl-2,5-dimethylpyrazin	
10	furfural	mandlový, kořeněný
11	2-ethyl-5-methylfuran	kávový
12	2-furanmethanol acetát	kořeněný, bylinný
13	5-methyl-2-furancarboxaldehyd	kořeněný, karamelový, višňový
14	1-methyl-1H-pyrrol-2-carboxaldehyd	ořechový
15	2-furanmethanol	karamelový



Obrázek 16 Srovnání intenzity jednotlivých píků v závislosti na čase metodou GC–MS, chromatogram kávy Kolumbie připravené metodou cold brew a french press

Tabulka 9 Identifikované látky z chromatogramu kávy Kolumbie

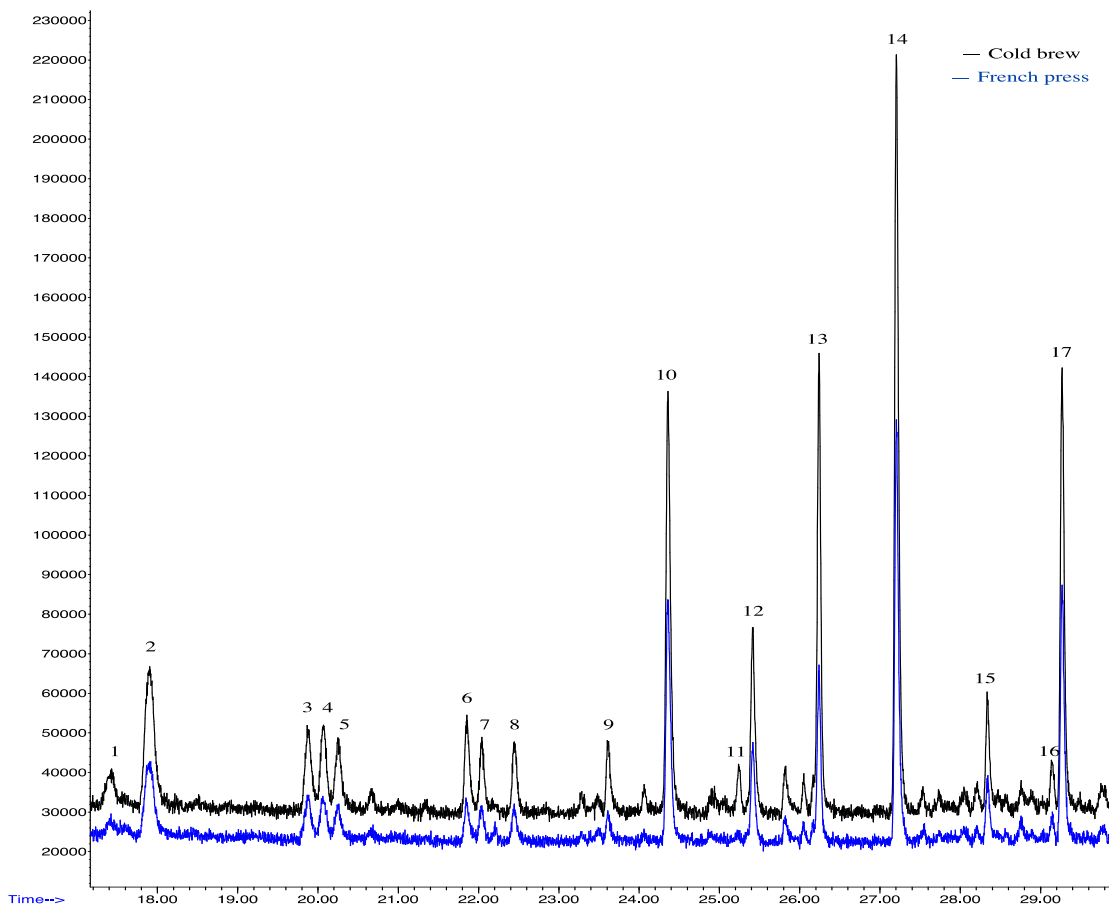
Kolumbie		
Číslo v chromatografickém záznamu	Identifikovaná látka	Aromatický profil
1	3,3-dimethyl-4-methylamino-butan-2-on	
2	4-methylpyrimidin	
3	2,6-dimethylpyrazin	kakaový, ořechový, kávový
4	2-isobutyl-3-methylpyrazin	
5	paracetamol	
6	2-ethyl-6-methylpyrazin	zemitý, květinový, ovocný, pražené lískové oříšky
7	2-ethyl-5-methylpyrazin	kávový
8	2,6-dimethyl-3-pyridinamin	
9	2-ethyl-3,5-dimethylpyrazin	ořechový, mandlový
10	furfural	mandlový, kořeněný
11	2-ethyl-5-methylfuran	kávový
12	2-furanmethanol acetát	kořeněný, bylinný
13	5-methyl-2-furancarboxaldehyd	kořeněný, karamelový, višňový
14	1-methyl-1H-pyrrol-2-carboxaldehyd	ořechový
15	2-furanmethanol	karamelový



Obrázek 17 Srovnání intenzity jednotlivých píků v závislosti na čase metodou GC–MS, chromatogram kávy Guatemala připravené metodou cold brew a french press

Tabulka 10 Identifikované látky z chromatogramu kávy Guatemala

Guatemala		
Číslo v chromatografickém záznamu	Identifikovaná látka	Aromatický profil
1	4-aminopentanol	meruňkový
2	4-methylpyrimidin	
3	2,6-dimethylpyrazin	kakaový, ořechový, kávový
4	2,5-dimethylpyrazin	
5	paracetamol	
6	2-ethyl-6-methylpyrazin	zemitý, květinový, ovocný
7	2-ethyl-5-methylpyrazin	kávový
8	2,6-dimethyl-3-pyridinamin	
9	3-ethyl-2,5-dimethylpyrazin	
10	3-hydroxy-4-methylbenzaldehyd	ořechový, mandlový
11	furfural	mandlový, kořeněný
12	2-ethyl-5-methylfuran	kávový
13	2-furanmethanol acetát	kořeněný, bylinný
14	5-methyl-2-furancarboxaldehyd	kořeněný, karamelový, višňový
15	1-methyl-1H-pyrrol-2-carboxaldehyd	ořechový
16	4-(dimethylamino)pyrimidin	
17	2-furanmethanol	karamelový



Obrázek 18 Srovnání intenzity jednotlivých píků v závislosti na čase metodou GC–MS, chromatogram kávy Nikaragua připravené metodou cold brew a french press

Tabulka 11 Identifikované látky z chromatogramu kávy Nikaragua

Nikaragua		
Číslo v chromatografickém záznamu	Identifikovaná látka	Aromatický profil
1	4-aminopentanol	meruňkový
2	4-methylpyrimidin	
3	2,6-dimethylpyrazin	kakaový, ořechový, kávový
4	2,5-dimethylpyrazin	
5	paracetamol	
6	2-ethyl-6-methylpyrazin	zemitý, květinový, ovocný, pražené lískové oříšky
7	2-ethyl-5-methylpyrazin	kávový
8	2,6-dimethyl-3-pyridinamin	
9	3-ethyl-2,5-dimethylpyrazin	
10	furfural	mandlový, kořeněný
11	furfuryl formát	
12	2-ethyl-5-methylfuran	kávový
13	2-furanmethanol acetát	kořeněný, bylinný
14	5-methyl-2-furancarboxaldehyd	kořeněný, karamelový, višňový
15	1-methyl-1H-pyrrol-2-carboxaldehyd	ořechový
16	4-(dimethylamino)pyrimidin	
17	2-furanmethanol	karamelový

U všech identifikovaných látek vzorku kávy Brazílie, Kolumbie, Guatemala a Nikaragua vykazovala metoda přípravy cold brew vyšší obsah aromatických látek než u přípravy typu french press. Furany jsou zodpovědné za kávové a karamelové chuťové tóny u světle pražených káv, se zvyšujícím se stupněm pražení se vyvíjejí hořké a kořeněné aromatické sloučeniny [52]. Toto tvrzení bylo prokázáno sensorickým hodnocením u vzorku Etiopie i Brazílie, které byly světle pražené. U tmavěji pražených vzorků Kolumbie, Guatemala a Nikaragua byl projev kořeněných tónů. Furany neobsahující síru jsou v kávových zrnech přítomny jen v malém množství, avšak významně ovlivňují kvalitu a výslednou chuť kávy, jsou spojeny s ořechovým, karamelovým, kouřovým a květinovým aroma [52], což se projevilo i v sensorickém hodnocení vybraných vzorků kávy v této práci. Nejvýraznější intenzitu vykazovala identifikovaná látka 5-methyl-2-furancarboxaldehyd, který vnímáme kořeněnou, karamelovou či višňovou chutí a vůní. Mezi další vyextrahované látky s vyšší intenzitou řadíme furfural, který je spojován s kávovými a mandlovými tóny a má vyšší zastoupení ve světle pražené kávě [52]. Furany s vyšší intenzitou identifikované ve vzorcích byly dále 2-furanmethanol acetát a 2-furanmethanol jako karamelové aroma. Ve vzorcích bylo dále identifikováno několik sloučeniny pyrazinu, které mohou kávě dodávat jak pozitivní, tak negativní změny chuti. Pyrazin jako 2-ethyl-6-methylpyrazin má při světlém pražení příjemnou chuť pražených lískových oříšků, ovšem při vyšším stupni pražení je spojen spíše s přezrálou a fermentovanou chutí [52].

U vzorku Etiopie opět vykazovala metoda přípravy cold brew vyšší obsah vyextrahovaných látek než u přípravy typu french press. Nejvýraznější látkou u tohoto vzorku byl stanoven furfural, díky čemuž by vzorek měl vykazovat výrazné mandlové a kořeněné aroma. Další významnou látkou byl zaznamenán 5-methyl-2-furancarboxaldehyd s kořeněným, karamelovým, višňovým a mandlovým profilem. Látka 2-furanmethanol vykazovala také vyšší intenzitu extrakce, které přisuzujeme karamelové aroma viz. tabulka 8. Látky identifikované pomocí GC-MS v této diplomové práci byly zaznamenány i v práci Aline T. Toci a col. (2020) [53]. Dle studie Cordoba N. a col. (2020) [19] je v kávě nejvíce obsažena skupina látek pyraziny, dále pak furany, aldehydy, furany a ketony, což se shoduje s výsledky této práce, kdy nejvíce identifikovaných látek tvořila skupina pyrazinů a furanů.

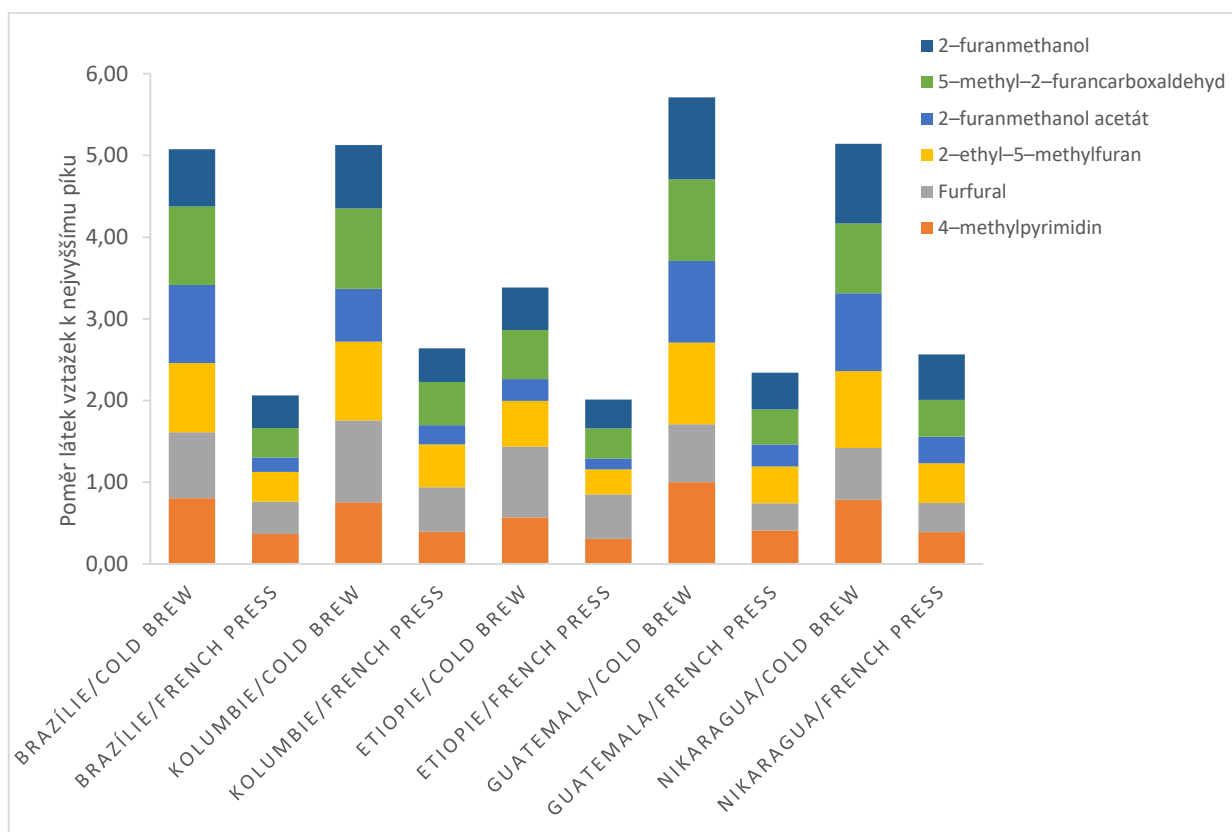
Porovnání obsahu aromatických látek u jednotlivých vzorků bylo zjištěno z poměru výšky píku vzhledem k nejvyššímu zastoupení (píku) tabulka 12,13. Zastoupení významných těkavých látek bylo následně znázorněno v grafu č. 13.

Tabulka 12 Zastoupení jednotlivých vybraných látek v kávě s upravenými poměry vztahené k nejvyššímu identifikovanému píku

Identifikovaná látka	Vzorek/metoda přípravy	Retenční čas	Výška píku	Poměr výšek píků vztahen k nejvyššímu identifikovanému píku
4-methylpyrimidin				
	Brazílie/cold brew	17,901	35328	0,81
	Brazílie/french press	17,906	16083	0,37
	Kolumbie/cold brew	17,900	33097	0,76
	Kolumbie/french press	17,897	17190	0,39
	Etiopie/cold brew	17,904	25012	0,57
	Etiopie/french press	17,903	13545	0,31
	Guatemala/cold brew	17,900	43761	1
	Guatemala/french press	17,901	17847	0,41
	Nikaragua/cold brew	17,902	34333	0,78
	Nikaragua/french press	17,899	17062	0,39
furfural				
	Brazílie/cold brew	24,358	129897	0,80
	Brazílie/french press	24,362	63955	0,40
	Kolumbie/cold brew	24,359	161572	1
	Kolumbie/french press	24,360	88201	0,55
	Etiopie/cold brew	24,359	139606	0,86
	Etiopie/french press	24,360	87874	0,54
	Guatemala/cold brew	24,362	114653	0,71
	Guatemala/french press	24,363	53952	0,33
	Nikaragua/cold brew	24,362	102813	0,64
	Nikaragua/french press	24,363	57702	0,36
2-ethyl-5-methylfuran				
	Brazílie/cold brew	25,418	42005	0,85
	Brazílie/french press	25,418	18101	0,37
	Kolumbie/cold brew	25,418	47792	0,96
	Kolumbie/french press	25,417	26008	0,52
	Etiopie/cold brew	25,418	27833	0,56
	Etiopie/french press	25,418	15063	0,30
	Guatemala/cold brew	25,418	49588	1
	Guatemala/french press	25,418	22400	0,45
	Nikaragua/cold brew	25,418	46575	0,94
	Nikaragua/french press	25,418	24040	0,48

Tabulka 13 Zastoupení jednotlivých vybraných látek v kávě s upravenými poměry vztahené k nejvyššímu identifikovanému píku

Identifikovaná látka	Vzorek/metoda přípravy	Retenční čas	Výška píku	Poměr výšek píků vztahen k nejvyššímu identifikovanému píku
2-furanmethanol acetát				
	Brazílie/cold brew	26,244	113834	0,96
	Brazílie/french press	26,242	20574	0,17
	Kolumbie/cold brew	26,244	77305	0,65
	Kolumbie/french press	26,241	28111	0,24
	Etiopie/cold brew	26,244	31469	0,26
	Etiopie/french press	26,242	16027	0,13
	Guatemala/cold brew	26,243	119048	1
	Guatemala/french press	26,242	32301	0,27
	Nikaragua/cold brew	26,242	113614	0,95
	Nikaragua/french press	26,242	38819	0,33
5-methyl-2-furancarboxaldehyd				
	Brazílie/cold brew	27,209	211715	0,96
	Brazílie/french press	27,211	80040	0,36
	Kolumbie/cold brew	27,209	216370	0,98
	Kolumbie/french press	27,209	116183	0,53
	Etiopie/cold brew	27,210	132362	0,60
	Etiopie/french press	27,209	81320	0,37
	Guatemala/cold brew	27,209	220751	1
	Guatemala/french press	27,209	94246	0,43
	Nikaragua/cold brew	27,209	188158	0,85
	Nikaragua/french press	27,209	99469	0,45
2-furanmethanol				
	Brazílie/cold brew	29,276	78546	0,70
	Brazílie/french press	29,274	44487	0,40
	Kolumbie/cold brew	29,274	86699	0,78
	Kolumbie/french press	29,273	46199	0,41
	Etiopie/cold brew	29,274	58273	0,52
	Etiopie/french press	29,273	39167	0,35
	Guatemala/cold brew	29,273	111788	1
	Guatemala/french press	29,272	50151	0,45
	Nikaragua/cold brew	29,272	109047	0,98
	Nikaragua/french press	29,272	62232	0,56



Graf č. 7 Vliv metod přípravy s upravenými poměry na zastoupení aromatických látek u jednotlivých vzorků káv

Pomocí GC–MS byla identifikována látka 4–methylpyrimidin v retenčním čase 17,9 min. Vyextrahování této látky bylo zjištěno nejvíce u Cold brew v porovnání s přípravou French press u všech vzorků kávy. Nejvíce byla zastoupena ve vzorku Guatemala, nejméně byla stanovena u vzorku kávy Etiopie připravené metodou French press.

Látka furfural identifikována metodou GC–MS v retenčním čase 24,4 min. Nejvíce došlo k vyextrahování této látky opět metodou Cold brew, nejvíce u vzorku kávy Kolumbie. U vzorku kávy Guatemala připravené metodou French press bylo zaznamenáno nejnižší zastoupení.

Látka 2–ethyl–5–methylfuran identifikována pomocí GC–MS v retenčním čase 25,4 min. Nejvíce zastoupena byla u vzorku kávy Guatemala připravená metodou Cold brew, nejméně u vzorku kávy Etiopie připravené pomocí French press.

Pomocí GC–MS byla identifikována látka 2–furanmethanol acetát v retenčním čase 26,2 min. Nejvíce zastoupena byla u vzorku kávy Guatemala připravené metodou Cold brew. Nejméně byla naměřena u přípravy French press u vzorku kávy Etiopie.

Látka 5–methyl–2–furancarboxaldehyd identifikována pomocí GC–MS byla nejvíce zastoupena u metody Cold brew, u vzorku kávy Guatemala. Nejméně byla tato látka naměřena u vzorku kávy Etiopie připravené pomocí French press.

Identifikovaná látka 2–furanmethanol metodou GC–MS byla nejvíce zastoupena u vzorků kávy Guatemala a Nikaragua připravených metodou Cold brew. Nejméně byla stanovena u vzorku kávy Etiopie připravené pomocí French press.

8.6 Senzorické hodnocení vzorků výběrové kávy

Friedmanovým testem bylo zjištěno, že mezi jednotlivými vzorky výběrové kávy při zvolené přípravě espresso nejsou s 95 % pravděpodobností statisticky významné senzorické rozdíly na základě hodnocení všech osmi hodnotitelů. Přijímá se hypotéza H_0 , že se od sebe vzorky významně neliší.

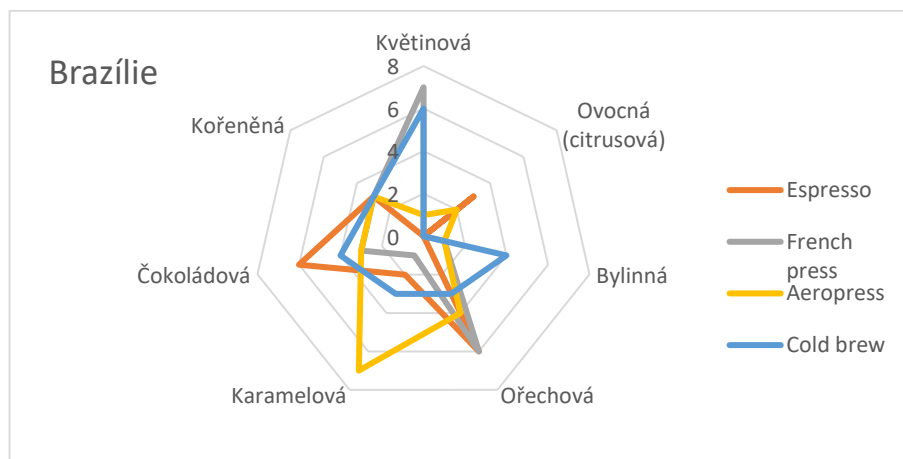
V rámci všech vzorků výběrové kávy připravené metodou French press byly zaznamenány statisticky významné senzorické rozdíly na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Přijímá se hypotéza H_1 a aplikuje se Nemenyiho metoda vícenásobného párového porovnání. Nemenyiho metodou byl stanoven významný rozdíl mezi vzorkem kávy Nikaragua a Kolumbie.

Dále byly pomocí Friedmanova testu hodnoceny rozdíly mezi vzorky výběrové kávy připravené metodou aeropress a s 95 % pravděpodobností nebyly nalezeny statisticky významné senzorické rozdíly. Přijímá se hypotéza H_0 , že se od sebe vzorky významně neliší.

Výsledek Friedmanova testu: v souboru Cold brew káv jsou statisticky významné senzorické rozdíly na hladině významnosti $\alpha = 0.05$. Přijímá se hypotéza H_1 a aplikuje se Nemenyiho metoda vícenásobného párového porovnání. Nemenyiho metodou byl zjištěn významný rozdíl u vzorku Brazílie se vzorky Guatemala, Kolumbie a Etiopie.

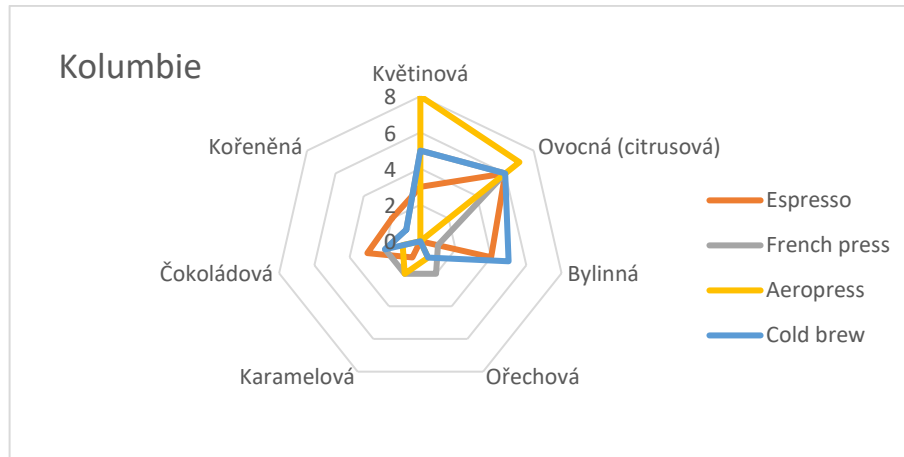
8.6.1 Hodnocení chuti a vůně jednotlivých vybraných vzorků káv a způsobů příprav

Osmi hodnotitelům bylo postupně podáváno pět vzorků vybraných výběrových káv připravených čtyřmi různými baristickými způsoby. Posuzovatelé zaznamenávali vybranou chuť a vůni jednotlivých vzorků u každého typu přípravy kávového nápoje.



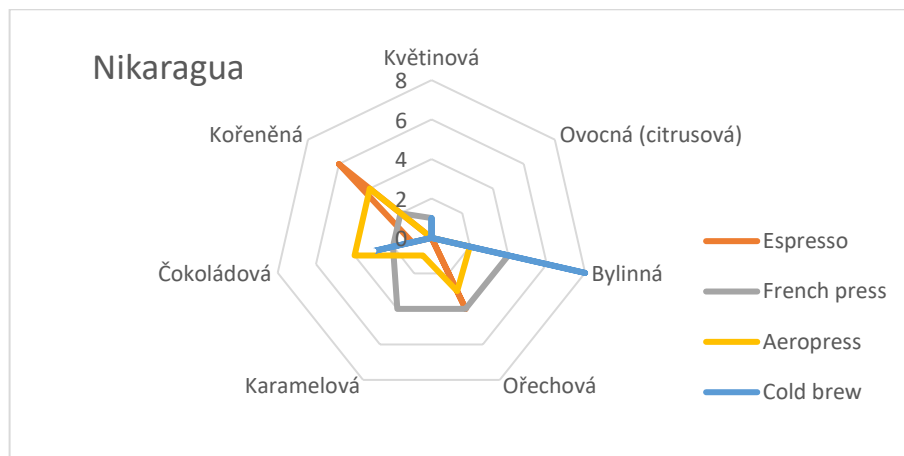
Graf č. 8 Senzorické hodnocení vzorku výběrové kávy Brazílie připravené různým způsobem

Z grafu č.14 je patrný rozdíl vnímání chutí u téhož vybraného vzorku Brazílie u různých způsobů přípravy. Espresso vykazovalo zejména čokoládovou a ořechovou chuť a vůni, naproti tomu ten samý vzorek kávy připravený metodou aeropress hodnotitelé zaznamenali spíše karamelové aroma s lehkým nádechem ořechů. U metody French press a Cold brew hodnotitelé zaznamenali nejvíce květinovou chuť a vůni. U French press následně převládalo i ořechové aroma, kdežto u Cold brew spíše bylinné.



Graf č. 9 Sensorické hodnocení vzorku výběrové kávy Kolumbie připravené různým způsobem

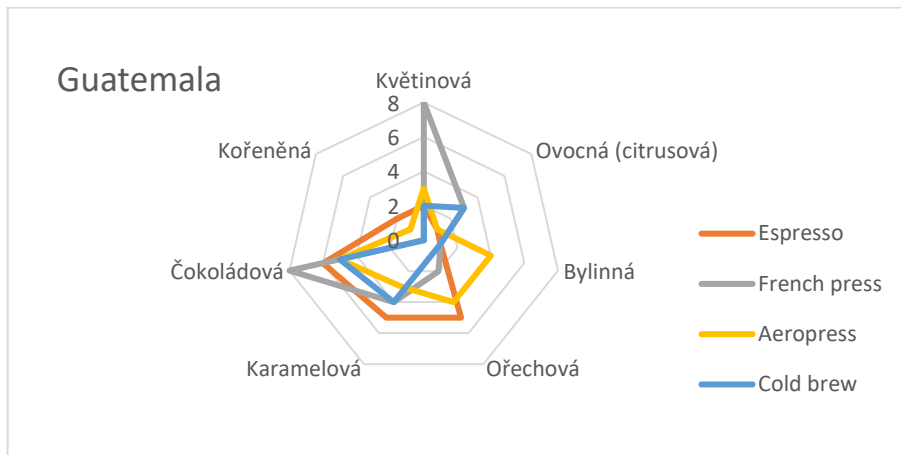
Graf č.15 znázorňuje sensorické hodnocení vzorku výběrové kávy Kolumbie. Všechny osm hodnotitelů vyhodnotili podobnou chuť a vůni u všech způsobů přípravy vybraného vzorku Kolumbie. U přípravy espresso hodnotitelé zaznamenali ovocné a bylinné aroma, French press vykazoval spíše ovocné aroma a u Cold brew bylo zjištěno ovocné, květinové i bylinné aroma. Příprava typu aeropress nejvíce vykazovala aroma ovocné a květinové.



Graf č. 10 Sensorické hodnocení vzorku výběrové kávy Nikaragua připravené různým způsobem

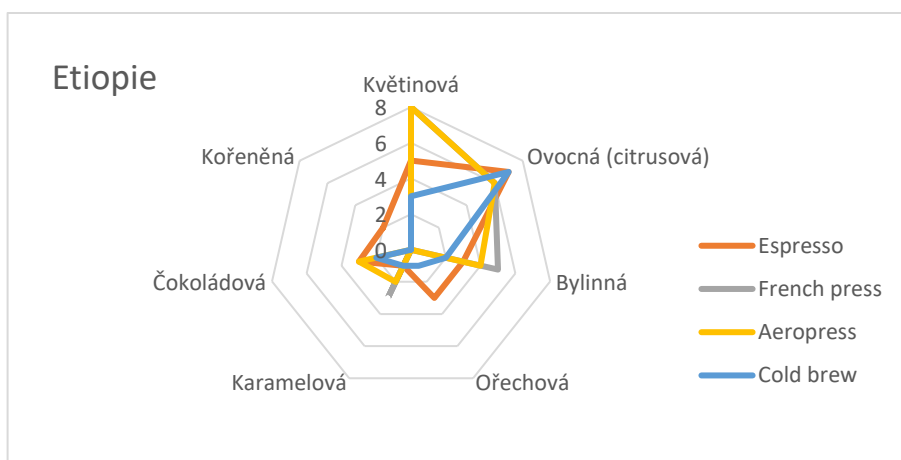
U vzorku výběrové kávy Nikaragua připravené různými způsoby je z grafu č.16 patrný významný rozdíl u Cold brew, kdy všech osm hodnotitelů zaznamenalo nejvíce bylinné aroma, zatímco u přípravy typu espresso a aeropress zaznamenali nejvíce kořeněnou

a čokoládovou chuť a vůni. Hodnotitelé zaznamenali u French press nejvíce karamelové, ořechové a bylinné aroma.



Graf č. 11 Sensorické hodnocení vzorku výběrové kávy Guatemala připravené různým způsobem

Na grafu č.17 je znázorněno sensorické hodnocení vzorku výběrové kávy Guatemala připravené různým způsobem. Všechny osm hodnotitelů zaznamenalo změnu v chuti a aroma u French press. Nejvýraznější byla u této přípravy květinová a čokoládová chuť a vůně. U přípravy aeropress bylo hodnotiteli zaznamenáno i bylinné aroma. Espresso a Cold brew nejvíce vykazovalo čokoládovou, karamelovou a ořechovou chuť a vůni.



Graf č. 12 Sensorické hodnocení vzorku výběrové kávy Etiopie připravené různým způsobem

Graf č.18 znázorňuje senzorické hodnocení vzorku výběrové kávy Etiopie připravené různým způsobem. Osm hodnotitelů zaznamenalo u téměř všech typů přípravy podobnou ovocnou chuť a vůni, vyjma typu aeropress, kdy všichni hodnotitelé zaznamenali nejvíce květinové aroma.

U finálního senzorického hodnocení preference jednotlivých vzorků výběrových káv byl nejlépe hodnocen vzorek kávy Etiopie a Kolumbie. Nejhůře dopadlo hodnocení vzorku kávy Nikaragua připravená všemi způsoby příprav viz. tabulka 14.

Tabulka 14 Finální pořadí preference jednotlivých vzorků u vybraných druhů příprav

Pořadí finální preference jednotlivých vzorků					
	1.	2.	3.	4.	5.
Espresso	Etiopie	Kolumbie	Guatemala	Brazílie	Nikaragua
French press	Kolumbie	Etiopie	Brazílie	Guatemala	Nikaragua
Aeropress	Guatemala	Etiopie	Kolumbie	Brazílie	Nikaragua
Cold brew	Etiopie	Kolumbie	Brazílie	Guatemala	Nikaragua

Tabulka 15 Celkové vyhodnocení vybraných vzorků káv připravených různým způsobem

	Brazílie				Etiopie				Kolumbie				Nikaragua				Guatemala			
	Espresso	French press	Aeropress	Cold brew	Espresso	French press	Aeropress	Cold brew	Espresso	French press	Aeropress	Cold brew	Espresso	French press	Aeropress	Cold brew	Espresso	French press	Aeropress	Cold brew
Stupeň pražení	světle				světle				středně				středně				tmavě			
AA [TEAC mg/100 ml]	18,7	18,6	18,4	18,7	18,6	18,5	18,4	18,6	18,7	18,5	18,3	18,6	18,6	18,4	18,3	18,7	18,6	18,3	18,3	18,6
TPC [mg GAE/100 ml]	1122	540	581,3	871	1080	704	356,3	877	1037	656,5	521,3	774	985	765,5	750,8	1025	905	571	385,5	824
Obsah kofeinu [mg/100 ml]	95,9	61,4	62,4	107,6	71,7	52,7	55,5	96,6	87,8	63	58,9	110,6	107,2	71,9	73,2	126,9	106,9	64,7	72	130
Senzorický aromatický profil	čokoláda ořechy	květiny ořechy	karamel nádech ořechů	květiny byliny čokoláda	ovoce květiny ořechy	ovoce byliny	květiny Ovoce byliny	ovoce, květiny	ovoce byliny	ovoce	květiny ovoce	květiny ovoce byliny	koření	karamel ořechy byliny	koření čokoláda ořechy	čokoláda byliny	čokoláda karamel ořechy	květiny čokoláda	čokoláda byliny ořechy	čokoláda karamel ovoce

8.7 Anova

Pomocí dvoufaktorové ANOVY jsme prokázali, že mezi kávami z hlediska jejich zeměpisného původu ("řádky") není na hladině významnosti 5 % ($p < 0,05$) statisticky významný rozdíl v jejich antioxidační aktivitě a celkovém obsahu polyfenolů (hodnota Fisherovy distribuce F je menší než F kritická). V případě obsahu kofeinu je mezi kávami z hlediska jejich zeměpisného původu statisticky významný rozdíl (F je větší než F kritická). Porovnáme-li různé typy přípravy kávy ("sloupce"), zjistíme, že mezi vzorky je statisticky významný rozdíl ve všech stanovovaných parametrech, tzn., pro antioxidační aktivitu, obsah polyfenolů i obsah kofeinu v kávách připravených různými metodami.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo stanovit aromatický profil výběrových káv připravených rozdílným způsobem extrakce a vlivu stupně pražení a hrubosti mletí. Porovnání se senzorickou analýzou. Byl studován vliv těchto parametrů (pražení, mletí a extrakce) na AA, TPC a obsah kofeinu. Na závěr proběhlo také vyhodnocení, zda-li se naměřené výsledky korespondují se senzorickým hodnocením.

Pomocí fyzikálně–chemických analýz byla stanovena antioxidační aktivita, celkový obsah polyfenolů, obsah kofeinu, velikost částic a aromatické látky u vybraných vzorků výběrových káv. Bylo vybráno pět vzorků plantážních káv z různých zeměpisných oblastí pěstování (Brazílie, Etiopie, Kolumbie, Guatemala a Nikaragua Nueva Segovia), vzorky se lišily ve způsobu zpracování a stupně pražení. Dále byly vybrány čtyři druhy nejběžnějších baristických příprav – espresso, French press, aeropress a Cold brew.

Antioxidační aktivita vybraných vzorků káv byla stanovena metodou DPPH. Nejvyšší hodnoty vykazoval vzorek kávy Kolumbie 18,73 mg/100 ml TEAC připravené metodou espresso. Naopak nejnižší hodnoty byly stanoveny u vzorku kávy Guatemala a Kolumbie 18,29 mg/100 ml TEAC připravené metodou aeropress.

U stanovení celkového obsahu polyfenolických látek s použitím Folin–Ciocalteuova činidla byla zjištěna nejvyšší hodnota u vzorku kávy Brazílie 1122,00 mg GAE/100 ml připravené metodou espresso, naopak nejnižší hodnota byla stanovena u vzorku kávy Etiopie 356,25 mg GAE/100 ml připravené metodou aeropress.

Metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie byl stanoven obsah kofeinu ve vzorcích kávy. Nejvyšší obsah vykazoval vzorek kávy Guatemala 130,0 mg/100 ml připravený metodou Cold brew, naopak nejnižší obsah kofeinu byl naměřen u vzorku Etiopie 52,7 mg/100 ml připravené pomocí French press.

Stanovení AA, TPC a kofeinu ukázalo podobný trend u vybraných vzorků výběrových káv připravených metodou French press a aeropress, také byla zjištěna podobnost výsledků u přípravy typu espresso a Cold brew. Z toho důvodu byly následně vybrány dvě metody přípravy kávových nápojů – French press a Cold brew, pro stanovení aromatických látek ve vzorcích.

Jedním z důležitých kroků přípravy kávy je vhodně zvolená hrubost mletí pro správnou extrakci. Při stanovení velikosti částic různého stupně hrubosti mletí byla naměřena

nejmenší velikost částic u přípravy typu espresso 98 μm , největší střední průměr částic byl stanoven u Cold brew 108 μm . U French press a aeropress dosahovaly hodnoty velikosti částic okolo 107 μm . Byl pozorován vliv hrubosti mletí vzorků na výslednou intenzitu extrakce látek u jednotlivých analýz.

Aromatické látky ve vzorcích výběrové kávy Brazílie, Kolumbie, Guatemala a Nikaragua byly stanoveny pomocí GC–MS. U všech identifikovaných látek ve všech vzorcích kávy vykazovalo Cold brew vyšší obsah extrahovaných látek než u French press. Ve vzorcích bylo identifikováno šest významných těkavých aromatických látek 4–methylpyrimidin, furfural, 2–ethyl–5–methylfuran, 2–furanmethanol, 2–furanmethanol a 5–methyl–2–furancarboxaldehyd. Téměř u všech těchto látek dosahoval nejvyšších hodnot vzorek kávy Guatemala připravený metodou Cold brew, naopak nejnižší hodnoty intenzity byly stanoveny u vzorku kávy Etiopie připravené pomocí French press.

Vzorky výběrové plantážní kávy byly sensoricky hodnoceny osmi účastníky formou vlastního sensorického protokolu. U všech vzorků připravených jako espresso byl nejlépe hodnocen vzorek kávy Etiopie, nejméně pozitivně byl hodnocen vzorek kávy Nikaragua. U French press byl vyhodnocen jako nejlepší vzorek kávy Kolumbie a nejhůře vzorek kávy Nikaragua. U vzorků kávy připravených metodou aeropress byl nejlépe hodnocen vzorek Guatemala a nejméně oblíben byl vzorek kávy Nikaragua. Cold brew byla z vybraných způsobů příprav hodnocena nejpozitivněji, nejlépe hodnocen byl vzorek kávy Etiopie, negativně byl hodnocen opět vzorek kávy Nikaragua.

Dle celkových získaných výsledků v této diplomové práci lze vyhodnotit jako nejlepší typ přípravy Cold brew a espresso, které jsou bohaté na antioxidační látky, obsah kofeinu a vyextrahované aromatické látky. Nejlépe hodnocený dle naměřených výsledků byl vzorek výběrové kávy Guatemala.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VESELÁ, Petra Davies. *Velká kniha o kávě*. 2018. ISBN 978-80-8824-05-9.
- [2] TAKETAY, D. History, botany and ecological requirements of coffee. *Walia*. **1999**(20), 28-50.
- [3] GHOSH, P. a N. VENKATACHALAPATHY. Processing and drying of coffee: A review. *Int. J. Eng. Res. Technol.* **2014**(3), 784-794. [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: doi:10.1016/j.resconrec.2012.06.005
- [4] MURTHY, Pushpa S. a M. MADHAVA NAIDU. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review: A review. *Resources, Conservation and Recycling* [online]. 2012, **66**(66), 45-58 [cit. 2023-04-30]. ISSN 09213449. Dostupné z: doi:10.1016/j.resconrec.2012.06.005
- [5] PHAM, Y., K. REARDON-SMITH, S. MUSHTAQ a G. COCKFIELD. The impact of climate change and variability on coffee production: A systematic review. *Clim. Change*. **2019**.
- [6] FOLMER, B. *The craft and science of coffee*. London, UK: Elsevier, 2017. ISBN 9780128035580.
- [7] HOFFMANN, James. *The world atlas of coffee*. 2 nd ed. 2018. ISBN 978-78472-429- 0.
- [8] ANGELONI, S., A.M. MUSTAFA, D. ABOUELENEIN, et al. Characterization of the Aroma Profile and Main Key Odorants of Espresso Coffee. *Molecules* [online]. 2021, (26), 3856 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.3390/molecules26133856
- [9] VESELÁ, Petra. *Kniha o kávě*. 2010. ISBN 978-80-87049-34-1.
- [10] BERTRAND, B., R. BOULANGER, S. DUSSERT, F. RIBEYRE, L. BERTHIOT, F. DESCROIX a T. JOËT. Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arabica coffee bean as well as coffee beverage quality. *Food chemistry* [online]. **2012**(4), 2575-2583 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.060
- [11] MEENAKSHI, A. a L. JAGAN MOHAN RAO. An impression of coffee carbohydrates. *Critical reviews in food science and nutrition* [online]. **2007**(47), 51-67 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: doi:10.1080/10408390600550315

- [12] PETRIKOVÁ V., PATOČKA J., *Káva očima toxikologa* [online]. 2006. Dostupné z: <http://toxicology.cz/modules.php?name=News&file=print&sid=50> ^[1]_{SEP}
- [13] SPEER, Karl a Isabelle KÖLLING-SPEER. *The lipid fraction of the coffee bean. Brazilian Journal of Plant Physiology* [online]. 2006, **18**(1), 201–216. ISSN 16770420.
- [14] MARTÍN, M.J., F. PABLOS, A.G. GONZÁLEZ, M.S. VALDENE BRO a M. LEÓN-CAMACHO. Fatty acid profiles as discriminant parameters for coffee varieties differentiation. *Talanta*. 2001, **54**(2), 291-297. Dostupné z: doi:[https://doi.org/10.1016/S0039-9140\(00\)00647-0](https://doi.org/10.1016/S0039-9140(00)00647-0)
- [15] CHARKOVSKÝ, Vadim. *Jak na kávu*. 2013. ISBN 978-80-260-4965-4.
- [16] MUSSATTO, Solange I., Ercília M.S. MACHADO, Silvia MARTINS a J. A. TEIXEIRA. *Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. Food and Bioprocess Technology* [online]. 2011, **4**(5), 661–672. ISSN 19355130.
- [17] RATTAN, S., A.K. PARANDE a K. RAMALAKSHMI. Et al. Effect of edible coating on the aromatic attributes of roasted coffee beans. *J Food Sci Technol*. [online]. **2015**(52), 5470-5483 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-014-1707-x>
- [18] SACCHETTI, Giampiero, et al. *Effect of roasting degree, equivalent thermal effect and coffee type on the radical scavenging activity of coffee brews and their phenolic fraction. Journal of Food Engineering*, 2009, **90**.1: 74-80.
- [19] CORDOBA, N., M. F. ALDUENDA, F. L. MORENO a Y. RUIZ. Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2020, (96), 45-60 [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>
- [20] DELGADO, Francisco José, José González CRESPO, Ramón CAVA, Jesús García PARRA a Rosario RAMÍREZ. Characterisation by SPME–GC–MS of the volatile profile of a Spanish soft cheese P.D.O. Torta del Casar during ripening. *Food Chemistry* [online]. 2010, **1**(118), 182-189 [cit. 2023-03-15]. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.081>
- [21] D'ACAMPORA ZELLNER, B. Et al. “Gas chromatography-olfactometry in food flavour analysis. *Journal of chromatography* [online]. 2008, **2008**(1186), 1-2 [cit. 2023-04-29].

- [22] BUETTNER, Andrea, ed. Springer Handbook of Odor. In: *Coffee* [online]. s. 107-122 [cit. 2023-01-22]. ISBN 978-3-319-26930-6. Dostupné z: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-26932-0.pdf?pdf=button>
- [23] MESTDAGH, Frédéric, Tomas DAVIDEK, Matthieu CHAUMONTEUIL, Britta FOLMER a Imre BLANK. The kinetics of coffee aroma extraction. *Food Research International* [online]. 2014(63), 271-274 [cit. 2023-01-25]. Dostupné z: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0963996914001690?token=79740311D4E3071E1275B423FE6AC01788D07FEFB0E1218423688F442120F584FCE9D71B10B9ED235EC26C45C6277D24&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230125170324>
- [24] CAPORASO, Nicola, Alessandro GENOVESE, Alberto CIVITELLA, Mariana D. CANELA a Raffaele SACCHI. Neapolitan coffee brew chemical analysis in comparison to espresso, moka and American brews. *Food Research International* [online]. 2014, (61), 152-160 [cit. 2023-01-25]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399691400026X?via%3Dihub>
- [25] DÓREA, J.G. a T.H.M. DA COSTA. Is coffee a functional food. *Br. J. Nutr.* [online]. 2005(93), 773-782 [cit. 2023-04-30].
- [26] HOMAN, D.J. a S. MOBARHAN. Coffee: Good, bad, or just fun?: A critical review of coffee's effects on liver enzymes. *Nutr. rev* [online]. 2006(64), 43-46 [cit. 2023-04-30].
- [27] MORRIS, J. Making italian espresso, making espresso italian. *Food hist.* [online]. 2010(8), 155-183 [cit. 2023-04-30].
- [28] CAPECKA, E., MARECZEK, A., LEJA, M. *Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species*. *Food Chem.* 2005, 93, 2, 223-226.
- [29] WROLSTAD, R. E. *Handbook of food analytical chemistry*. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, 2005, 2 sv. ISBN 9780471709084
- [30] PAULOVÁ, H., BOCHOŘÁKOVÁ, H., TÁBORSKÁ, E. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek *in vitro*. *Chem. Listy*. 2004, roč. 98, s. 174-179. ISSN 1213-7103.
- [31] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 3*. Tábor: OSSIS, 1999, 342 s. ISBN 80-902-3912-9.

- [32] KARABÍN, M., P. DOSTÁLEK a P. HOFTA. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek *in vitro*. *Chem. Listy* [online]. 2004, **98**, 174–179. ISSN 1213-7103. Dostupné z: http://w.chemicke-listy.cz/docs/full/2004_04_03.pdf
- [33] Coffee beyond the cup: analytical techniques used in chemical composition research—a review, Hemerson D. dos Santos¹ · Elisangela F. Boffo¹, *European Food Research and Technology* (2021) 247:749–775 <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03679-6>
- [34] Český lékopis 2017. In: *Evropská část*. 1. Praha: GRADA Publishing, 2017, s. 103-137. ISBN 978-80-271-0500-7.
- [35] ŠIMEK, M., GRÜNVALDOVÁ V. a KRATOCHVÍL B., *Současné metody měření velikosti částic farmaceutických látek*. 2014, **55**, 50–55.
- [36] The best French press coffee makers of 2023. *Popular science* [online]. 11.2.2023 [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: <https://www.popsci.com/gear/best-french-press-coffee-makers/>
- [37] Aeropress Aerobie. *Kofio* [online]. [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: <https://www.kofio.cz/prislusenstvi/aeropress-aerobie/225>
- [38] Cold brew. *Soulhand* [online]. [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: <https://www.soulhandpro.com/collections/cold-brewer>
- [39] Temperature Dependence of Electron Spin Relaxation of 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl in Polystyrene. *PubMed* [online]. Duben 2013, **44**(4), 509-517 [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: doi:10.1007/s00723-012-0417-7
- [40] KOCADAĞLI, Tolgahan a Vural GÖKMEN. Effect of roasting and brewing on the antioxidant capacity of espresso brews determined by the QUENCHER procedure. *Food Research International*. **2016**(89), 976-981.
- [41] Strukturní vzorec kofeinu. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-03-31]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kofein>
- [42] PAULOVÁ, Hana, Hana BOCHOŘÁKOVÁ a Eva TÁBORSKÁ. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek *in vitro*. *Chemické Listy*. 2004, **98**(4), 174–179. ISSN 00092770.

- [43] LUDVÍK, Miloslav, Oldřich HOLEČEK, Milan JAHODA a Lenka SCHREIBEROVÁ. *Laboratorní cvičení z chemického inženýrství*. 4. přepr.vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2000, Přer.str. ISBN 80-7080-404-1.
- [44] ANGELONI, S., A.M. MUSTAFA, D. ABOUELENEIN, et al. Characterization of the Aroma Profile and Main Key Odorants of Espresso Coffee. *Molecules* [online]. 2021, (26), 3856 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.3390/molecules26133856>
- [45] Schwarzmann, E.T.; Washington, M.P.; Rao, N.Z. Physicochemical Analysis of Cold Brew and Hot Brew Peaberry Coffee. *Processes* **2022**, *10*, 1989. <https://doi.org/10.3390/pr10101989>
- [46] Kang, De., Lee, HU., Davaatseren, M. *et al.* Comparison of acrylamide and furan concentrations, antioxidant activities, and volatile profiles in cold or hot brew coffees. *Food Sci Biotechnol* **29**, 141–148 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00644-2>
- [47] MUZYKIEWICZ-SZYMAŃSKA, A., A. NOWAK, D. WIRA a A. KLIMOWICZ. The effect of brewing process parameters on antioxidant activity and caffeine content in infusions of roasted and unroasted arabica coffee beans originated from different countries. *Molecules* [online]. **2021**(26), 3681 [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.3390/molecules26123681>
- [48] RAO, N.Z., M. FULLER a M.D. GRIM. Physicochemical characteristics of hot and cold brew coffee chemistry: The effects of roast level and brewing temperature on compound extraction. *Food* [online]. 2020, **9**(7), 902 [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.3390/foods9070902>
- [49] DEROSI, Antonio, Ilde RICCI, Rossella CAPORIZZI, Anna FIORE a Carla SEVERINI. How grinding level and brewing method (Espresso, American, Turkish) could affect the antioxidant activity and bioactive compounds in a coffee cup. *J Sci Food Agric* [online]. 2018, 12.12.2017, **2018**(98), 3198-3207 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: doi:[10.1002/jsfa.8826](https://doi.org/10.1002/jsfa.8826)
- [50] OLECHNO, E., A. JAKUBIK, M.E. ZUJKO a K. SOCHA. Influence of Various Factors on Caffeine Content in Coffee Brews. *Foods* [online]. 2021,

27.4.2021, **10**, 1208 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z:
doi:<https://doi.org/10.3390/foods10061208>

- [51] KARWOWSKI, B.T. The content of biologically active substances and antioxidant activity in coffee depending on brewing method. *Pol. J. Natur. Sci.* 2018, **33**, 267–284.
- [52] LAUKALEJA, I. a Z. KRUMA. Influence of the roasting process on bioactive compounds and aroma profile in speciality coffee: A review. *FOODBALT*[online]. **2019**, 7-12 [cit. 2023-04-30]. Dostupné z:
doi:10.22616/FoodBalt.2019.002
- [53] TOCI, Aline T., Débora A. AZEVEDO a Adriana FARAH. Effect of roasting speed on the volatile composition of coffees with different cup quality. *Food Research International* [online]. 2020, (137) [cit. 2023-04-10]. Dostupné z:
doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109546>
- [54] SEBERA, Martin. *Statistika - vícerozměrné metody*. Brno, 2012, 73 s. Dostupné také z:
https://is.muni.cz/el/1451/jaro2014/d003/um/skripta_vicerozmerna_statistika-sebera-fsps-10.3.2013.pdf. Projekt. Masarykova univerzita.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GC–MS	plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií
GC–O	plynová chromatografie s olfatometrií
FID	plynová chromatografie s plamenovou ionizační detekcí
HPLC	vysokoučinná kapalinová chromatografie
TLC	chromatografie na tenké vrstvě
DPPH	1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl (volný radikál)
SCAA	Specialty coffee Association of America
TEAC	Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (spektrofotometrické stanovení)
AA	antioxidační aktivita
TPC	celkový obsah polyfenolických látek
GAE	ekvivalent kyseliny gallové

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Květy kávovníku a kávová třešeň [1].....	12
Obrázek 2 Sušení kávových třešní na betonové podlaze [1]	16
Obrázek 3 Stupně pražení kávových zrn [7].....	18
Obrázek 4 Grafické znázornění skupin aromatických látek (procentuální obsah) dle studií kávových nápojů [19]	22
Obrázek 5 Typy přípravy espressa – vlevo správné espresso, uprostřed rychlé espresso, vpravo pomalé espresso [9]	26
Obrázek 6 Druhy French press [36].....	27
Obrázek 7 Aeropress [37]	27
Obrázek 8 Různé možnosti přípravy cold brew [38].....	28
Obrázek 9 DPPH (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl) [39].....	30
Obrázek 10 Strukturální vzorec kofeinu [41]	31
Obrázek 11 Přehled aroma a chutí využívané při senzoričném hodnocení kávy [1].....	33
Obrázek 12 Tabulka vyhodnocování kvality kávy dle celkového skóre při senzoričném hodnocení dle SCAA [36].....	34
Obrázek 13 Kalibrační křivka kofeinu.....	43
Obrázek 14 Srovnání intenzity jednotlivých píků v závislosti na čase metodou GC–MS, chromatogram kávy Brazílie připravené metodou cold brew a french press.....	61
Obrázek 15 Srovnání intenzity jednotlivých píků v závislosti na čase metodou GC–MS, chromatogram kávy Etiopie připravené metodou cold brew a french press.....	62
Obrázek 16 Srovnání intenzity jednotlivých píků v závislosti na čase metodou GC–MS, chromatogram kávy Kolumbie připravené metodou cold brew a french press	63
Obrázek 17 Srovnání intenzity jednotlivých píků v závislosti na čase metodou GC–MS, chromatogram kávy Guatemala připravené metodou cold brew a french press.....	64
Obrázek 18 Srovnání intenzity jednotlivých píků v závislosti na čase metodou GC–MS, chromatogram kávy Nikaragua připravené metodou cold brew a french press	65

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Nutriční hodnoty uvedené na 100 g kávového nápoje [USDA]	21
Tabulka 2 Vybrané vzorky výběrové kávy arabika	37
Tabulka 3 Hodnoty inaktivace DPPH [%] v čase 0 min. až 60 min u jednotlivých vzorků výběrové kávy a u vybraných typů příprav	48
Tabulka 4 Výsledky antioxidační aktivity jednotlivých vybraných vzorků výběrových káv u vybraných typů příprav	50
Tabulka 5 Celkový obsah polyfenolů v jednotlivých vzorcích káv připravených různým způsobem	53
Tabulka 6 Výsledky stanovení obsahu kofeinu v jednotlivých vzorcích výběrové kávy připravených různým způsobem	56
Tabulka 7 Identifikované látky z chromatogramu kávy Brazílie	61
Tabulka 8 Identifikované látky z chromatogramu kávy Etiopie	62
Tabulka 9 Identifikované látky z chromatogramu kávy Kolumbie	63
Tabulka 10 Identifikované látky z chromatogramu kávy Guatemala	64
Tabulka 11 Identifikované látky z chromatogramu kávy Nikaragua	65
Tabulka 12 Zastoupení jednotlivých vybraných látek v kávě s upravenými poměry vztahované k nejvyššímu identifikovanému píku	67
Tabulka 13 Zastoupení jednotlivých vybraných látek v kávě s upravenými poměry vztahované k nejvyššímu identifikovanému píku	68
Tabulka 14 Finální pořadí preference jednotlivých vzorků u vybraných druhů příprav	74
Tabulka 15 Celkové vyhodnocení vybraných vzorků káv připravených různým způsobem	75

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Dotazník sensorického hodnocení

PŘÍLOHA P I: DOTAZNÍK SENZORICKÉHO HODNOCENÍ

DOTAZNÍK K SENZORICKÉMU HODNOCENÍ VÝBĚROVÉ PLANTÁŽNÍ KÁVY

Věk:

Pohlaví:

Hodnocení aromatického profilu vybraných vzorků výběrové kávy

1. Hodnocení vůně mletých zrn:

Hodnocení 1-10 (1 - jemná kávová / 5 - intenzivní kávová / 10 - přepražená(spálená))

Hodnocení vůně mletých zrn		Poznámky
Číslo vzorku	Hodnocení	
Vzorek č. 1		
Vzorek č. 2		
Vzorek č. 3		
Vzorek č. 4		
Vzorek č. 5		

Finální hodnocení jednotlivých druhů příprav

Seřadte vzorky od nejvíce preferovaného po nejméně preferovaný u každého z druhů příprav.

(řazení sestupně: 1 - nejlepší / 5 - nejhorší)

Espresso	
Číslo vzorku	Hodnocení
Vzorek č. 1	
Vzorek č. 2	
Vzorek č. 3	
Vzorek č. 4	
Vzorek č. 5	

French press	
Číslo vzorku	Hodnocení
Vzorek č. 1	
Vzorek č. 2	
Vzorek č. 3	
Vzorek č. 4	
Vzorek č. 5	

Cold brew	
Číslo vzorku	Hodnocení
Vzorek č. 1	
Vzorek č. 2	
Vzorek č. 3	
Vzorek č. 4	
Vzorek č. 5	

Aeropress	
Číslo vzorku	Hodnocení
Vzorek č. 1	
Vzorek č. 2	
Vzorek č. 3	
Vzorek č. 4	
Vzorek č. 5	

Hodnocení aromatického profilu vzorků výběrové kávy připravené extrakcí

2. Vůně - Intenzita vůně připraveného šálku kávy:

Hodnocení 0-10 (0 - žádná / 10 - velmi silná)

Intenzita vůně		
Číslo vzorku	Hodnocení	Poznámky
Vzorek č. 1		
Vzorek č. 2		
Vzorek č. 3		
Vzorek č. 4		
Vzorek č. 5		

Charakteristika vůně a chutě:

Charakteristika vůně a chutě								
Číslo vzorku	Květinová	Ovocná (citrusová)	Bylinná	Ořechová	Karamelová	Čokoládová	Kořeněná	Poznámky
Vzorek č.1								
Vzorek č 2								
Vzorek č 3								
Vzorek č 4								
Vzorek č 5								

3. Chuť

Intenzita chutě:

Hodnocení 0-10 (0 - žádná / 10 - velmi silná)

Intenzita chutě	
Číslo vzorku	Hodnocení
Vzorek č. 1	
Vzorek č. 2	
Vzorek č. 3	
Vzorek č. 4	
Vzorek č. 5	

Charakteristika chutě:

Charakteristika chutí					
Číslo vzorku	Hořkost	Kyselost	Sladkost	Trpkost	Plnost
Vzorek č.1					
Vzorek č 2					
Vzorek č 3					
Vzorek č 4					
Vzorek č 5					